

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GEMİ MAKİNE DAİRESİ DİZAYNINDA OPERASYONEL
GEREKSİNİMLERİN ÖNEMİ VE SİSTEMLERE
ENTEGRASYONU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Metin ÇELİK**

**Anabilim Dalı: Deniz Ulaştırma Mühendisliği
Programı: Deniz Ulaştırma Mühendisliği**

Tez Danışmanı: Y.Doç.Dr. Cengiz DENİZ

ARALIK 2005

ÖNSÖZ

Bu çalışma ile gemilerin makine dairelerinin işletilmesi esnasında karşılaşılan sistem kaynaklı uygunsuzluklar tespit edilerek, etki alanlarının incelenmesi ve tersane merkezli bir sistemin düzeltici faaliyet olarak yürütülme esaslarının ortaya konulması hedeflenmiştir. Bu amaçlar doğrultusunda mevcut gemilerde bu konuda karşılaşılan uygunsuzluklar çeşitli yöntemler ile tespit edilerek temel nedenlerine ve etki alanlarına göre sınıflandırılmıştır. Sunulan bu örnekler risk ve güvenilirlik analizi, ergonomik yaklaşım, sistem verimliliği gibi konularda yapılabilecek detaylı çalışmalar için veri olarak kullanılabilir niteliktedir.

Çalışmanın yürütülmesi esnasında göstermiş olduğu ilgi ve desteğinden dolayı tez danışmanım sayın Y. Doç. Dr. Cengiz DENİZ'e teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca Plant Design & Engineering Software eğitimlerine katılmam hususunda sağladığı imkanlardan dolayı Elomatic/Cadmatic firması genel müdürü sayın Matti JUNTUNEN'e, tesislerinde inceleme imkanları sağlayan Mitsubishi Shipyard Ar-Ge Departmanı teknik müdürü sayın Makato NISHIGAKI' ye, paylaştığı mesleki tecrübelerinden dolayı Çeliktrans Tersanesi Proje ve Kalite Departmanı müdürü sayın Müh. Şaban KOÇA'ya, uygunsuzluk tespiti konusunda yapılan anket çalışmasına gösterdikleri ilgiden dolayı ankete katılan Gemi Makineleri İşletme Mühendislerine teşekkür ederim.

Aralık, 2005

Metin ÇELİK

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	vi
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
SEMBOL LİSTESİ	ix
ÖZET	x
SUMMARY	xi
1. GİRİŞ	1
2. MÜHENDİSLİKTE DİZAYN	2
2.1. Dönüşüm	3
2.1.1. Dönüşüm tanımı	3
2.1.2. Dönüşüm işlem modeli	3
2.2. Teknik İşlem Süreci ve Kalite Yaklaşımı	4
2.2.1. Teknik işlem tanımı	4
2.2.2. Teknik işlem modeli	4
2.2.3. Teknik sistem ve özellikleri	5
2.2.4. Teknik sistem kalite yaklaşımı	8
2.3. Dizayn İşlem Süreci	9
2.3.1. Dizayn işlemi	9
2.3.2. Dizayn işlem süreci modeli	10
2.3.3. Plan ve değerlendirme yaklaşımı	11
2.4. Sistematik Dizayn Prosedürü Modeli	12
2.4.1. Modelin amacı ve yapılandırılması	12
2.4.2. Teknik sistem karmaşıklık derecelerinin sınıflandırılması	14
2.4.3. Tesis dizaynı	14
3. GEMİ MAKİNE DAİRESİ SERVİS GEREKSİNİMLERİ	16
3.1. Makine Dairesinin Tanımlanması Ve Etkileşimler	16
3.1.1. Makine mahalli tanımı	16
3.1.2. İnsan-sistem etkileşimi	16
3.1.3. Dizayner ve işletmeci ilişkisi	19
3.2. İşletme Koşullarında Sistemlerden Beklentiler	20
3.2.1. Normal çalışma koşulları için gereksinimler	20
3.2.2. Acil durum koşulları için gereksinimler	23
3.3. İlgili Kurallar ve Standartlar	24

3.3.1. Klaslama standartları	24
3.3.2. SOLAS kuralları	29
3.3.3. ISO standartları	30
3.3.4. Diğer standartlar	33
3.3.5. Tavsiye niteliğindeki kararlar	33
4. İNŞA KÖKENLİ UYGUNSUZLUK ÖRNEKLERİ	35
4.1. Uygunsuzluk Tanımı ve Kapsamı	35
4.2. Tespit Yöntemleri	35
4.2.1. Kaza istatistikleri	35
4.2.2. Gemi-şirket yazışmaları	37
4.2.3. Garanti kapsamındaki uygunsuzluklar	40
4.2.4. Anket çalışması	43
4.3. Teknik Sistem Eksikliği Açısından Değerlendirme	48
4.3.1. İşletme özelliği açısından eksiklikler	48
4.3.2. Ergonomi özelliği açısından eksiklikler	54
4.3.3. Ekonomi özelliği açısından eksiklikler	55
5. ANALİZ VE YAKLAŞIMLAR	57
5.1. Güvenilirlik Açısından Yaklaşım	57
5.1.1. Sistem güvenilirlik analizi	57
5.1.2. Hata ağacı modeli	57
5.1.3. Nitel Yaklaşım	60
5.1.4. Uygunsuzluk örneklerinin güvenilirlik açısından değerlendirilmesi	60
5.2. Ekonomik Açısından Yaklaşım	64
5.2.1. Ekonomik performansı etkileyen süreçler	64
5.2.2. Gemi enerji sistemi modeli	64
5.2.3. Uygunsuzluk örneklerinin ekonomi açısından değerlendirilmesi	65
5.3. Ergonomi Açısından Yaklaşım	69
5.3.1. Tanımlar	69
5.3.2. Ergonomik dizayn aktiviteleri	70
5.3.3. Ergonomik dizayn gereklerinin analizi	70
5.3.4. Uygunsuzluk örneklerinin ergonomi açısından değerlendirilmesi	72
5.4. Uygunsuzluk Analizlerinin Genel Değerlendirmesi	76
6. TERSANE MERKEZLİ KARAR DESTEĞİ MODELİ	77
6.1. İnşa Aşamasında Planlama ve İşlem Basamakları	77
6.1.1. Teklif	78
6.1.2. Kontratın imzalanması	78
6.1.3. Planlama	79
6.1.4. Tasarım	79
6.1.5. Satın alma ve stok	80

6.1.6. Üretim prosesleri	80
6.1.7. Kalite kontrol	80
6.1.8. Denize İndirme	81
6.1.9. Test ve tecrübeler	81
6.1.10. Teslim	81
6.1.11. Teslim sonrası garantiler	81
6.2. Tersane Merkezli Genişletilmiş Model	83
6.2.1. Amaç ve kapsam	83
6.2.2. ISM Kodu'nun uygunsuzluk yaklaşımı	84
6.2.3. Modelin bilgi akış diyagramı	86
6.2.4. Modelin yürütülme aşamaları ve destek işlem basamakları	87
6.3. Model işleyişinin denetlenmesi	90
6.3.1. Modelin avantajları	90
6.3.2. ISO 9001:2000 açısından değerlendirme	91
9. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	95
KAYNAKLAR	99
ÖZGEÇMİŞ	103

KISALTMALAR

IMO	: Uluslararası Denizcilik Organizasyonu
MSC	: Denizde Güvenlik Komitesi
DE	: Gemi Dizaynı ve Ekipmanları Alt Komitesi
ISO	: Uluslararası Standardizasyon Teşkilatı
SOLAS	: Uluslararası Denizde Can Güvenliği Sözleşmesi
MARPOL	: Gemilerden Kirlenmenin Önlemesi Uluslararası Sözleşmesi
OHSAS	: İşçi Sağlığı Ve Güvenliği Sistemleri Belgelendirmesi
ISMA	: Gemi Yöneticileri Birliği
ISM	: Uluslararası Güvenlik Yönetimi
DN	: Nominal Çap
CAD	: Bilgisayar Destekli Tasarım
CAM	: Bilgisayar Destekli Üretim
EPM	: Genişletilmiş Ürün Modeli
FS	: Serbest Alan
FTA	: Hata Ağacı Analizi
MOCUS	: Elde Edilen Kesme Kümeleri Metodu
FAT	: İmalat Kabul Testleri
HAT	: Liman Testleri
SAT	: Seyir Testleri
KYS	: Kalite Yönetim Sistemi

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1. Teknik sistem karmaşıklık derecelerinin sınıflandırılması	14
Tablo 2.2. Çeşitli endüstrilerde teknik sistemlerin kullanılması	15

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : Dönüşüm işlemi modeli.....	3
Şekil 2.2 : Teknik işlem modeli.....	4
Şekil 2.3 : Teknik sistem özellikleri arasındaki ilişki.....	7
Şekil 2.4 : Değerlendirme türleri.....	9
Şekil 2.5 : Dizayn işlem süreci.....	10
Şekil 2.6 : Dizayn işlem modeli.....	10
Şekil 2.7 : Plan ve değerlendirme yaklaşımı.....	11
Şekil 2.8 : Sistematik dizayn prosedürü.....	13
Şekil 3.1 : Yakıt seperatörü devre şeması.....	18
Şekil 3.2 : Sistem Etkinliği.....	21
Şekil 4.1 : Kaza istatistikleri.....	36
Şekil 4.2 : Garanti bildirimlerinin analizi.....	41
Şekil 4.3 : Anket katılımcı profili.....	43
Şekil 4.4 : Makine dairesi sorunlarının temel nedenlerinin dağılımı.....	44
Şekil 4.5 : Soğutma suyu kuleri için serbest alanların belirlenmesi.....	53
Şekil 5.1 : Hata ağacı oluşturulmasındaki prensipler.....	58
Şekil 5.2 : Mantık devrelerinde kullanılan semboller.....	59
Şekil 5.3 : Dizel jeneratörü yakıt sistemi.....	61
Şekil 5.4 : Uygunsuzluk için hata ağacı modelinin oluşturulması.....	62
Şekil 5.5 : Gemi makine dairesi enerji modeli örneği.....	65
Şekil 5.6 : Tatlı su üretim sistemi.....	66
Şekil 5.7 : Borda çıkış valfinin pozisyonunun uygun olaması durumu.....	67
Şekil 5.8 : Borda çıkış valfinin pozisyonunun uygun olamaması durumu.....	68
Şekil 5.9 : Panyon sacı altında valf konumlandırılması.....	75
Şekil 5.10 : Panyon sacı seviyesindeki valf kontrolü.....	76
Şekil 6.1 : Tersane prosesleri arasındaki ilişkiler.....	78
Şekil 6.2 : Modelin bilgi akışı diyagramı.....	87

SEMBOL LİSTESİ

R	: Güvenilirlik
t	: Belirli bir zaman dilimi
T	: Hata zamanı
c₁, c₂, ... c_n	: Belirlenen şartlara ait parametreler
Pr(x)	: Olasılık
C	: Tatlı su üretim kapasitesi
T₁	: Ana makine ceket suyu evaporeyter giriş sıcaklığı
T₂	: Ana makine ceket suyu evaporeyter çıkış sıcaklığı
P_{Eg}	: Ejekter pompası giriş basıncı
P_{Eç}	: Ejekter pompası çıkış basıncı
h_A	: Yüklü durumda su hattı yüksekliği
h_B	: Borda çıkış valfi yüksekliği
h_C	: Ejekter pompası alıcı devre yüksekliği
P_{EVA}	: Evaporeyter içerisindeki basınç
P₁	: Ejekter giriş basıncı
P₂	: Ejekter çıkış basıncı

GEMİ MAKİNE DAİRESİ DİZAYNINDA OPERASYONEL GEREKSİNİMLERİN ÖNEMİ VE SİSTEMLERE ENTEGRASYONU

ÖZET

Tanımlanması, anlaşılması, tahmin edilmesi, yönetimi, tasarımı ve değiştirilmesi zor birçok bileşenden, karşılıklı bağlantılardan ve etkileşimlerden oluşan bir sistem karmaşık sistem olarak tanımlanabilir. Karmaşıklık, sistem tanımlanması için ihtiyaç duyulan bilgi gereksinimi ile ilgili olmanın yanı sıra sistem içindeki eleman sayısı ve karşılıklı bağlantı sayılarının bir fonksiyonudur. Tesis tasarım projeleri yüksek karmaşıklık düzeyine sahip teknik sistemdir. Gemi makine dairesi birçok alt sistem, eleman ve insan-sistem ara yüzleri ile bir çeşit karmaşık teknik sistem olarak gösterilebilir. Sistemlerin karmaşıklık düzeyinin artması, özellikle insan-sistem ara yüzlerin oluşturulmasında tasarımcı hatalarının artmasına yol açar. Dizayn kökenli bu hatalar, küçük veya büyük çapta kazalara neden olmanın yanı sıra, gemi teknik performansı ve işletme verimliliği üzerinde büyük etkilere sahiptir.

Bu çalışmada, ticari gemilerin makine dairelerinde karşılaşılan, dizayn kökenli uygunsuzluklar ve etkileri araştırılmıştır. Bu araştırma için; anket çalışması, kaza istatistikleri, tersane garanti dokümanları ve gemi uygunsuzluk raporları kullanılmıştır. Gemi makine dairesi tasarımında esas alınan kriterlerin anlaşılması için kurallar, düzenlemeler, ve standartlar incelenmiştir. Makine dairesi işletme gereksinimleri olarak güvenilirlik, operasyonel emniyet, bakım-onarım uygunluğu, serbest alan düzenlemeleri, enerji ekonomisi parametreleri vurgulanmıştır. Özellikle, makine dairesi serbest alanlarının tayini ve Genişletilmiş Ürün Modeli kavramları örneklerle ayrıntılı olarak irdelenmiştir. İşletme unsurlarının eksikliğinden kaynaklanan uygunsuzluk örnekleri; hata ağacı metodu, ergonomik prensipler ve ekonomik faktörler doğrultusunda analiz edilmiştir. Hataların temel nedenlerinin anlaşılması ile gemi makine dairesindeki dizayn kökenli uygunsuzlukların önlenmesine yönelik çözüm alternatifleri arasındaki bağlantı kurulmuştur.

Sonuç olarak, tersane organizasyonu için, gemi işletme firmalarının ve ekipman üreticilerinin içinde yer aldığı, geri bilgi besleme sistemine dayalı bir model önerilmektedir. Bu modelin amacı, dizayn kökenli uygunsuzlukları önlemek, makine dairesindeki çalışma koşullarını iyileştirmek, iş kazası oranlarını azaltmak ve işletme verimliliğini arttırmaktır.

**IMPORTANCE OF OPERATIONAL REQUIREMENTS IN SHIP
MACHINERY DESIGN AND INTEGRATION INTO THE SYSTEMS**

SUMMARY

A system with numerous components, interconnections and, interactions that are difficult to describe, understand, predict, manage, design, and change can be called as complex systems. Complexity is related to the amount of information needed to describe the system and is also a function of the number of elements in the system as well as the number of their interconnections. Plant, major projects and infrastructure are technical system of the highest level of complexity. Ship machinery plant can be shown as a one kind of complex technical system with lots of subsystems, components, and human-system interfacing. The increasing complexity of systems allows greater scope for errors by designer, especially in terms of human-system interface. This design based faults can cause minor or catastrophic failures and also have a great influence on ship technical performance and operational efficiency.

In this study, examples of design based deficiencies and their effects in ship machinery space on board merchant ships were investigated. Questionnaire, accident statistics, guarantee documents, and ship reports had been used for this study. Rules, regulations and standards are researched to understand criteria related with ship machinery design. Importance of operational requirements such as reliability, operational safety, maintainability, free space arrangements, energy economy, were expressed. Especially, designation of free spaces in ship machinery and Extended Product Model are deeply discussed with examples. Examples that occur due to the lack of operational elements were analyzed by using fault tree method, ergonomic principles, and economical considerations. There is a relationship had been established between root cause of faults and solution alternatives of preventing design based deficiencies in ship machinery.

As a result, a model is suggested for shipyard organization, including ship management companies and equipment manufacturers, based on information feedback system. The goal of this system is to prevent design based deficiencies, improving working conditions in ship machinery, reducing accident ratio and increasing operational efficiency.

1. GİRİŞ

Deniz taşımacılığı sektöründe meydana gelen gelişmelerin etkileri gemi inşa sektöründe de kendini göstermektedir. Deniz taşımacılığı sektöründeki durgunluk tersanelerde kriz boyutuna varabilecek etkilere yol açarken, navlun fiyatlarındaki yükselme ve artan gemi talepleri gibi etkiler gemi inşa sektöründe gemi siparişlerinde artışa ve tersanelerde yoğunluğa neden olmaktadır. Ancak bu yoğunluk durumu tersane organizasyonlarının kapasite ve üretim imkanlarının yetersizliği ile birleştiğinde, üretim kurgusunda birtakım yanlışlıkların ve eksikliklerin ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Bu konuda yapılan yanlışlıklardan biri donatım işlemi esansında şekillenen yerleşim hataları, diğeri ise üretimi tamamlanan gemilerin deneme seferi ve servis altındaki performans takibine yeteri kadar önem verilmemesidir. Bu noktada deniz işletmeciliği şirketlerinin de konuya yeteri kadar ilgi göstermemeleri inşa aşamasında gözden kaçan birtakım uygunsuzlukların tespiti ve gerekli düzeltici faaliyetlerin yürütülmesi imkanlarının ortadan kalkmasına neden olmaktadır.

Özellikle, gemilerin makine dairesi yerleşimlerinde inşa kökenli uygunsuzluklar kendini göstermektedir. Makine dairesinin işletme koşulları altında sistemler düzeyinde birtakım gereksinimlerini sağlamadığı ortaya çıkmaktadır. Bu durum Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) bünyesinde görev yapan Deniz Güvenliği Komitesi (MSC)'ne bağlı Gemi Dizaynı ve Ekipmanları Alt Komitesi (DE) tarafından hazırlanan ve kabul edilen M.S.C. (834) sayılı genelgede "Planlama ve Dizayndan Kaynaklanan Risk Oranını Düşürme" maddesi ile tavsiye kararı olarak yayınlanmıştır.(1997)

Planlama ve tasarım kökenli bu uygunsuzlukların ergonomik, ekonomik ve güvenilirlik açılarından yaratabileceği olumsuz etkilerin incelendiği çalışmalar literatürde yer almaktadır. Ancak uygunsuzlukların etki alanlarının irdelendiği bu tür çalışmaların yanı sıra nedenlerinin analiz edildiği ve bu tür hataların önlenmesi için tersane organizasyon kurgusu içinde yürütülebilecek düzeltici ve önleyici faaliyetlerin de sistematik bir yaklaşım çerçevesinde ele alınması gerekmektedir.

2. MÜHENDİSLİKTE DİZAYN

Mühendislik dizaynı kavramı incelendiğinde çok farklı yönlerden bakış açıları karşımıza çıkmaktadır. Bu konuda yapılan çeşitli tanımlamalardan bir kısmı kronolojik sıra ile aşağıda verilmiştir.

Taylor'a göre mühendislik dizaynı, çeşitli teknik ve bilimsel prensiplerin tanımlanan yöntemler doğrultusunda uygulandığı fiziksel tanımını ifade edebilecek yeterlilikte detay içeren işlem safhası olarak tanımlanabilir [1]. Asimow ise insan ihtiyaçlarını karşılama amacı doğrultusunda yürütülen özellikle teknolojik faktörlerin karşılanmasına yön veren çalışmalar olarak tanımlamıştır [2]. Alexander, bu konuya bir fiziksel yapı için uygun fiziksel bileşenlerin bulunması olarak yaklaşmıştır [3]. Kesselring, mühendislik dizaynını verilen bir görev için, teknik açıdan mükemmel, ekonomik açıdan uygun ve estetik açıdan tatmin edici bir çözüm bulunması olarak ifade etmiştir [4]. Archer'e göre, mühendislik dizaynı amaca yönelik problem çözme aktiviteleridir [5]. Reswick farklı bir bakış açısı ile yaklaşarak, daha önce varolmayan yeni ve faydalı bir şeyi ortaya çıkaran yaratıcı bir aktivite olarak tanımlamıştır [6]. Bu kavram, Matchett'e göre ihtiyaçlar toplamı karşısında ortaya konulan optimum çözüm olarak tanımlanabilir [7]. Suh'e göre belirli bir süreç içerisinde ihtiyaçlar doğrultusunda seçilen dizayn parametreleri ile fonksiyonel gereksinimleri karşılamayı başaran ürünü biçimlendiren sentez bir çözüm yaratma çalışmalarına mühendislik dizaynı denilmektedir [8].

Mühendislik dizaynı kavramı tanımının geçmişten günümüze gelişimi incelendiğinde yaratıcılık ve ürün geliştirme yönünde gelişim gösterdiği ve kullanıcı merkezli dizayn ve planlamanın ürünün ekonomik ömrü boyunca sürdürülebilir nitelikte olmasına önem verildiği ortaya çıkmaktadır. Ayrıca fonksiyonel gereksinimlerin tam olarak karşılanmasına yönelik metotlar ön plana çıkmaktadır. Üretim için yapılan planlama çalışmaları içinde problem çözme ve ürün geliştirmeye yönelik aktiviteler son zamanlarda mühendislik dizaynı tanımı içinde yerini almaktadır.

Dizayn edilecek sistemin teknik açıdan karmaşıklığının artışı, teknolojik gelişmelerin ve yeniliklerin sistemlere adaptesini ve sistemin fonksiyonel gereksinimleri eksiksiz yerine getirmesini zorlaştırmaktadır. Bu bölümde mühendislik dizaynının temel öğeleri olan dönüşüm, teknik işlem süreci, teknik sistem ve kalite kavramlarına yönelik tanımlar irdelenecektir.

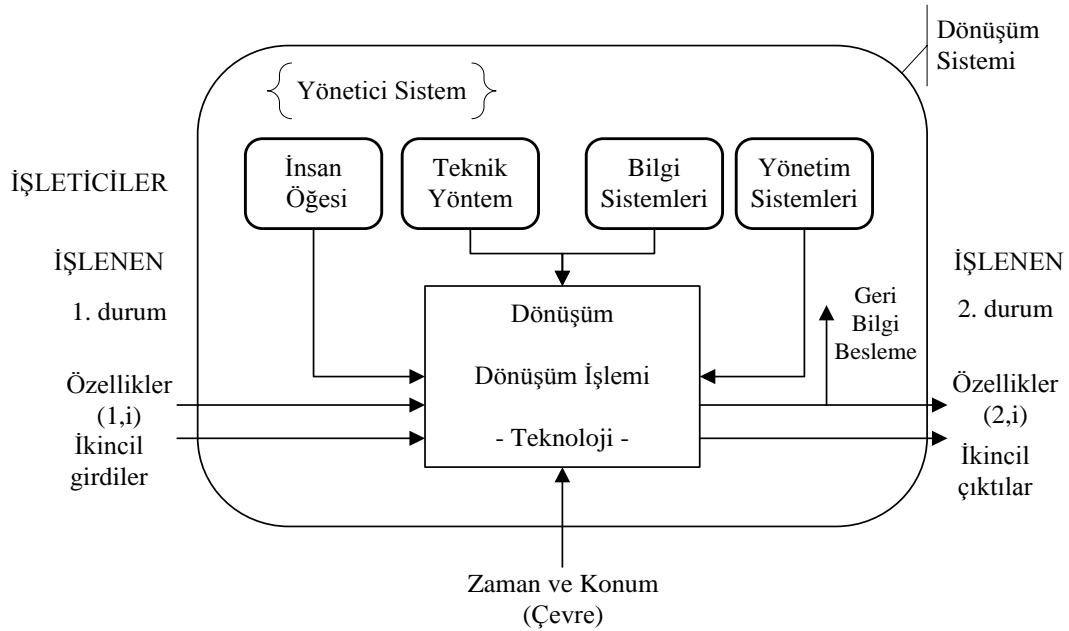
2.1 DÖNÜŞÜM

2.1.1 Dönüşüm Tanımı

İşlenen öğenin belirli özellikleri üzerinde nesne ve araçların karşılıklı etkileşimi ile yapılan değişiklikler neticesinde işlenen öğe için yeni özelliklere ulaşılması işlemine dönüşüm adı verilir. İhtiyaçların hedefler doğrultusunda tam anlamıyla gerçekleşme derecesi teknoloji öğesi ile desteklenen dönüşümlere bağlıdır.

2.1.2 Dönüşüm İşlemi Modeli

İşlenen öğesinin ilk durumdaki özelliklerinin ikinci durumdaki özellikler olarak değişiminin işleticiler ve çevre etkisi altında gerçekleştiği Dönüşüm İşlemi Modeli şekil 2.1’de gösterilmektedir [9].



Şekil 2.1: Dönüşüm İşlemi Modeli

Dönüşüm İşlemi Modeli, yönetici sistemin bilgi sistemleri ve yönetim sistemleri ile birlikte dönüşüm işlemi üzerindeki etkilerini belirtir. Yönetici sistem insan veya diğer canlı merkezli olabildiği gibi teknik yöntem ve araçlardan da oluşabilir.

Tüm bunlar işleticiler ögesinin kapsamı dahilindedir. İşleticilerden kaynaklanan etkiler; gerekli enerji, yardımcı malzemeler, düzenleme, kural ve kontrolleri içermektedir. Dönüşüm çevresi işlemin gerçekleştiği zaman dilimi ve yer olarak tanımlanmıştır. Dönüşümün optimum kalitede gerçekleşmesi yeterli derecede ilgili bilgi, uygun işlem süreci yönetiminin varlığına ve çevresel etkilerin belirli limitleri aşmamasına bağlıdır.

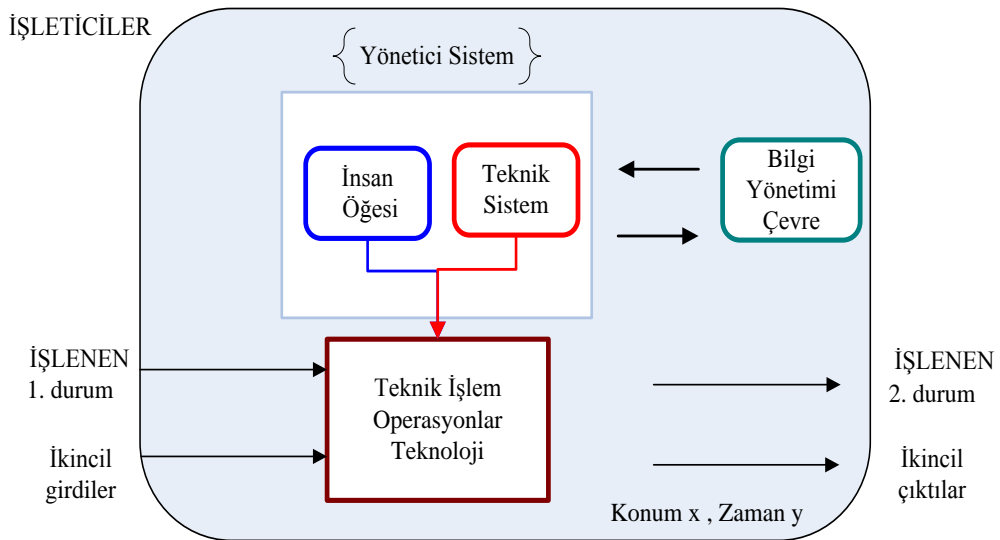
2.2 TEKNİK İŞLEM SÜRECİ ve KALİTE YAKLAŞIMI

2.2.1 Teknik İşlem Tanımı

Teknik işlem; herhangi bir haldeki madde, enerji, bilgi öğelerinin planlı bir biçimde teknik sistem veya insan kökenli etkiler altında istenilen çıktılara dönüştüren yapay bir oluşum olarak tanımlanabilir.

2.2.2 Teknik İşlem Modeli

İşletmeci olarak insan ve teknik sistem öğelerinin kontrolü altında, bilgi yönetimi ve teknoloji ile desteklenerek gerçekleşen işlenen öğenin değişimi teknik işlem modeli olarak tanımlanmıştır [9]. Bu noktada teknik sistem insan kontrolü ile birlikte dönüşüm işleminin gerçekleşmesi için gerekli temel öge olarak ortaya çıkmaktadır. Şekil 2.2’de teknik işlem modeli gösterilmiştir.



Şekil 2.2: Teknik İşlem Modeli

2.2.3 Teknik Sistem ve Özellikleri

Teknik sistem, bir amaç doğrultusunda şekillenen görevleri yerine getirme kabiliyetine sahip teknik elemanlar bütünü olarak tanımlanabilir. Teknik sistemden beklentiler temel dizayn özellikleri olarak tanımlanan parametrelerin yeterliliği doğrultusunda gerçekleşir. Bu özellikler dizayn karakteristiklerine bağlı olup tasarımcının direkt kontrolü altında sisteme adapte edilir. Genel olarak teknik bir sistemin içermesi gereken özellikleri 11 ana başlık altında toplamak mümkündür. Bu ana başlıklar ve içerdiği alt maddeler aşağıda gösterilmektedir.

Görev ve Etki Özelliği

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

Karakteristik Özellikleri

- Güç
- Hız
- Temel Boyutlar
- Yük Kapasitesi

İşletme Özellikleri

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

Üretim Özellikleri

- Üretim İmkanları
- Montaj İmkanları
- Üretim Kalitesi

Dağıtım Özellikleri

- Taşıma İmkanları
- Depolama İmkanları
- Paketleme İmkanları

Üretim Planlama Özellikleri

- Arz Kapasitesi
- Üretim Miktarı

Tasfiye Özellikleri

- Geri Dönüşüm İmkanları
- Atık Kökenli Tehlikeler

Ergonomi

- İşletmeci Emniyeti
- İşletme Metotları
- İnsan Algı Faktörü

Estetik Özellikler

- Form
- Renk
- Dağılım ve Sıralama

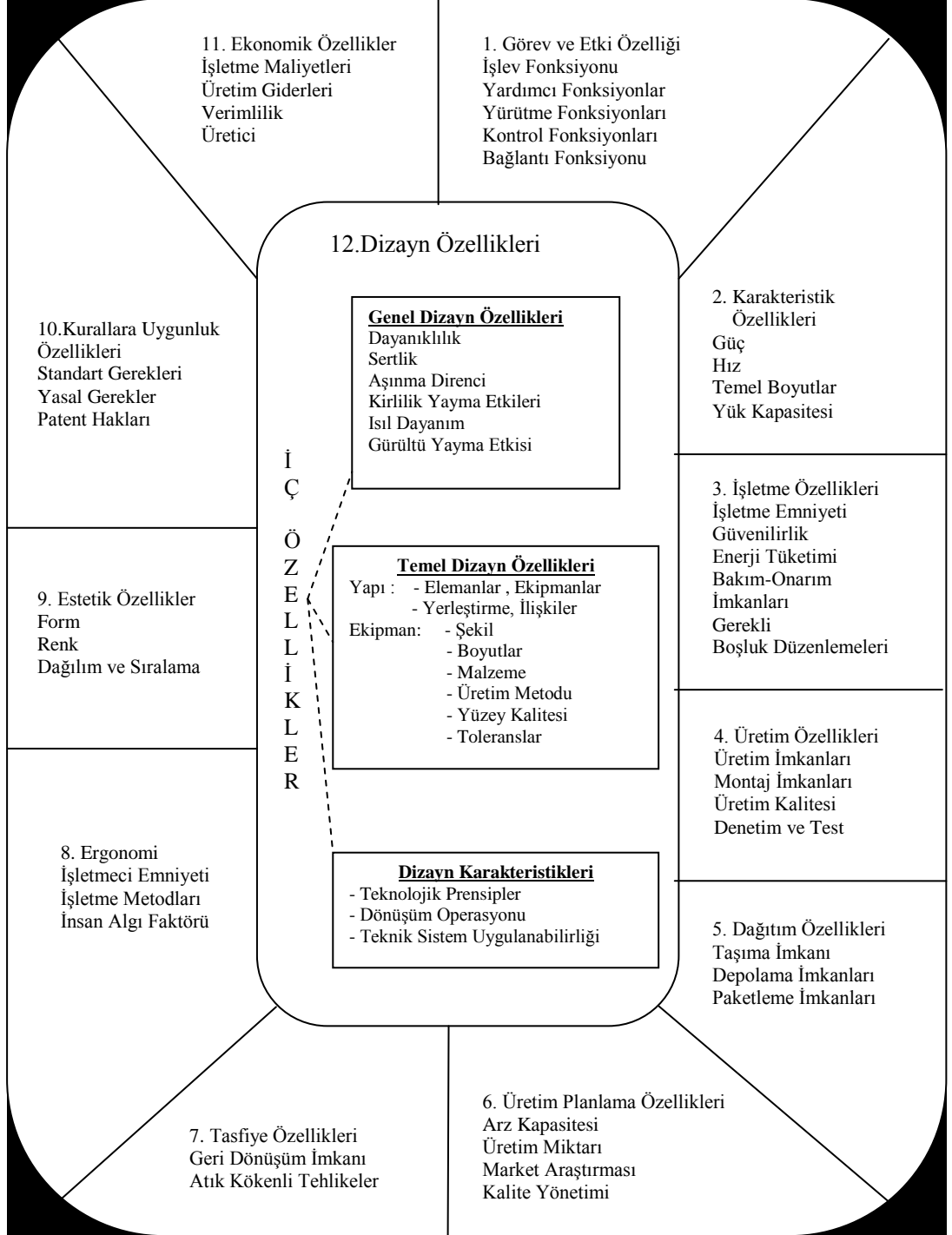
Kurallara Uygunluk Özellikleri

- Standart Gereklere
- Yasal Gereklere
- Patent Hakları

Ekonomik Özellikler

- İşletme Maliyetleri
- Üretim Giderleri
- Verimlilik
- Üretici Faaliyetleri

Şekil 2.3’de teknik sistem özellikleri arasındaki ilişkiler gösterilmektedir [9]. Teknik sistem özellikleri şeklin dış kısmında 11 ana başlık altında sıralanmıştır ve dış özellikler olarak tanımlanmaktadır. Bunlar iç özellikler tarafından şekillendirilip sürdürülmektedir. Dolayısı ile bir teknik sistemin özelliklerinin bütünlüğü yani sistem kalitesi, tasarım aşamasında yürütülen faaliyetler ile direkt olarak ilgilidir.



Şekil 2.3: Teknik Sistem Özellikleri Arasındaki İlişkiler

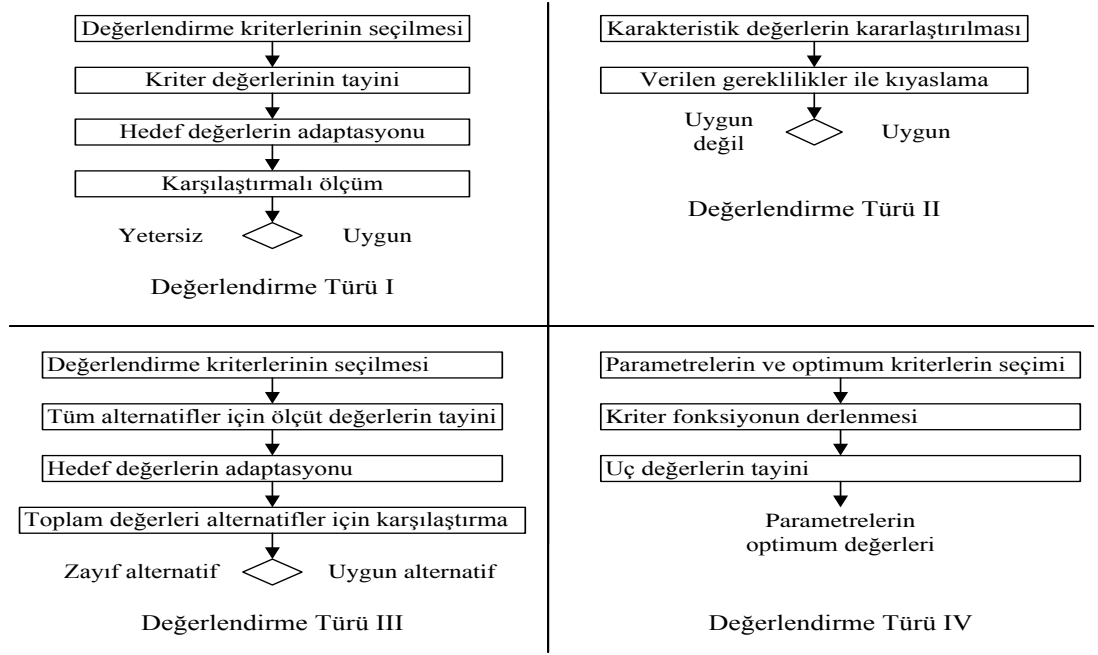
2.2.4 Teknik Sistem Kalite Yaklaşımı

Kalite; belirlenen şartlar altında ve belirlenen bir zaman süresi içinde istenilen fonksiyonları yerine getirebilme kabiliyetidir. Kalite sınırları devamlı genişleyen bir kavramdır. Teknoloji, değişen koşullar, ihtiyaçlar kaliteye değişik boyutlar getirmektedir. Kalite niteliği bakımından dinamik bir özellik taşımakta, tüketici ihtiyaçlarına paralel olarak gelişmekte ve değişmektedir. Veri toplamak suretiyle üretici, yeni teknikler ve yeni örgütlenme yolları geliştirerek aynı maliyetle daha yüksek kalitede üretmek ve tüketicinin kaliteye yönelik taleplerini yerine getirmek durumundadır. Uluslararası Standardizasyon Teşkilatı (ISO) tarafından belirlenen ISO 9000 serileri, teknik sistem özelliklerindeki bütünlüğü ve ürünün önceden belirlenmiş gereklilikleri yerine getirebilme yeteneğini kalite olarak tanımlamaktadır. Bu tanım kalite ile teknik sistem özellikleri arasındaki bağlantıya işaret etmektedir. Sistemin kalite değerlendirmesi üç farklı açıdan yapılabilir. Bunlar; dizayn kalitesi, üretim ve montaj kalitesi, servis ve kullanım kalitesidir.

Temel dizayn özelliklerinde ekipmanlar ve yapısal düzeyde sunulan kalite dizayn kalitesi olarak tanımlanır. Uygun koşullar altında üretimin son aşamalarında kalite faktörü kendini daha yoğun gösterir. Bu aşamadaki kalite ögesi, imalat ve montaj kalitesi olarak adlandırılır. Müşteri veya kullanıcı tarafından kendi çalışma aktiviteleri esnasında fark edilen kalite unsuru, servis ve kullanım kalitesi olarak adlandırılır. Bu noktada kullanıcı ve servis destekçilerinden (bakım-onarım faaliyetleri) kaynaklanan birçok kaza ve hata görülmektedir. Müşterilerin şimdiki ve gelecekteki ihtiyaçlarını anlamaya ve müşteri beklentilerini yerine getirmeye yönelik müşteri odaklı bir çalışma ile bu sorunlar çözülür. Dizayn kalitesi; müşteri istekleri, kullanıcı merkezli aktiviteler ve çevresel gereklilikler göz önünde bulundurulduğu takdirde daha da geliştirilebilir. Üretim organizasyonundan tasarım ve planlama uygun zamanlı ve doğru bir geri bilgi beslemesi ile üretim kalitesi geliştirilebilir. Teknik sistem gerekliliklerinin yerine getirilme yeteneğini arttırmak için tekrar edilen bu faaliyetlere sürekli iyileştirme denir.

Mevcut sistemlerin birtakım özellikleri ve başlangıçta dizayn gereksinimi olarak belirlenen değerlerin yakınlığının tespitine yönelik değerlendirme yöntemleri ile sistem kalitesi hakkında sonuçlara ulaşılır.

Planlama aşamasında değerlendirme ve karar verme işlemlerine yönelik yöntemlere ait akış diyagramları şekil 2.4'te gösterilmektedir.



Şekil 2.4: Değerlendirme Türleri

Tüm değerlendirme türleri bir kriter tayini ile başlarken, değerlendirme neticesinde uygunluk konusunda varılan bir sonuç ile noktalanmaktadır. Ancak bu sürecin yürütülmesinde yöntem farklılıkları söz konusudur. Dolayısı ile karşılaştırmalı ölçüm, kıyaslama, alternatif değerlerin karşılaştırılması, optimizasyon gibi yaklaşımlar neticesinde değerlendirme türleri şekillenmektedir.

2.3 DİZAYN İŞLEM SÜRECİ

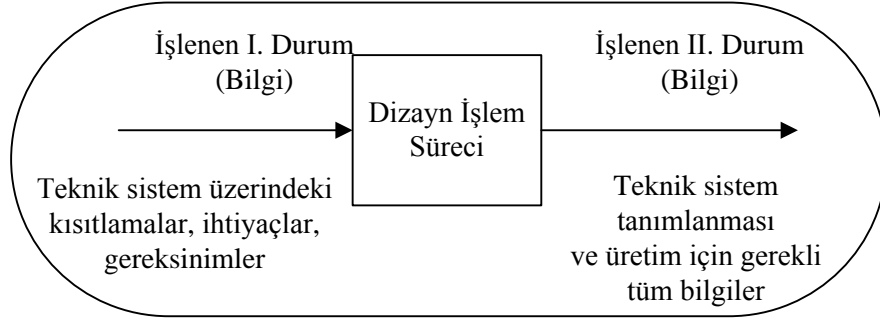
2.3.1 Dizayn İşlemi

Dizayn; bir takım kriterleri yerine getirerek tasarlanacak olan imalat için yapılan hazırlık çalışmalarıdır. Dizayn aşaması ürünleri; çeşitli hesaplamalar, raporlar, çizimler, simülasyonlar, deneyler olabilir. Dizaynın konusu ise; sistem elemanları, alt sistemler, sistemin belirli bir kısmı veya tüm sistem olarak belirlenebilir. Dizayn işlemi sürecinde amaç, mevcut koşullar altında en kısa zaman dilimi ve en düşük maliyetler ile kaliteli ürünler ortaya koymaktır. Ancak bazı durumlarda istekler doğrultusunda zaman ve maliyet önceliği yerini başka kriterlere bırakabilir.

Ayrıca müşteri istekleri, kullanılan yöntem, mevcut standartlar yürütülen dizayn çalışmaları üzerinde etkin rol oynamaktadır.

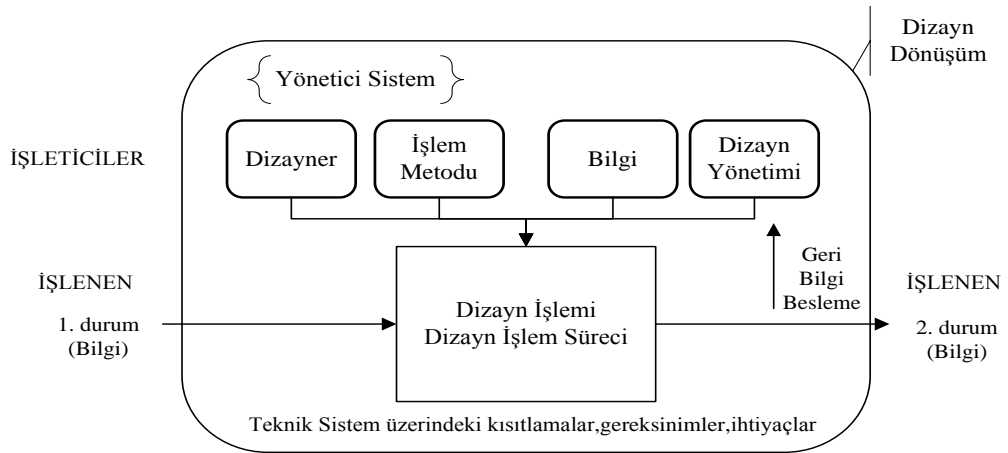
2.3.2 Dizayn İşlem Süreci Modeli

Dizayn işlem süreci, verilen problem koşulları için teknik sistem tanımını tam olarak karşılayacak dönüşümlerin gerçekleştirildiği süreçtir. Dizayn işlem süreci ve yönetici sistemler etkisi altında gerçekleşen dizayn işlem modeli şekil 2.5 ve şekil 2.6'da ifade edilmiştir. Dizayn işlem süreci dönüşümün gerçekleştiği birim yapıyı gösterirken, dizayn işlem modeli dönüşümün gerçekleşme sürecini etkileyen faktörleri göstermektedir [9].



Şekil 2.5: Dizayn İşlem Süreci

Dizayn işlem sürecinde şekillenen üretim kademesi için oluşturulan bilgi ve dokümanlar üretim hızı, ürün kalitesi, maliyetler gibi parametreler üzerinde büyük etki yüzdesine sahiptir. Ayrıca müşterinin ilave istekleri de değerlendirilerek bu kademede sisteme adapte edilmektedir.

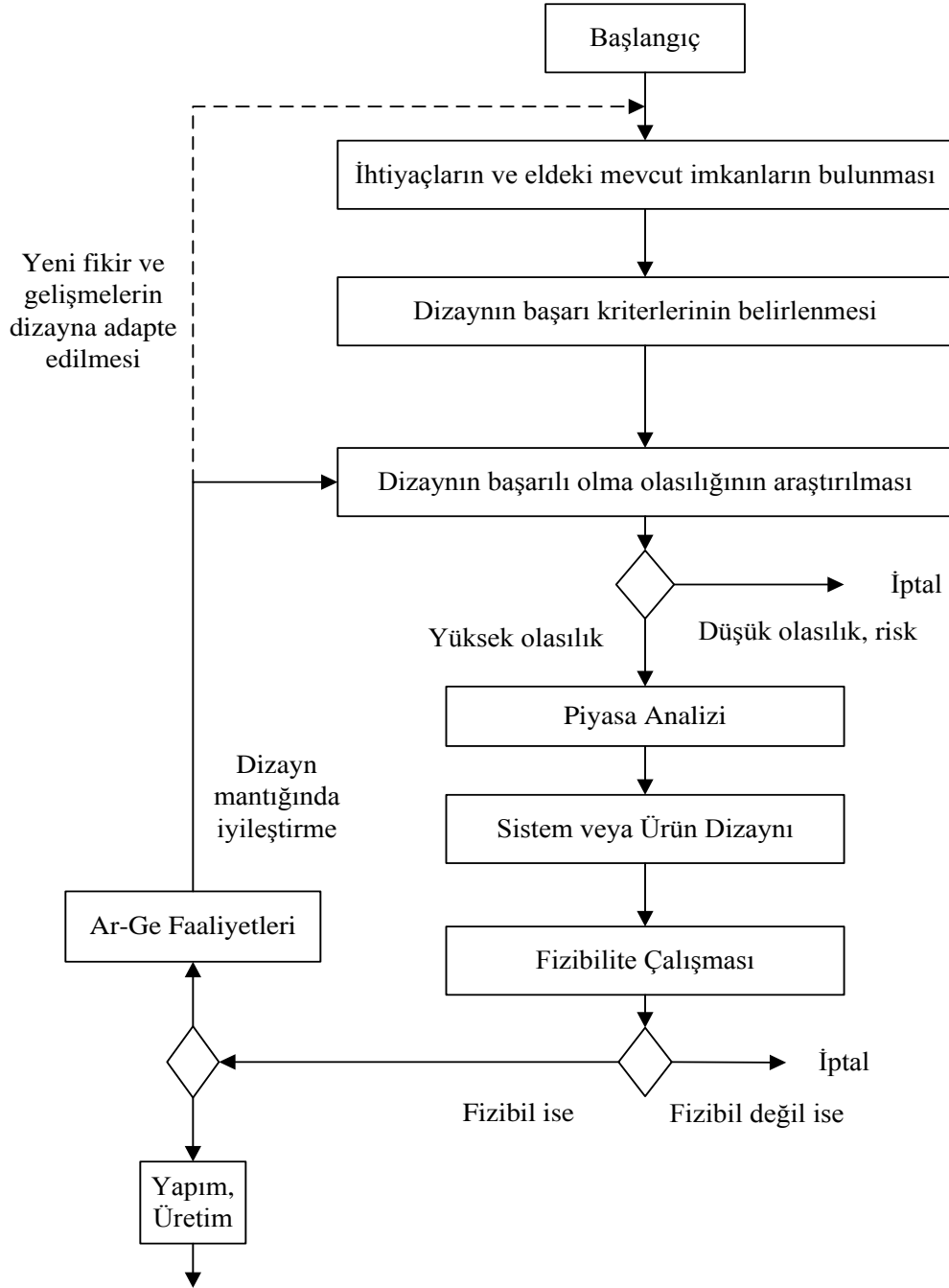


Şekil 2.6: Dizayn İşlem Modeli

Dizayn işlem sürecinde bir veya daha fazla tasarımcı tarafından yerine getirilen dizayn yönetimi faaliyetlerinin belirli bir sistematik içerisinde yürütülmesi gerekmektedir. Bu noktada sistematik bir plan ve değerlendirme yaklaşımı bu ihtiyaca cevap verecek bir yöntemdir.

2.3.3 Plan ve Değerlendirme Yaklaşımı

Mühendislik dizaynında plan ve değerlendirme işlemlerine ait yaklaşım kademelerini içeren sistematik yöntemin akış diyagramı aşağıdaki şekil 2.7’de ifade edilmiştir. Yaklaşım, ihtiyaçlara yönelik araştırmalar ve piyasa analizleri ile başlamakta ve fizibilite çalışmalarının ardından ürün dizaynı ve geliştirilmesi gibi teknik çalışmalar ile sonuçlanmaktadır [10].



Şekil 2.7: Plan ve Değerlendirme Yaklaşımı

2.4 SİSTEMATİK DİZAYN PROSEDÜRÜ MODELİ

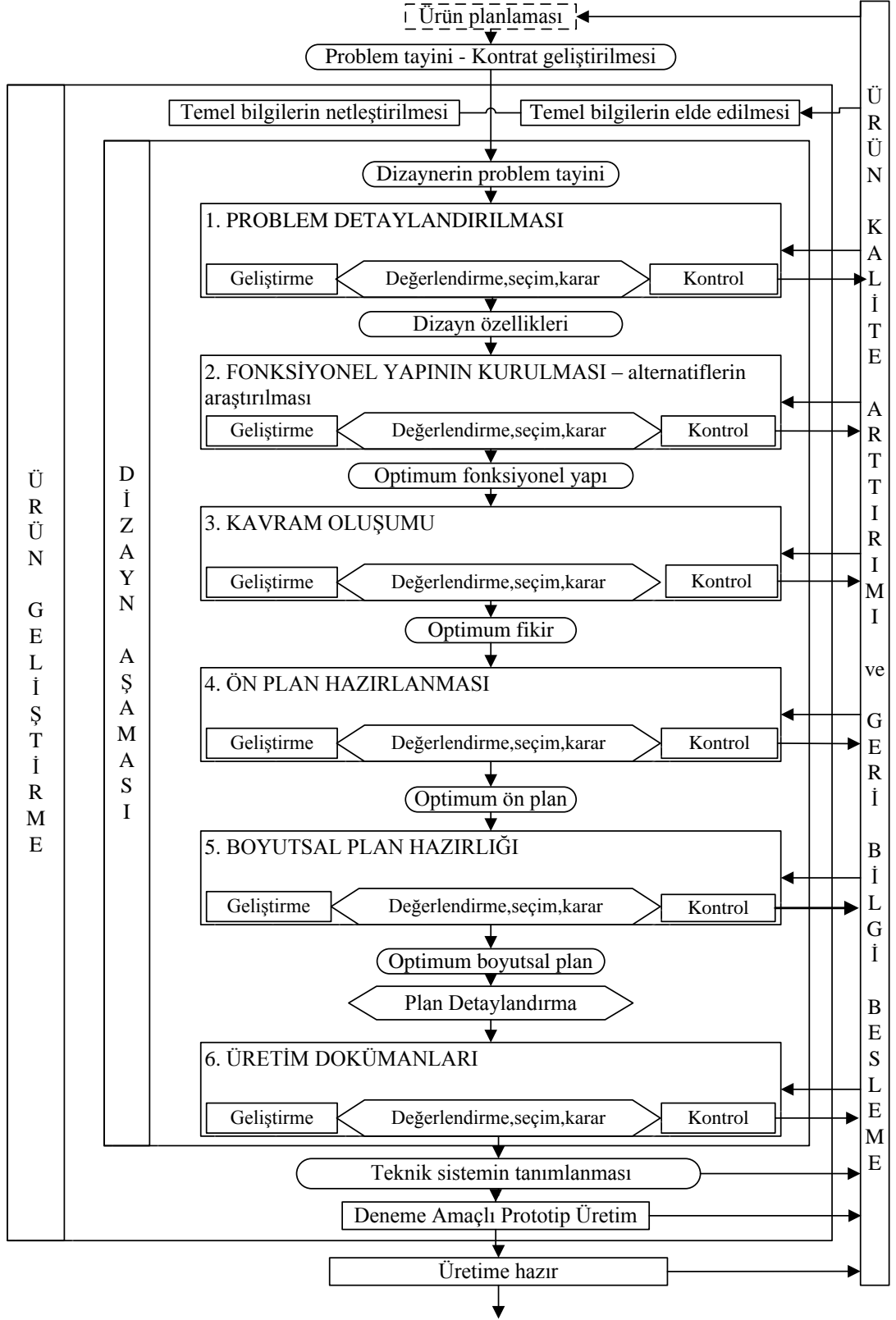
2.4.1 Modelin Amacı ve Yapılandırılması

Mühendislik dizaynında yürütülen aktiviteler ve dizayn operasyonları uygun bir metot yardımı ile kontrol altında tutulabilir. Dizayn aşaması işlemlerinin optimum çözüme en ekonomik yoldan ulaşabilecek şekilde yürütülmesine yönelik ve farklı türlerdeki ürünler için uygulanabilir nitelikteki modele sistematik dizayn prosedürü denir. Dizayn mühendisleri, teknik donanımlar, teknik bilgi, kontrol ve yönetim, çevresel koşullar gibi dizayn operatörleri dizayn işlem kalitesi, işlem süresi ve ekonomik değerler üzerinde büyük etki yüzdesine sahiptir.

Sistem karmaşıklığı arttıkça, teknik sistem özellikleri adı verilen sistem gereksinimleri ile temel dizayn özellikleri arasındaki ilişkilerin sağlanabilmesi için dizayn mühendislerinin ileri yöntemler kullanmaları gerekmektedir. Sistematik dizayn prosedürü bu yöndeki gereksinimlere cevap verecek genel bir yaklaşım olup yerine getirmesi gereken gereklilikler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Dizayn işlem süreci problem çözüm basamaklarının kolayca yürütülme imkanları sağlayacak şekilde yapılandırılmalıdır.
- Model, tüm faktörler açık bir şekilde ifade edilerek formüle edilmelidir.
- Dizayn biliminin diğer alanları ile irtibat kuracak şekilde açık bir yapıda olmalıdır.
- Farklı türlerdeki ürünlerin üretim aşamalarında uygulanabilecek bir yapıya sahip olmalıdır.
- Modelin uygulama alanı planlama, yönetim, organizasyon, bilgisayar destekli üretim, takım çalışması gibi aktiviteleri içermelidir.

Şekil 2.8’de sistematik dizayn prosedürüne ait model yapısı ile ilgili akış diyagramı gösterilmektedir [9]. Şekilde ürün planlaması ile başlayan ve üretim dokümanlarının hazırlanması ile sonuçlandırılan sistemin işlem basamakları sıralanmıştır. Her kademedeki kontrol, değerlendirme ve karar verme ile geliştirme işlemleri tekrarlanmaktadır. Bu çalışmalar ile ürün geliştirme işlemleri tüm süreç boyunca sürmektedir. Sistematik dizayn prosedürü modelinin içerdiği 3 temel süreç; dizayn aşaması, ürün geliştirme aşaması, ürün kalite artırma aşaması olarak sıralanabilir.



Şekil 2.8: Sistematik Dizayn Prosedürü

Bu tür bir sistematik yaklaşım ile karmaşıklık derecesi yüksek teknik sistemlerin tasarım işlemlerinin etkin bir şekilde yürütülebilmesi mümkündür.

2.4.2 Teknik Sistem Karmaşıklık Derecelerinin Sınıflandırılması

Karmaşık sistem; çok çeşitli ekipman ve iç bağlantılardan oluşan, tanımlanması ve tasarlanması zor etkileşimlere sahip olan çok fonksiyonlu sistemler bütünü olarak tanımlanabilir. Mühendislik sistemleri için yapılacak bir sınıflandırma ile bu sistemlerin sınırlarının çizilmesi sağlanır [11]. Karmaşıklık derecesi, sistem tanımlanması ve tasarlanması için gerek duyulan bilgi derinliğinin yanı sıra sistem elemanlarının sayısı ve fonksiyonel görevleri doğrultusundaki etkileşim seviyelerine bağlıdır [12]. Teknik sistemlerin karmaşıklık derecesine göre sınıflandırılması tablo 2.1’de ifade edilmiştir [13].

Tablo 2.1. Teknik Sistem Karmaşıklık Derecelerinin Sınıflandırılması

Karmaşıklık Derecesi	Teknik Sistem	Karakteristik
I (En Basit)	Eleman Parça	Montaj işlemi yapılmayan temel yapılar
II	Mekanizma Montaj Elemanları	Özel fonksiyonları karşılayan basit sistemler
III	Makine Teçhizat	Tanımlanan bir fonksiyonu yerine getiren sistemler
IV	Tesis Karmaşık Makine Sistemleri	Birden fazla fonksiyonu yerine getirmesi beklenen sistemler bütünü

2.4.3 Tesis Dizaynı

Tesisler için hazırlanan ana ve altyapı projeleri en yüksek dereceden karmaşıklık düzeyine sahip teknik sistemlerdir. Üretim tesisleri, enerji santralleri, kimyasal tesisleri, deniz yapıları gibi sistemler örnek olarak gösterilebilir. Diğer teknik sistemler ile karşılaştırıldığında tesisler çeşitli karakteristik özellikleri ile karşımıza çıkmaktadır. Dolayısı ile tesislerin kuruluş ve yerleşim aşamaları öncesi yürütülen tasarım çalışmalarının tesisin ekonomik ömrü üzerindeki etki faktörü yüksektir [14].

En karmaşık teknik sistemler arasında yer alan tesisler için aşağıdaki özellikler sıralanabilir.

- ✓ Teknik açıdan karmaşıktırlar.
- ✓ Maliyetleri yüksektir.
- ✓ Çeşitli türlerde alt teknik sistemler (mekanik, elektrik, kontrol) içerirler.
- ✓ Planlama ve tasarım aşamalarında alt sistem ve donanımları için üretim ve yerleşim dokümanları hazırlanır.
- ✓ Dönüşüm işleminde faydalanılan teknoloji ve yöntem, kalite referansı için kontrol unsurudur.

Çeşitli endüstri dalları için tasarlanmış farklı karmaşıklık düzeylerine sahip teknik sistem örnekleri tablo 2.2’de verilmiştir.

Tablo 2.2. Çeşitli Endüstrilerde Teknik Sistemlerin Kullanılması

İşletim Alanı	Teknik Sistem	
	Sistem Amacı	Sistem Örnekleri
Madencilik	Arama Sevk Hazırlama	Arama Ekipmanları Taşıyıcılar Paketleme Ekipmanları
Enerji Üretim Sektörü	Buhar üretimi Elektrik üretimi	Buhar kazanı donanımı Türbin Jeneratör ve sistemleri
Kimyasal Endüstrisi	Karbon işlenmesi Boya üretimi Patlayıcı madde üretimi	Basınçlı kaplar Devreler Damıtma sistemleri
Kağıt Endüstrisi	Kağıt üretimi	Üretim sistemi
Metal İşleri Endüstrisi	Talaşlı imalat Isıl işlemler Döküm işlemleri	Baskı makineleri İşleme makineleri
Yapı Endüstrisi	Petrol arama İnşaat çalışmaları Yol çalışmaları	Sondaj donanımı Üretim destek ekipmanları Bakım destek ekipmanları
Taşımacılık sektörü	Demiryolu taşımacılığı <u>Denizyolu taşımacılığı</u> Hava taşımacılığı	Tren ve lokomotif sistemleri <u>Gemiler</u> Uçak emniyet sistemleri

Bu çalışmada, denizyolu taşımacılığı sektöründe faaliyet gösteren gemilerin, makine dairesi sistemleri teknik sistem tanımı çerçevesinde irdelenecektir.

3. GEMİ MAKİNE DAİRESİ SERVİS GEREKSİNİMLERİ

Karmaşıklık derecesi yüksek tesisler sınıfında yer alan gemi makine dairesi, aynı anda birçok gereksinimi yerine getirmesi beklenen alt sistemlerden oluşmaktadır. Bu yapının alt sistemleri ile işletmeci personel arasındaki etkileşimin optimum düzeyde gerçekleşmesi gerekmektedir. Bu noktada işletmeci personel yeterliliği, sistemlerin işletme koşullarında ortaya çıkan beklentilere cevap verme yeteneği ve bu iki kavram arasındaki arayüzlerin sağlanması gerekmektedir. Bu durum, planlama ve dizayn çalışmalarında kullanılacak yöntemler ile sağlanabilir. Tasarım çalışmalarında bu yöntemlerin etkin bir şekilde kullanılabilmesi için makine dairesi insan-sistem etkileşimlerinin tanımlanması gerekmektedir [15].

3.1 MAKİNE DAİRESİNİN TANIMLANMASI VE ETKİLEŞİMLER

3.1.1 Makine Mahalli Tanımı

Makine Mahalli; ana ve yardımcı yürütme makinelerini, yürütme ihtiyaçlarına hizmet veren kazanları ve tüm daimi yakıt depolarını içeren mahalleri sınırlayan, kalıp kaide hattından sınır hattına kadar uzanan ve en uçtaki ana su geçirmez enine perdeler arasındaki mahal olarak alınır. Farklı tip makine dairesi düzenlemeleri için idare makine mahallerinin sınırlarını tayin edebilir [16]. Ayrıca, geminin sevki için gerekli olan gücün üretimi için tasarlanmış ana ve yardımcı sistemler ve ilgili emniyet donanımlarını içeren bölüm makine dairesi olarak tanımlanabilir.

3.1.2 İnsan - Sistem Etkileşimi

İnsan-makine sistemi, belirli bir çalışma ortamı içinde bir veya daha fazla insanla, bir veya daha fazla makine arasında gerçekleştirilen etkileşimlerle istenilen üretimi yapan bir sistem olarak tanımlanabilir. İnsan-makine sistemleri, verilen girdileri arzu edilen çıktılara dönüştürmede kullanılan ve birbirleriyle karşılıklı olarak etkileşebilme özelliklerine sahip işleticiler ile bir veya daha çok sistemden oluşur.

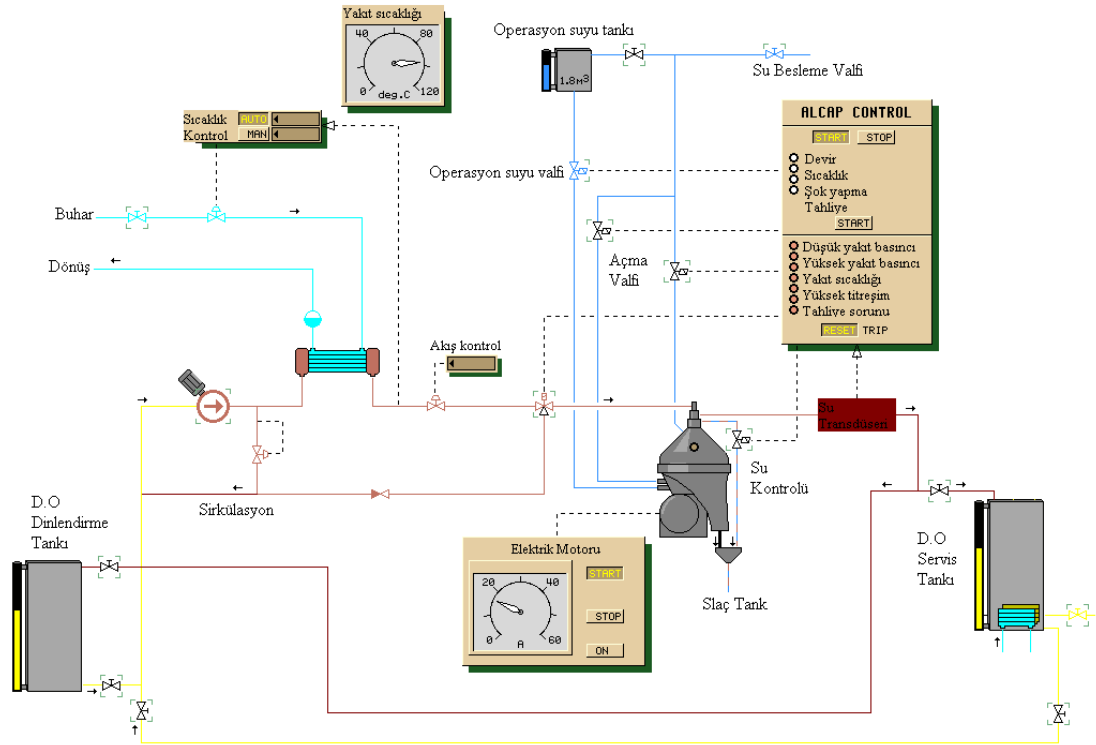
Bu tanımlamadan yola çıkılarak, gemi makine dairesi, geminin sevk ihtiyacı için gerekli gücü karşılamak için yapılandırılmış örnek bir insan-makine sistemi olarak ele alınabilir. Sistemin etkin bir şekilde işletilmesi için dikkate alınması gereken hususlardan en önemlileri aşağıda belirtilmiştir [17].

- ✓ Sistemin işletilmesi ile ilgili bilgiler çalışana doğru, eksiksiz ve en kolay yoldan iletilmeli, insan bilgileri alınırken ayrıca çaba sarf etmemelidir. Bu konuda gemideki sistem ve ekipmanlara ait mevcut bilgiler ve yazılı dokümanlar ile gemi işletmesi sahil yönetiminin teknik desteği büyük önem arz etmektedir.
- ✓ İnsanlar, göstergelerden yararlanarak edindiği bilgileri iyi değerlendirip uygun kararlar alabilecek durum ve konumda olmalıdır. Bunun ön koşulu, işe fizyolojik uygunluk, uygun psiko-sosyal ortam ve yeterli iş eğitimidir.
- ✓ Sistemler üzerindeki kontrol cihazları, insanların bunları en kolay ve rahat kullanabileceği şekil ve konumda olmalıdır.
- ✓ Sistem, ekonomik ömrünün sürdürülebilirliğini sağlayacak aktivitelerin işletmeci tarafından yerine getirebilmesi imkanlarını sağlayacak bir yapıya sahip olmalıdır.

Bir insan-makine sistemine, basit bir sistemin elemanının işletilmesi örnek teşkil edebileceği gibi, karmaşıklık düzeyi yüksek tesisler de birer insan-makine sistemi örneği olarak kabul edilebilir. Bir sistemin istenilen hedefleri gerçekleştirebilmesi, bir takım fonksiyonları yerine getirebilmesi ile mümkündür. Örneğin, gemi makine dairesinde yer alan yakıt ayrıştırma sistemi ele alınacak olur ise, bu insan-makine sisteminden aşağıdaki fonksiyonları yerine getirmesi beklenmektedir.

- Yakıtın ısıtıcıdan geçirilerek ayrıştırma için gerekli sıcaklık değerine ulaşılması
- Seperatörün devreye alınması ve operasyonun devamlılığı
- Yakıt besleme, karşı basınç ve yakıt sıcaklığı değerlerinin ayarlanması
- Su ve katı atık miktarlarının gözlenmesi
- Seperatörün periyodik olarak şoklanması
- Operasyon tankı su seviyesinin kontrolü ve tankın doldurulması
- D.O yakıt dinlendirme ve servis tanklarının seviyenin kontrolünün sağlanması

Yakıt ayrıştırma sistemi, şekil 3.1’de gösterilmektedir.



Şekil 3.1: Yakıt Seperatörü Devre Şeması

Bu fonksiyonların her biri ya bir insan ya da çeşitli insan-sistem kombinasyonları ile gerçekleştirilir. Bu gerçekleştirme süreci, genelde birbiri ardına gelen dört temel fonksiyon içerir. Bu fonksiyonlar yukarıda verilen örnek sistem olan yakıt ayrıştırma sistemi bileşenleri ve fonksiyonları çerçevesinde açıklanacaktır.

Algılama: Sistem elemanlarına ya da bireylere bilgi ulaşımını sağlayan olay, algılama fonksiyonudur. Algılama fonksiyonu ile, algılanan bilgilerin bir bölümü sistem dışındaki kaynaklarda üretilmektedir. Örneğin, yakıt servis tankı seviyesinin azaldığına yönelik seviye göstergeleri veya alarmlar yakıt ayrıştırma sistemine dışarıdan bilgi ulaştırır kaynaklardır. Bununla birlikte, bazı bilgiler sistemin kendisi tarafından üretilir. Geri besleme veya bellekte tutulacak bilgiler, bu türden bilgilerdir.

Birey düzeyindeki algılama, duyu organlarının çeşitli şekillerde uyarılması sonucu gerçekleşen algılamadır. Bu anlamda göz, kulak, burun, dil ve deri hepsi birer algılama merkezleridir. Makine düzeyinde algılama ise sensörler, elektronik, mekanik veya hidrolik olarak çalışan algılama cihazlarıdır. Bazı durumlarda bireysel algılama organları, bazı durumlarda da sensörler birbirine göre üstündürler.

Duyu organları çabuk uyum sağladıkları için özellikle değişken ortamlarda daha iyi algılama yaparlar. Çok sayıda tekrar gerektiren işlemlerde ise yorulmaya karşı duyarsız olmaları nedeniyle sensörler daha uygundur.

Bilgi Depolama: Bireysel düzeyde yapılan bilgi depolama, kişinin belleğinde gerçekleşir. Öğrenilen bilgiler gerekli olması halinde sonra kullanılmak üzere bellekte saklanır. Bellekte saklanan bilginin anımsanması bazen çok kısa sürede gerçekleşebileceği gibi oldukça uzun süreler de alabilir. Sistemlerde bilgi depolama için çeşitli mekanik, elektrik ya da elektronik cihazlardan yararlanılır.

Yakıt ayrıştırma sistemde tank seviyesi göstergeleri sistemlerde bilgi depolama örneği olarak değerlendirilirken, tank kapasitesine yönelik bilgi, transfer zamanı, yakıt sıcaklık değerinin takibi gibi kavramlar işletmeci belleğinde gerçekleşir.

Bilgi İşleme ve Karar Verme: Bilgi işleme, algılanan ve daha önce depolanmış bilgiler ile gerçekleştirilen çeşitli işlemlerdir. Bireysel düzeyde basit veya karmaşık olsun, her bilgi işleme etkinliği sonucunda bir karar verilir. Bu kararlar bilgi girişine karşın verilen tepkilerdir. Örnek sistemde yakıtın ısıtıcıda ve dinlendirme tankı arasındaki sirkülasyonu süresine ve seperatöre giriş zamanına karar verme bu duruma örnek olarak gösterilebilir.

Eylem: Verilen kararın uygulamaya konulması işlemidir. Eylem, fiziksel, bilgi akışı yada ikisinin bir arada olabileceği bir etkinlik şeklinde olabilir. Örnek sistemimizde seperatör yakıt giriş valfinin açılarak yakıt girişinin sağlanması fiziksel bir eylem iken, seperatör kontrol panelindeki dijital göstergeden işlemlerin takibi bilgi akışı, yakıt çıkış basıncının seperatör üzerindeki göstergeden okunması fiziksel olaya ait bilgi akışını gösteren hem fiziksel hem de bilgi akışı şeklinde görülen bir eylemdir.

İnsan-sistem etkileşimi çerçevesinde gerçekleşen tüm bu fonksiyonların tam olarak yerine getirilebilmesi işletmeci personel yeterliliğinin yanı sıra sistemin işletmeciler için sağladığı çalışma ortamı şartlarına bağlıdır. Bu durum sistemin ve işletmecilerin yüksek performans göstereceği bir insan-makine sistemi kurulması ile sağlanabilir.

3.1.3 Dizayner ve İşletmeci İlişkisi

İdeal olarak dizayn işlemi sistemi işletecek olan işletmecilerin katılımını da kapsayacak şekilde yani kullanıcı merkezli yapılmalıdır. Kullanıcı bazlı bilgi girişi çok değerli olup, sistem tasarım ve üretim kademelerinde kullanılmalıdır.

Bu tür bir bilgi akışı, işletme koşulları altındaki benzer sistemlerin kullanıcıları yardımı ile elde edilen veriler ile sağlanır. Bu veriler aynı zamanda tasarımcının referans aldığı kurallar, kodlar ve standartlar üzerinde etkiye sahip olabilir. Bu durum bu tür dokümanların elemanlar düzeyinde değil sistem düzeyinde hazırlanmalarını gerektirir. Bu noktada standartların daha çok boyutlar, malzeme, karakteristikler konusunda ve sistem elemanları düzeyinde hazırlandığı görülmektedir. Sistem bazlı düşünce, en uygun çözümlerin yakalanması ve sistem için önemli gerekliliklerin sağlanması yönünde büyük avantajlar sağlayacaktır. İşletme koşullarının ve gereksinimlerinin tanımlanmasında daha açık bir yaklaşım kullanılması insan faktörü ögesinin sistemlere adaptasyonunu daha kolay hale getirecektir [19].

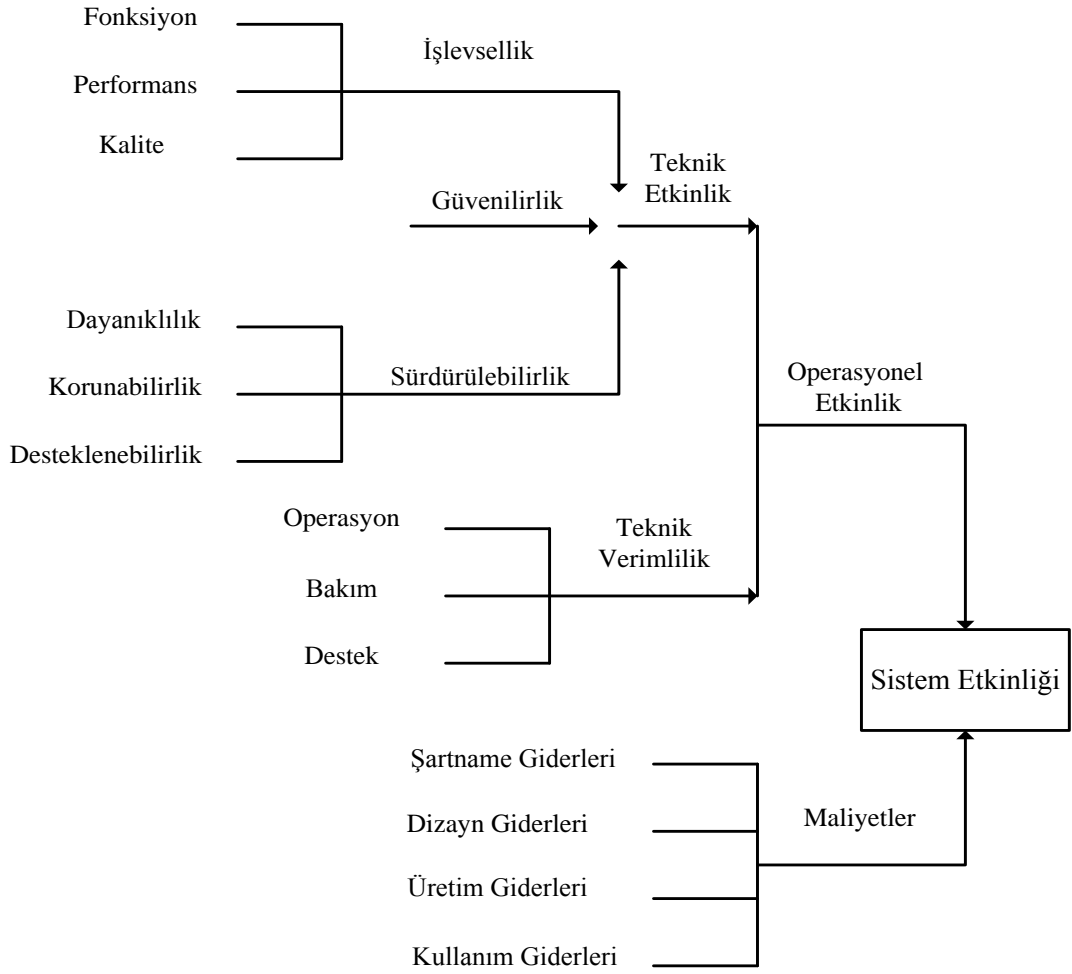
3.2 İŞLETME KOŞULLARINDA SİSTEMLERDEN BEKLENTİLER

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 personeli yanı sıra yapısal özelliklere de bağlıdır. Performans faktörü işletmecisi personelin yeterli bilgi düzeyi, tecrübe ve işletme yönetimi gibi unsurların yanı sıra, sistemlerin normal çalışma koşulları ve acil durum koşulları altında gösterdikleri yeterlilik ile değişmektedir.

3.2.1 Normal Çalışma Koşulları İçin Gereksinimler

Normal çalışma ve yaşam koşulu, geminin bir bütün olarak, dizayn edilmiş rahat yaşama koşullarında olduğu kadar, makineleri, hizmetleri, geminin yürütülmesini sağlayan vasıta ve yardımcılarını, manevra yeteneği, güvenli seyir, yangın ve yara alma güvenliği iç ve dış haberleşme ve işaretleri, kaçış yolları ve acil durum filika vinçleri ile çalışma düzeninde normal işlerliğini yerine getirdiği koşuldur [16].

İşletme koşulları altında, sistem uygunluğunun tamamı ile sağlanabilmesi, birbiri ile iç bağlantılı özel fonksiyonların yerine getirilmesiyle mümkündür. Bu durum sistem tasarımı ile doğrudan bağlantılı olan teknik etkinlik kavramı ve sistem işletilmesi sırasında yürütülen çalışmaların etkin şekilde yürütülmesi ile sağlanabilir. Sistem etkinliği ile ilgili iç bağlantılar şekil 3.2’de gösterilmiştir [20].



Şekil 3.2: Sistem Etkinliği

Bu şartlar altında sağlanacak teknik etkinlik ve işletmeci personel tarafından sağlanacak teknik verimlilik, operasyonel etkinliğin artmasını sağlayacaktır. Bu durum genel sistem etkinliği üzerinde olumlu etkiler yaratacaktır. Ancak bu hizmetlerin yürütülmesi sırasında ortaya çıkan maliyetlerin karşılanması gerekmektedir. Dolayısı ile sistemlerin aşağıda sıralanan gereksinimleri karşılayacak şekilde tasarlanması gerekmektedir.

- Güvenirlik
- Bakım-onarım imkanlarına elverişlilik
- Birlikte işlerlik
- Uyumluluk
- İnsan faktörü gerekleri
- Güvenlik

- İşgücünü destekleme
- Entegrasyon
- Enerji verimliliği
- Bütünlük

Bu noktada; sistemlerde operasyonel etkinliğin sağlanabilmesi için, işletmeci personel kadar sistemlerinde birtakım yapısal gereklilikleri yerine getirmesi gerekmektedir. Bu gerekliliklerden biri de güvenilirlik kavramı olup, sürdürülebilirlik ve işlevsellik fonksiyonları ile birlikte teknik etkinlik derecesinin tayinini sağlamaktadır.

Güvenilirlik; bir sistemin veya bileşenin, belirlenen şartlar altında ve belirli bir zaman sürecinde, istenilen fonksiyonları yerine getirebilme kabiliyetidir. Güvenirlik terimi, aynı zamanda başarı ihtimalini veya başarı oranını gösteren güvenilirlik özelliği olarak da kullanılır ve aşağıdaki gibi tarif edilir [34].

$$R(t) = \Pr(T \geq t \mid c_1, c_2, \dots, c_n) \quad (3.1)$$

t : Belirli bir zaman dilimi veya çevrim

T : Hata zamanı veya birim hata çevrimi

$R(t)$: Bir sistemin veya bileşenlerinin güvenilirliği

c_1, c_2, \dots, c_n : Belirlenen çalışma şartları, çevresel koşullara ait parametrelerdir, pratikte bunlar dolaylı olarak düşünülmektedir ve formül şöyle indirgenebilir;

$$R(t) = \Pr(T \geq t) \quad (3.2)$$

Rasgele T değişkeninin olasılık yoğunluk fonksiyonu $f(t)$ ile ifade edildiğinde, birimin hata olasılığı bir zaman fonksiyonu olarak şöyle tanımlanır;

$$\Pr(T \leq t) = \int_0^t f(\theta) d\theta = F(t) \quad , t \geq 0 \quad (3.3)$$

$F(t)$, birimin t zamanına kadar bazı başarısızlıklarının olasılığını ifade etmektedir. Denklem (3.2)'e göre yukarıdaki denklem (3.3) birimin güvenilmezliğidir. Bu sebepten $F(t)$ (hata zamanı kümülatif dağılım fonksiyonu), “güvenilmezlik fonksiyonu” olarak isimlendirilir.

Tersi olarak güvenilirlik fonksiyonu (sürdürülebilirlik fonksiyonu) tanımlanır ise;

$$R(t) = 1 - F(t) = \int_t^{\infty} f(\tau) d\tau \quad (3.4)$$

3.2.2 Acil Durum Koşulları İçin Gereksinimler

Acil durum koşulu, ana elektrik güç kaynağı arızası yüzünden normal çalışma ve yaşam koşulu için gerekli hiçbir hizmetin çalışma düzeninde olmadığı koşuldur. Bu gibi durumlarda geminin aşağıdaki şartlar için gerekli imkanları işletmeciler için yerine getirmesi gerekmektedir [16].

Gemilerde karşılaşılan acil durum vakaları ile mücadelede önceden hazırlıklı olmak için, personel bilgi ve tecrübesinin yanı sıra, sistemlerin de bu şartlardan doğan gereksinimleri yerine getirecek şekilde tasarlanması gerekmektedir. Gemilerde karşılaşılan yangın, gemiyi terk, yağ-yakıt kaçağı ve geminin kararması gibi acil durumlar için gemi makine dairesi sistemlerinden beklentiler aşağıda sıralanmıştır.

- ✓ Yangın ile mücadele
 - Yangın pompasının kolay ulaşılabilir ve çalıştırılabilir olması
 - Acil durum yangın pompasının uygun şekilde konumlandırılması
 - Uzaktan kontrol donanımlarının kolay kullanılabilir şekilde yerleşimi
- ✓ Gemiyi terk işlemleri
 - Acil durum kaçış yollarının uygunluğu
 - Alternatif çözümler için imkanlar yaratılması
 - İşaret ve renk kodlarının uygunluğu
- ✓ Yağ-yakıt kaçağı
 - Devre üzerindeki acil durum start/stop kontrol noktalarının uygunluğu
 - Yakıt alım istasyonunun uygun konumlandırılması
 - İletişim imkanlarının uygunluğu
- ✓ Geminin kararması durumu
 - Acil durum jeneratörünün otomatik veya el kontrollü devreye alma imkanları
 - Acil durum jeneratörü panelinden beslenen ekipmanların seçimi
 - Elektrik üretim sisteminin kısa sürede tekrar devreye alma imkanları

İşletmeci personel gereksinimlerinin farklı koşullar altında sistemler tarafından yerine getirilmesi ilgili birtakım kurallar ve standartlar ile sağlanmaya çalışılmıştır.

3.3 İLGİLİ KURALLAR VE STANDARTLAR

Yukarıda açıklanan gerekliliklerin sistemlere adaptesi için genellikle ekipmanlar düzeyinde olmak üzere için birtakım kurallar ve standartlar geliştirilmiştir. Bu kısımda makine dairesi tasarımına yönelik zorunlu kurallar ve standartlar incelenecektir.

3.3.1 Klaslama Standartları

Klas kuruluşlarının ana amaçları, denizde güvenlik ve deniz çevresinin korunmasının sağlanabilmesi için gemilerde klaslama (sınıflandırma) hizmetlerini tarafsız denetleyicilik statüsünde sürdürebilmektir. Bu hizmet gemiler için bir klaslama standardı belirlenmesi, bu standardın gemi inşa işletmesi tarafından uygulanması ve klas kuruluşunun tarafsız denetimini bu standartları esas alarak gerçekleştirmesi aşamalarını içermektedir. Gemi siparişini veren kimsenin yapılacak olan iş ve kullanılacak malzemeye ilişkin olarak klaslama standardının üstünde özel talepleri olur ise, bunlar tersane ve müşteri arasındaki sözleşme çerçevesinde yine klas kuruluşunun denetiminde gerçekleştirilecektir [21].

Klaslama hizmeti, geminin teknesi, makinesi, boru ve elektrik devreleri projelerinin gemiye klas verecek kuruluşun kurallarına göre kontrolü ve onaylanması ile bunların malzemelerinin imalat aşamasındaki kontrolü ile başlar, tersanede onaylı projelere göre her aşamada kontrol edilmesi, test ve deneylere gözlemcilik yapılarak, insanın kurallara uygun gerçekleşmesini takriben kurallarda öngörülen ve armatörce talep edilen klas notasyonlarını kapsayan sertifikaların verilmesi gibi işlemlerin tümünü içerir [22].

Onay için sunulacak resim ve dokümanlar klas kurallarına, ilgili uluslararası kurallara ve genel mühendislik prensiplerine uygun olarak hazırlanmakta ve inşaatın başlamasından yeteri kadar önce kontrol edilmek üzere klas kuruluşuna verilmelidir. Verilen resim ve dokümanlar, ilgili klas kuruluşunun yapım kurallarına olan uygunluklarının kontrol edilebilmesi için gerekli bilgileri içermelidir. Gerektiğinde klas kuruluşu, daha fazla bilgi ve ayrıntı isteme hakkına sahiptir.

Onay kapsamında olan resim ve dokümanlar klas kuruluşu tarafından kontrol edilerek, bir kopyası onaylanmış olarak geri gönderilmektedir. Onaylı resimlerde yapılması istenilen herhangi bir değişiklik isteği, işe başlanılmadan önce klas kuruluşu tarafından onaylanmalıdır. İnşa edilecek gemilere ait resim onaylanacak makine dairesi ile ilgili resim ve dokümanların listesi aşağıdaki gibi sıralanabilir [23].

Genel

- ✓ Makine dairesi yerleştirmesi
- ✓ Ana makine, jeneratör ve kompresör yerleşimi
- ✓ Egzost kazanı yerleşimi
- ✓ Klas yedekleri yerleştirme planı

Şaft, Dişli Donanımı, Pervane

- ✓ Şaft donanımı genel yerleştirme planı
- ✓ Ara şaft detayları
- ✓ Pervane şaftı detayları
- ✓ Stern tüp detayları
- ✓ Pervane
- ✓ Stern tüp yağlama yağı sistemi
- ✓ Şaft yatakları
- ✓ Burulma titreşim hesapları
- ✓ Şaft layn hesapları
- ✓ Dümen-pervane montaj ve detay resimleri
- ✓ Yan iticiler montaj ve detay resimleri
- ✓ Stabilizör montaj ve yerleştirme resimleri
- ✓ Hidrolik sistem diyagramı (genel)
- ✓ Pnömatik sistem diyagramı (genel)

Boru Devreleri

- ✓ Buhar devresi
- ✓ Kazan besleme ve yoğuşum suyu devresi
- ✓ Yakıt transfer devresi
- ✓ Yakıt devresi
- ✓ Yağlama yağı devresi

- ✓ Deniz suyu soğutma devresi
- ✓ Tatlı su soğutma devresi
- ✓ Basınçlı hava devresi
- ✓ Egzost devresi
- ✓ Sintine devresi
- ✓ Balast devresi
- ✓ Isı ileten sıvı devresi
- ✓ Hava firar, iskandil ve taşıntı devreleri
- ✓ Sıhhi tesisat (tatlı su ve deniz suyu) devresi
- ✓ Pis su devresi
- ✓ İçme suyu devresi
- ✓ Uzaktan kumandalı valf boru devresi
- ✓ Hortum devreleri, metal olmayan kompensatörler
- ✓ Yağ ve yakıt tankları ani kapama valfları aranjmanı
- ✓ Isıtma kangalları
- ✓ Makine dairesi havalandırma sistemi
- ✓ Sintine suyu işleme ve depolama sistemi
- ✓ Dreyn planı
- ✓ Kinistin sandıkları iştirakleri ve bağlantı detayları
- ✓ Borda çıkış bağlantı detayları
- ✓ Su geçirmez perde geçişleri

Yangından Korunma, Yangın Söndürme

- ✓ Su ile yangın söndürme sistemi
- ✓ Seyyar ve taşınabilir yangın söndürme teçhizatı
- ✓ CO₂ ile yangın söndürme sistemi
- ✓ Köpüklü yangın söndürme sistemi
- ✓ Kuru tozla yangın söndürme sistemi
- ✓ Basınçlı su püskürtme sistemi
- ✓ Yangın algılama ve yangın alarm sistemleri
- ✓ Yangın emniyet planı
- ✓ Tehlikeli yük taşıma donanımı
- ✓ Yangın bölmeleri kablo ve boru geçişleri
- ✓ Kapatma ve durdurma düzenleri

Otomasyon

- ✓ AUT 1-M veya AUT 1-D soru tabloları
- ✓ Uzaktan kumanda devre şemaları
- ✓ İzleme sistemi genel yerleşim planı
- ✓ İzleme sistemi çalışma prensibi
- ✓ İzleme sistemi ölçüm noktaları listesi
- ✓ Otomasyon genel koşulları
- ✓ Çalıştırma talimatı
- ✓ Kazan izleme teçhizatı resimleri
- ✓ Tüm sisteme ait açıklamalar
- ✓ İskandil donanımı
- ✓ Uzaktan kumandalı valf yerleştirmesi
- ✓ Tank alarm ve taşma güvenlik sistemi
- ✓ Taşınan sıvı kargo ayrıntıları
- ✓ Kargo ve buharı ile temas eden malzeme bilgileri
- ✓ Havalandırma sistemi basınç kaybı hesabı
- ✓ Sıvılaştırılmış gaz sistemi
- ✓ Kargo ve balast tanklarının ve koferdamların gazsızlaştırma devresi

Elektrik : Güç Besleme Teçhizatı

- ✓ Elektrik üretim ve dağıtım teçhizatı (genel)
- ✓ Jeneratörler, kesintisiz güç kaynağı ünitesi
- ✓ Patlama tehlikeli mahaller ve teçhizatı
- ✓ Kısa devre hesapları (jeneratör kapasitesi > 500 kVA için)
- ✓ Elektrik yük balans hesabı
- ✓ Ana tablo
- ✓ Acil Durum panel tablo
- ✓ Ana dağıtım panelleri
- ✓ Soğutma sistemleri panel, izleme ve kontrol teçhizatı
- ✓ Ana kablo yolları
- ✓ Yüksek gerilim sistemleri kablo yolları
- ✓ Kablo planı ve listesi
- ✓ Ana tahrik sistemi

Elektrik : Manevra Teçhizatı

- ✓ Dümen makinesi ve kontrol sistemleri
- ✓ Şaft ve yanal pervane sistemleri
- ✓ Piç kontrollü pervane

Elektrik : Aydınlatma

- ✓ Aydınlatma projesi
- ✓ Acil durum aydınlatma projesi
- ✓ İlave acil durum aydınlatma projesi ve teçhizatı

Elektrik : Makine Kontrol Sistemleri

- ✓ Makine uzaktan kumanda sistemleri
- ✓ Makine izleme sistemleri
- ✓ Makine güvenlik sistemleri
- ✓ Arıza kayıt sistemleri
- ✓ Standby devreleri
- ✓ Devir düŐürücü sistem devreleri
- ✓ Ana ve yardımcı makinelerin start teçhizatı
- ✓ Ana tüketicisi ve tahrik teçhizatı devre kontrol sistemleri

Elektrik : Gemi Güvenlik Sistemleri

- ✓ Genel alarm sistemleri
- ✓ Zabitan alarm sistemi
- ✓ Seyir fenerleri, g c besleme ve izleme sistemleri
- ✓ Yangın alarm sistemi
- ✓ CO₂ / halon alarm sistemi
- ✓ Perde kapama ve gösterge sistemi
- ✓ Yangın kapıları kapama göstergeleri
- ✓ Tank seviye göstergeleri, alarmlar, ayırıcılar
- ✓ Gaz algılama sistemleri

Elektrik : Haberleşme Sistemleri

- ✓ Zabitan çağırma sistemi
- ✓ Genel haberleşme sistemi
- ✓ önemli dahili haberleşme sistemi

3.3.2 SOLAS Kuralları

Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO), denizcilik sektörü için pek çok kural oluşturup yürürlüğe koymuştur. Yükleme Hattı Protokolü (Load Line-1966), Uluslararası Denizde Can Güvenliği Sözleşmesi (SOLAS-1974), Denizlerin Gemiler Tarafından Kirletilmesinin Önlenmesine Ait Uluslararası Sözleşme (MARPOL) bunların en önemlileri arasındadır. Gemilere yönelik hazırlanan bu kuralların yapısal nitelikte olanlarının, gemilerin inşa aşamasında göz önünde bulundurulmaları gerekmektedir.

SOLAS-1974, IMO tarafından 1 Kasım 1974’de kabul edilerek, 25 Mayıs 1980’de yürürlüğe girdi. 1981, 1983 yıllarında değişiklikler yapılan ve halen yürürlükte olan sözleşme içinde, Ayrım II-1 / Bölüm C, Bölüm D, Bölüm E kısımlarında makine tesisleri için inşaat ve işletme gereklerine yönelik kurallar aşağıdaki gibi özetlenebilir [24].

Bölüm C – Makine Tesisleri

Kural 26 : Genel

Kural 27 : Makine

Kural 28 : Tornistan Olanakları

Kural 29 : Dümen Donanımları

Kural 30 : Elektrikli ve Elektrohidrolik Dümen Donanımına Ait Ek Gereker

Kural 31 : Makine Kontrolleri

Kural 32 : Buhar Kazanları ve Kazan Besleme Sistemleri

Kural 33 : Buhar Boru Devreleri

Kural 34 : Basınçlı Hava Sistemleri

Kural 35 : Makine Mahallerindeki Havalandırma Sistemleri

Kural 36 : Gürültüye Karşı Koruma

Kural 37 : Makine Mahalli İle Köprü Üstü Arasında Haberleşme

Kural 38 : Mühendis Alarmı

Kural 39 : Yolcu Gemilerinde Acil Durum Tesislerinin Yeri

Bölüm D – Elektrik Tesisleri

Kural 40 : Genel

Kural 41 : Ana Elektrik Güç Kaynağı ve Aydınlatma Sistemleri

Kural 42 : Yolcu Gemilerinde Acil Durum Elektrik Güç Kaynağı

Kural 43 : Yük Gemilerinde Acil Durum Elektrik Güç Kaynağı

Kural 44 : Acil Durum Jeneratör Grupları İçin İlk Hareket Düzenlemeleri

Kural 45 : Elektrik Kökenli Ani Yükleme, Yangın ve Diğer Tehlikelere Karşı Önlemler

Bölüm E – Periyodik Vardiya Tutulmayan Makine Mahalleri İçin Ek Gereklere

Kural 46 : Genel

Kural 47 : Yangına Karşı Önlemler

Kural 48 : Su Basmasına Karşı Koruma

Kural 49 : Ana Makinenin Köprü Üstünden Kontrolü

Kural 50 : Haberleşme

Kural 51 : Alarm Sistemi

Kural 52 : Güvenlik Sistemleri

Kural 53 : Makine, Kazan ve Elektrik Tesisleri İçin Özel Gereklere

Kural 54 : Yolcu Gemileri ile İlgili Özel Tutum

3.3.3 ISO Standartları

Uluslararası Standardizasyon Teşkilatı (ISO), gemi inşaatı ve deniz yapıları ile ilgili standartları dört ana başlık altında toplamıştır [25]. Planlama ve üretim aşamalarına yönelik standartlar aşağıda belirtilmiştir.

Gemi İnşaatı ve Deniz Yapıları (No: 47)

- ✓ 47.020 Gemi İnşaatı ve Deniz Yapıları - Genel
- ✓ 47.040 Açık Deniz Gemileri
- ✓ 47.060 İç Sularda Seyir Yapan Gemiler
- ✓ 47.080 Küçük ve Yüksek Hızlı Deniz Vasıtaları

Bu dört ana başlık incelendiğinde makine dairesi ile ilgili standartlar Gemi İnşaatı ve Deniz Yapıları – Genel bölümü altında yer almaktadır. Bu kısım petrol ve doğal gaz platformları haricindeki platformları ve deniz vasıtaları ile ilgili standartları içermektedir. Bu standartlar içerisinde gemi makine dairesi tasarım ve inşaa işlemleri ile doğrudan veya dolaylı bir şekilde ilgili olanlar aşağıda sıralanmıştır.

1. Genel Standartlar

- ✓ ISO 128-25:1999 Teknik çizimler
- ✓ ISO 1964:1987 Genel yerleşim aranjmanları
- ✓ ISO 2923:1996 Gemi bünyesinde gürültü düzeyinin ölçümü
- ✓ ISO 4867:1984 Gemi üzerinde titreşim ölçümü ve kaydı
- ✓ ISO 4868:1984 Gemi bünyesinde ve ekipmanlarda bölgesel titreşimler
- ✓ ISO 5572:1987 Gemilerde ekipman ve yapısal elemanlar
- ✓ ISO 7462:1985 Gemi boyutlandırma, bilgisayar uygulamaları
- ✓ ISO 8193:1984 Gemi sacı malzeme bilgileri
- ✓ ISO 10055:1996 Mekanik vibrasyon, vibrasyon test gereklilikleri
- ✓ ISO/TR 13298:1998 Gemiler ve deniz teknolojisi, terimler
- ✓ ISO/TR 14564:1995 Acil durum kaçış yollarının tespiti
- ✓ ISO 15016:2002 Hız ve güç performans tayini
- ✓ ISO 17631:2002 Yangınla mücadele planı ve can kurtarma araçları
- ✓ ISO 19018:2004 Seyir için terimler, kısaltmalar, grafik sembolleri

2. Gemi inşaatı için malzeme

- ✓ ISO 657-18:1980 Isıl işlem görmüş çelik saclar
- ✓ ISO 9083:2001 Dişli donanımlarına yönelik hesaplamalar
- ✓ ISO 21005:2004 Isıl işlemle monte edilmiş lumbuz ve kaporta camları

3. Gemi makineleri ve sevk sistemleri

- ✓ ISO 484-1:1981 Gemi pervanesi, üretim toleransları (çap :2.5 m.'den büyük)
- ✓ ISO 484-2:1981 Gemi pervanesi, üretim toleransları (çap :0.8-2.5 m.)
- ✓ ISO 3715:1978 Gemi pervanesi, ilgili terimler
- ✓ ISO 3715-1:2002 Gemi sevk sistemi, Pervane geometrisi
- ✓ ISO 3715-2:2001 Gemi sevk sistemi, değişken kanat açılı pervane
- ✓ ISO 18770:2005 Makine dairesi, tutuşabilir yağ sızıntısı önleme

4. Boru devreleri

- ✓ ISO/R 538:1967 Gemi devre yerleşim şemalarında kullanılan semboller
- ✓ ISO 5483:2003 Yağ ve su tanklarından dreyn imkanları
- ✓ ISO 5620-1:1992 İçme suyu tankı doldurma bağlantısı, genel gereklilikler
- ✓ ISO 5620-2:1992 İçme suyu tankı doldurma bağlantısı, elemanlar
- ✓ ISO 5621:1984 Sintine kuyuları genel dizayn karakteristikleri
- ✓ ISO 5625:1978 Su geçirmez perdelerde boru geçişleri
- ✓ ISO 8277:1988 Boru donatım işlemi - bilgi transferi
- ✓ ISO 14726-1:1999 Devreler için renk kodlarının belirlenmesi
- ✓ ISO 14726-2:2002 Devreler için renk kodlarının belirlenmesi
- ✓ ISO 15364:2000 Kargo tankları için basınç /vakum valfları
- ✓ ISO 15540:1999 Hortum donanımlarının yangına dayanıklılık test yöntemleri
- ✓ ISO 15748-1:2002 Gemilerde içme suyu karşılanması - plan ve dizayn
- ✓ ISO 15748-2:2002 Gemilerde içme suyu karşılanması - hesaplama yöntemi
- ✓ ISO 15749-1:2004 Atık su sistemleri - sistem dizaynı
- ✓ ISO 15749-2:2004 Atık su sistemleri - gravite sistemi için dreyn devreleri
- ✓ ISO 15749-3:2004 Atık su sistemleri - vakum sistemi için dreyn devreleri
- ✓ ISO 15749-4:2004 Atık su sistemleri - pis su sistemleri
- ✓ ISO 15749-5:2004 Atık su sistemleri - kargo, güverte ve havuz dreyn devreleri

5. Havalandırma, iklimlendirme ve ısıtma sistemleri

- ✓ ISO/R 644:1967 Havalandırma sistemi şemalarında kullanılan uluslararası semboller
- ✓ ISO 5797:2004 Yangına dayanıklı yapı elemanları
- ✓ ISO 7547:2002 Gemilerde yaşam mahalli iklimlendirme ve havalandırma
- ✓ ISO 8861:1998 Dizel makineli tesislerde havalandırma
- ✓ ISO 8862:1987 Gemilerde kontrol odası havalandırma ve iklimlendirme
- ✓ ISO 8864:1987 Köprüstü iklimlendirme ve havalandırma
- ✓ ISO 9099:1987 Gemilerde kumanyalıkların havalandırılması
- ✓ ISO 9785:2002 Yük mahallerinin havalandırılması
- ✓ ISO 9943:1991 Gemilerde mutfak ve yemekhanelerin havalandırılması

3.3.4 Diğer Standartlar

Bunların dışında; Kalite Yönetim Sistem Belgelendirmesi (ISO 9001:2000), İşçi Sağlığı Ve Güvenliği Sistemleri Belgelendirmesi (OHSAS 18001) ve Çevre Yönetim Sistemleri Belgelendirmesi (ISO 14001)' i bir arada kapsayan Entegre Yönetim Sistemleri tersane organizasyonlarının esas aldığı standartlar arasında yer almaktadır. Ayrıca Gemi Yöneticileri Birliği (ISMA) tarafından yürürlüğe konulan Gemi Yönetimi Standartları Kodu (ISMA-CSS Code) gereksinimleri de gemi inşa sanayinde sürdürülen üretim faaliyetleri sırasında göz önünde tutulması gereken standartlar arasındadır. ISMA tarafından geliştirilen CSS Standardı; IMO'nun yürürlüğe koyduğu ISM Kodu'nun gerekleri ile ISO 9000 Kalite Sistem Standardının kurallarını birleştirerek güvenlik ve kalite konusundaki gerekleri birlikte kapsayan ayrıntılı bir standarttır. Bu standartlar, Gemi Yönetimi Kalite Sistemi ve Gemiadamları Yönetimi Kalite Sistemi olarak iki alanda yürütülmektedir.

Ancak, çalışmanın bu bölümünde makine dairesi inşa aşamasına yönelik ve bu alanda yürütülen faaliyetleri ve sistem tasarımlarını direkt olarak etkileyen standartlar ele alındığı için bu standartlar için detaylı inceleme yapılmamıştır. Tersane organizasyonlarında ISO 9001:2000 standardı için detaylı açıklama ileriki bölümlerde yapılacaktır.

3.3.5 Tavsiye Niteliğindeki Kararlar

IMO bünyesinde görev yapan Deniz Güvenliği Komitesi (MSC), makine dairesinde emniyet ve verimliğe yönelik dizayn ve planlama aşamasında göz önünde bulundurulması gereken hususları vurgulamak amacıyla tavsiye niteliğinde kararlar almıştır. 1997 yılında, M.S.C. (834) sayılı genelge ile yayınlanan bu kararlar 5 ana başlıkta toplanabilir [26].

- ✓ Algılama Kolaylığı
- ✓ İş Güvenliği
- ✓ Ergonomi
- ✓ Planlama ve Dizayndan Kaynaklanan Risk Oranını Düşürme
- ✓ Hayatta Kalabilme

Tavsiye niteliği taşıyan bu kararların içeriği genel hatları ile aşağıdaki gibidir.

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

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

Ergonomi : Makine dairesi sistem ve ekipmanların insan performansı ve emniyet gereklerini arttıracak şekilde tasarlanması yönünde yapılan düzenlemelerdir. Makine dairesi kontrol ünitelerinin pozisyonları, alarmlar, yedek parça depolama merkezlerinin konumu, bakım-onarım imkanları için gerekli alanların sağlanması, bakım-onarım yapılan bölgelere iletişim cihazlarının montesi gibi düzenlemeler tavsiye edilmiştir.

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

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

4. İNŞA KÖKENLİ UYGUNSUZLUK ÖRNEKLERİ

4.1 UYGUNSUZLUK TANIMI ve KAPSAMI

Uygunsuzluk, belirlenmiş bir gereksinimin yerine getirilmediğini işaret eden ve nesnel kanıtın var olduğu karşılaşılan bir durumdur. Düzeltici Faaliyet, uygunsuzluğun belirlenmesinden sonra riskle karşılaşma oranını mümkün olduğunca azaltmaya ve belirtilen sapmaları düzeltmeye yönelik yürütülen çalışmalar olarak tanımlanabilir [27].

Bu çalışmada geminin inşa aşamasında yapılan ekipman veya sistemler düzeyindeki performansı etkileyen, risk yaratan, ekonomik kayıplar yaratan ve servis altındaki gemilerde ortaya çıkan hatalar inşa kökenli uygunsuzluk olarak tanımlanmıştır. Bu tür uygunsuzlukların elde edilebilmesi için çeşitli tespit yöntemleri kullanılmıştır.

4.2 TESPİT YÖNTEMLERİ

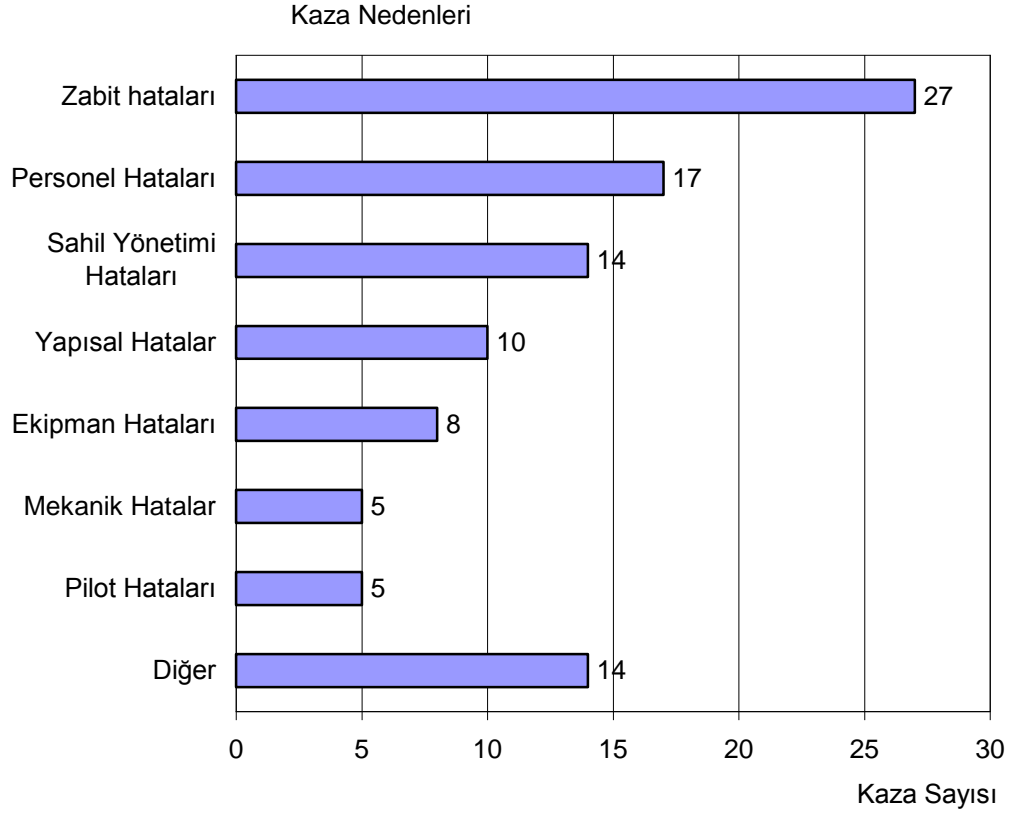
İnşa kökenli uygunsuzluklar tespit edilirken aşağıdaki kaynaklardan faydalanılmıştır;

- ✓ Kaza İstatistikleri
- ✓ Gemi-Şirket Yazışmaları
- ✓ Garanti Kapsamındaki Uygunsuzluklar
- ✓ Anket Çalışması

Çalışmaların kullanıcı merkezli verilere ulaşmayı hedeflemesi, bu kaynakların ortak özelliği olarak ifade edilebilir.

4.2.1 Kaza İstatistikleri

Son yıllarda alınan tüm önlemler, uygulanan kurallar ve denetimlere rağmen gemi kaza oranlarının düşürülememesi bu konunun farklı bakış açıları ile sorgulanmasını gerektirmiştir. Sigorta firmalarının deniz kazalarına yönelik yapmış olduğu araştırmalar neticesinde incelenebilir ve detaylı verilere sahip toplam 100 olay incelendiğinde ulaşılan sonuçlar şekil 4.1’de gösterilmektedir. [28].



Şekil 4.1: Kaza İstatistikleri

Veriler analiz edildiğinde kaza sebeplerinin %58 oranında insan hatalarından, % 23 oranında sistemler düzeyinde meydana gelen yapısal hatalardan kaynaklandığı tespit edilmiştir. Ancak, temel sebeplerin daha detaylı bir incelenmesi durumunda insan hata oranının içerisinde, sistemlerin uygunsuzluğundan kaynaklanan insan hataları da yer almaktadır. İnsan hataları; yönetim, işlemeci durumu, çalışma ortamı, bilgi, karar verme olmak üzere 5 bölüme ayrılabilir. Bu noktada çalışma ortamından kaynaklanan insan hataları temelinde aşağıdaki nedenler yer almaktadır [29].

- Yetersiz ekipman dizaynı
- Tehlikeli çalışma ortamı
- Bakım-onarım imkanlarının kısıtlılığı
- Çalışma alanları yetersiz fiziki şartları
- Kötü hava ve deniz şartları
- Çalışma ortamı dikkat dağıtıcı etkenleri

Dolayısı ile insan hataları içerisinde sistem tasarım ve yerleşiminden kaynaklanan uygunsuzlukların etkisi de vardır. Sistem karmaşıklık düzeyinin artması ile birlikte gerekli insan-makine etkileşimleri ile arayüzlerin sistemlere uygun şekilde entegre edilemediği ve bu eksikliklerden kaynaklanan insan hatalarının büyük oran teşkil ettiği saptanmıştır. Bu noktada insan hataları; gerçek insan hataları ve dizayn orijinli insan hataları olmak üzere ayrılabilir [30].

4.2.2 Gemi – Şirket Yazışmaları

Bu kısımda, bir denizcilik işletmesinin servis altındaki 4 gemisinden şirket sahil yönetimine bildirilen inşa kökenli uygunsuzluklardan ve sistemlerde rastlanan eksikliklere yönelik 20 adet rapordan faydalanılmıştır. Bu raporların incelenmesi ile elde edilen uygunsuzluklardan bir kısmı aşağıda sıralanmıştır.

- Ana makine yağlama yağı kulerinin bir tane ve büyük kapasiteli olması bakım işlemlerinde aşırı zaman kaybına, acil durumlarda ise yedeğinin olmaması sebebi ile tehlikeli durum oluşturmaktadır. Bu durum düşük kapasiteli ve küçük yapılı iki kuler düşünülerek giderilebilir. Bu değişiklik ile acil durumlarda belirli şartları sağlayarak tek kuler ile yola devam etme ve temizlik ve bakım işlemlerinin daha etkin yürütülme imkanları sağlanacaktır.
- Ana makine silindir yağlama tankı yağ çıkış devresinde flowmetre olmaması silindir yağı sarfiyatının net olarak ayarlanamamasına neden olmaktadır. Bu devre üzerine yerleştirilecek bir flowmetre ile daha hassas ayarlamalar yapılabilmesi mümkün olacaktır.
- Dizel jeneratör yağ seviye alarm donanımı jeneratörün ön tarafına monte edilmiş olması çok küçük ve anlık trim değişikliklerinde çok sık alarm çalmasına neden olmaktadır. Bu donanımın jeneratör üzerinde daha merkezi bir bölgeye konması bu problemi çözecektir.
- Dizel jeneratör ve ana makinenin soğutma suyu devrelerinin genişleme tankına iştirak devreleri üzerinde valf bulunmaması, devre söküleceği zamanlarda tankın tamamen boşaltılmasını gerektirmekte, zaman kaybına yol açmakta ve gereksiz yere su harcanmaktadır.
- Yakıt dinlendirme ve servis tankları arasındaki taşıntı iştirak devresi üzerinde çalpara çek valf olması gerekmektedir. Bu valfin eksikliği durumunda

dinlendirme tankından servis tankına ayrıştırılmamış yakıt geçişi olacak ve tankın ve sisteme gönderilen yakıtın kirlenmesine neden olacaktır.

- Yakıt dinlendirme ve servis tankları dip kısımlarına suyun toplanabileceği kuyular yapılması ve dreyn devresi alıcısının bu noktaya bağlanması gerekmektedir. Aksi halde yakıt içerisindeki suyun drenini tam olarak yapılamamakta ayrıca, dreyn işlemi esnasında bir miktar yakıt atık tankına gönderilmektedir.
- Acil durumlar için dinlendirme tankının servis tank olarak kullanılabilen şekilde gerekli işlemlerin yapılması gerekmektedir.
- F.O dinlendirme tankı ısıtma kangallarının kapasitesinin düşük olması tankın içindeki yakıtın geç ısınmasına neden olmaktadır. Bu durumda yetersiz yakıt sıcaklığı ile başlatılan seperasyon işlemi etkinliği azalmakta, seperatörün dışarı vermesi gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır.
- F.O otomatik temizlik filtre elemanlarının üç kademeli süzgeç olarak yapılması temizlik işleminde etkinliği azaltmaktadır. Bu sorun filtre elemanının iki kademeli seçilmesi ile giderilebilir.
- Dizel jeneratör ve liman kazanının D.O-F.O dönüşümlerinde sirkülasyon esnasında D.O Servis tankına bir miktar F.O karışmaktadır. Bu sorun geri dönüş devresi üzerine konulacak otomatik kontrollü bir valf donanımı ile çözülebilir.
- Acil durum jeneratörü servis tankı alçak ve yüksek seviye alarm değerleri arasındaki mesafenin çok az olması denizli havalarda gereksiz alarmlara neden olmaktadır. Alarm seviye değerleri daha toleranslı şekilde ayarlanabilir.
- Yağlama yağı pompalarının dikey tip olması aşırı titreşime ve rulmanların kısa sürelerde bozulmasına neden olmaktadır. Bu sorun yatay tip pompa tercih edilerek ile giderilebilir.
- Sintine tankının geminin sancak tarafına alınması, sintine seperatörünün alıcısının ve insineratör servis tankının dreyninin konumları dolayısıyla devre yerleşiminde kolaylık ve ekonomik seçim yapılmasını sağlayacaktır.
- Jeneratör dairesi sintine kuyusuna yüksek seviye alarmının konulması gerekmektedir. Bu eksiklik kaçakların erken teşhisini önleyecek ve taşıtıdan

kaynaklanan zararların geç müdahale nedeni ile önlenememesi sonucunu doğuracaktır.

- Sintine seperatörünün sintine tankından alıcı devresi üzerine deniz suyu iştiraki yapılmamıştır. Bu eksiklik devrenin hava yaptığı durumlarda akışın sağlanamaması sorununa yol açacaktır.
- Yağ ve yakıt seperatörlerinin slaç tanka bağlantısından önce bir ön slaç tankı yapılması gerekmektedir. Bu tank seperatörlerin dışarı verme miktarlarının, yakıt içindeki atık madde miktarlarının seperasyon kalitesinin tespiti açısından önemlidir.
- Kinistin filtrelerinden önceki otomatik kontrollü valflerin el kontrollü tip olarak değiştirilmesi gerekmektedir. Mevcut durumda otomatik kontrol sisteminin arızası halinde bu valfler için kontrol olanakları ortadan kalkacaktır. Bu devre üzerinde yapılacak bir bakım-tutum çalışmasının yürütülememesi veya oluşacak bir arızanın giderilememesi ciddi riskler yaratacaktır.
- Fan damperlerinin fanların start-stop durumlarına göre otomatik açılıp kapanması gereksinimi vardır. Bu durum çalışmayan fan devresinin diğer çalışan fanlar için kısa devre yapması ihtimalini ortadan kaldıracak, ayrıca, damperlerin tutma olasılıklarını azaltacaktır.
- İskele taraftaki komşu iki fan çalışma esnasında birbirini çığnemekte ve kısa sürede aşırı yükten trip atmaktadır. Fanların konum hatasından oluşan ve iki fanın birlikte çalışmasını önleyen bu durum fan montaj yerlerinin değiştirilmesi ile giderilebilir.
- Boru devrelerinde orjinal renk kodları ve akış yönlerini gösteren işaretlemelerin yapılması gerekmektedir. Ayrıca mevcut devre şemaları ile uyumlu sistem parça numaralarının elemanlar üzerinde olması gerekmektedir. Bu durum gemiye yeni katılan personelin makine dairesi sistemlerini tanıma periyodunu kısaltacak uyum sorunu önleyecektir.
- Basınçlı hava tüplerinin su dreynleri mümkün olduğu kadar tüpün dibine yakın yapılmalıdır. Gerekir ise deveboynu bağlantısı ile bu sorun çözülebilir.

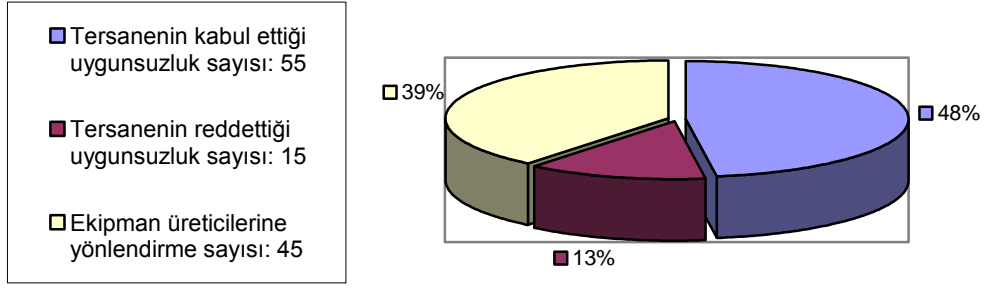
Bu sorunun çözümü ile su dreynleri esnasında aşırı hava kaybı önlenecek ve su dreyni daha etkin gerçekleştirilecektir.

- Kontrol odası monitöründe deniz suyu sıcaklığı, buzluk odaları sıcaklıkları gibi değerler için gösterge konulmamıştır. Bu değerlerin monitörden okunması işgücü ve zaman kayıplarını önleyecektir.
- Kıç itici pervanesinin hidrolik güç ünitesi yanlış yerleşim nedeni ile çalışma alanları sınırlı kalmıştır. Bu şartlar altında sistemin bakım-tutum işlemlerinin yürütülmesi çok güçtür. Bu sorun; sistemin pompa, valf, filtre gibi elemanlarının bakımları göz önünde bulundurularak çalışma alanının tam olarak belirlenip yerleştirilmesi ile çözülebilir.
- Yakıt valfları çabuk kapama sisteminin köprüstü kontrolü yavaş gerçekleşmektedir. Bu sistemin iletim hızı yavaş olup kontrol merkezinin değiştirilmesi veya farklı bir kontrol sistemine geçilmesi gerekmektedir.
- Ana makine veya karter havalandırma devresi üzerine yoğunlaşmaları yağ dreyn tankına döndürecek bir devre yapılması gerekmektedir.
- Deniz suyu devreleri üzerindeki küçük valf, ince devre bağlantıları, gösterge rekorları deniz suyuna dayanıklı malzemedan yapılmaması sonucu çok kısa sürede kullanılamaz hale gelmektedirler.

4.2.3 Garanti Kapsamındaki Uygunsuzluklar

Gemi inşa kontratında yer alan garanti kapsamında belirtilen süre ve şartlar doğrultusunda tersane, gemide üretim hatası sebebiyle oluşan hasarların giderilmesi konusunda sorumludur. Yeni gemi inşaatı yapan tersanelerin verdikleri tek servis hizmeti bu yönde yürütülen çalışmalardır. Garanti kapsamındaki uygunsuzluklar için tasarlanan tespit formu; uygunsuzluk tanımı, düzeltici faaliyetler, gerekli ilave donanımlar, kontrol ve kabul onayı gibi bölümleri içermektedir.

Bu bölümde, inşa aşaması tamamlanan ve bir denizcilik işletmesi tarafından işletilen bir gemiye ait gemide bulunan garanti kapsamındaki uygunsuzluk geri bildirimleri incelenmiştir. 17.12.2004 - 17.02.2005 tarihleri arasındaki 6 aylık periyotta tersaneye 115 adet uygunsuzluk bildirilmiştir [31]. Bu uygunsuzluklar tersanenin kabul veya reddetme oranları açısından incelendiğinde elde edilen sonuçlar şekil 4.2'de gösterilmektedir.



Şekil 4.2: Garanti Bildirimlerinin Analizi

Garanti kapsamında yer alan ve tersanenin kabul ettiği uygunsuzluklar içersinden seçilen uygunsuzluklar aşağıda sıralanmıştır.

- İklimlendirme sisteminde devre üzerinde bulunan basınç giderme valfi devresi çıkışı sistemin bulunduğu mahalle verilmiştir. Bu durum aynı bölgede bulunan fanların yaşam mahalline gönderdiği hava içinde soğutucu gaz emisyonu olmasına neden olacaktır. Sorun, basınç giderme devresi çıkışının atmosfere veya sistem üzerinde kompresör giriş tarafına verilmesi ile çözülebilecektir.
- Dümen ortaladığı halde dümen yekesinin 5 derece iskeleye yattığı görülmüştür. Bu sorun tersane periyodunda dümen rodu ile yeke arasındaki bağlantı kontrol edilerek çözülecektir.
- Balast tankları alıcı devreleri tank diplerinden ortalama olarak 50-60 mm yüksekte bırakılmıştır. Bu durum her tankta yaklaşık olarak 5 m^3 , tüm tanklar için hesaplandığında 60 m^3 balast suyu kalmasına neden olmaktadır. Balast devrelerinin alıcıları bir miktar uzatılarak sorun giderilebilir.
- Kontrol odasındaki monitöründeki tank değerleri ile hesaplama ile bulunan sonuçlar farklılık arz etmektedir. Ayrıca yakıt alımı, transfer gibi operasyonlar esnasında ekran donmakta ve tekrar işler hale getirilmesi zaman almaktadır.
- LT Kuler temizliği esnasında kapatılan deniz suyu valflerinin saatte yaklaşık 1 m^3 'lük bir kaçak olduğu tespit edilmiştir. Devre körülenip valfler

söküldüğünde kelebek valf için karbon-çelik alaşımlı malzeme kullanıldığı tespit edilmiştir. Ancak bu valflerin deniz suyuna dayanıklı alüminyum - bronz olması gerekirdi.

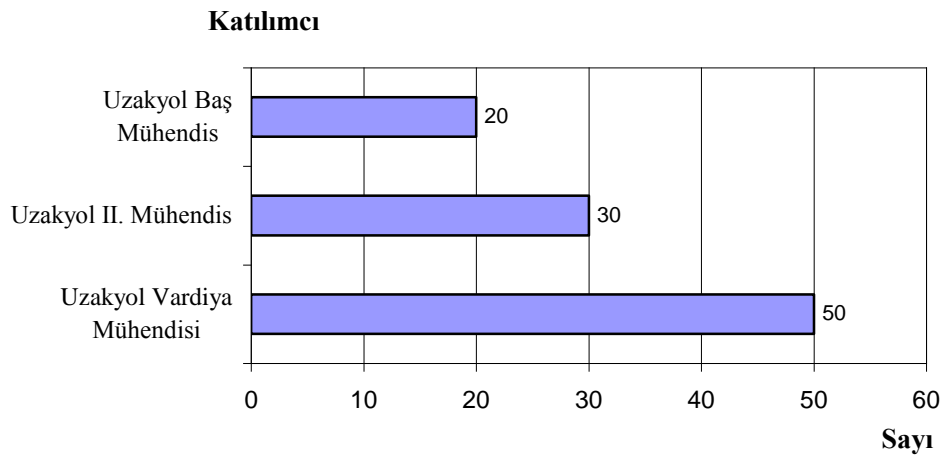
- Acil durum jeneratörü üzerine genişleme tankı su seviye sensörü yerleştirilmemiştir. Bu eksiklik jeneratörün çalışma esnasında kendini koruma fonksiyonunu önleyecektir.
- Elektrik panosu üzerinden beslenen monitör, gösterge gibi cihazlar için topraklama bağlantıları tamamlanmamıştır. Bu durum bu tür cihazlarda çözümü mümkün olmayan tahribatlara yol açmaktadır.
- İskele No 3 balast tankı alıcı devre ana balast devresine bağlanmamıştır. Liman periyodunda iskele tarafındaki tanklarda devrede oluşan hava nedeni ile balast operasyonu gerçekleştirilememiştir.
- Sancak-iskele merdivenleri limit anahtarları aşırı oksitlenme nedeni ile kullanılamaz hale gelmiştir. Bu sorunun sebebi yanlış montaj ve yetersiz izolasyon yapılması olarak tespit edilmiştir.
- Egzost gaz ekonomizer sirkülasyon pompası aşırı ses ve titreşim nedeni ile bakıma alınmıştır. Ancak pompa ve elektrik motoru arasındaki plastik kaplinin ilk yerleşim esnasında dönüş yönüne göre monte edilmediği anlaşılmıştır.
- İklimlendirme ünitesinde devre üzerindeki giriş filtresi üzerinden geçen devre nedeni ile sökülememektedir. Bu devrenin tersane tarafından tekrar modifiye edilmesi gerekmektedir.
- Dümen dairesinden kışüstüne açılan acil durum kaçış kapağı ağırlığı çok fazla olduğu için tek kişi tarafından güçlükle açılmaktadır. Kapak için alan yetersizliği nedeni ile karşı ağırlık veya yay sistemi ilave edilememiştir. Bu eksiklik acil durum koşulları için tehlike arz etmektedir.
- Ana makine ve kazan sistemleri için ısı bölgelerinin izolasyon eksikleri bulunmaktadır. Bu durum çalışan personel için çeşitli tehlikeler yaratmanın yanı sıra, ekonomik kayıplara yol açmakta ve makine dairesi sıcaklığını yüksek değerlere ulaştırmaktadır.

- D.O/F.O yön değiştirme valfi kontrol ünitesi hatası nedeni ile F.O'in D.O içerisine karışmasına neden olmuştur. Bu valfin bakımının yanı sıra ilave emniyet tedbiri olarak, yön değiştirme valfi ile iştirakli 2 adet valf D.O giriş ve geriş dönuş devrelerine konulmalıdır.
- Ana makine hava kuleri temizliği için yerinden alınması gerektiğinde kullanılabilircek kaldırma ve yardımcı sevk düzenekleri yapılmamıştır. Ayrıca bu alan birden fazla kişinin çalışmasına izin vermeyecek ölçülerdedir.

4.2.4 Anket Çalışması

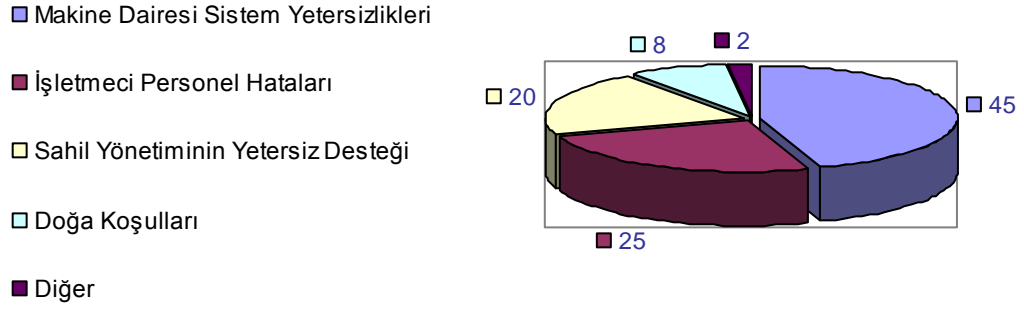
Ticari gemilerde işletmeci personel olarak istihdam edilen Gemi Makineleri İşletme Mühendisleri'nin servis altındaki gemilerde makine dairesinde karşılaştıkları inşa kökenli uygunsuzluklardan kaynaklanan sorunları tespit etmeye yönelik anket çalışması yapılmıştır. Anket çalışması ile gemi makine dairesinde farklı koşullar altında yaşanan vakaların farklı bakış açıları ile değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda ve kullanım kalitesi tanımlaması göz önünde bulundurularak, anket katılımcıları gemilerde çeşitli pozisyonlarda görev alan Gemi Makineleri İşletme Mühendisleri olarak seçilmiştir [32].

Anket çalışması 100 kişilik bir katılım ile tamamlanmıştır. Yeterlilik derecelerine göre katılımcı profili şekil 4.3'de sunulmuştur.



şekil 4.3: Anket Katılımcı Profili

Katılımcıların yanıtladığı anketlerden faydalanılarak makine dairesinde karşılaşılan problemlere yönelik temel nedenler ile ilgili birtakım sonuçlara ulaşılmıştır. Bu sonuçlara yönelik yüzdelerik dağılımı şekil 4.4'de sunulmuştur.



Şekil 4.4: Makine Dairesi Sorunlarının Temel Nedenlerinin Dağılımı

Anket çalışmasında elde edilen uygunsuzluk örneklerinden bir kısmı aşağıda listelenmiştir.

- Ana makine etrafındaki çalışma alanının sınırlı olması nedeni ile yürütülen bakım-onarım çalışmalarının etkinliği azalmakta, çalışma süreleri ve işgücü kayıpları artmaktadır. Bu durum özellikle liman periyotlarında zamanın yetersizliği nedeni ile bakım-tutum çalışmalarının eksiksiz yürütülmesini önlemekte ve personelde yorgunluğa sebep olmaktadır.
- Ana makine üzerindeki hidrolik kreynin arızalanması durumunda kullanılacak cayraskalların monte edileceği bir düzenek düşünülmemiştir. Bu tür bir durumda ana makine ile ilgili bakım-onarım faaliyetlerinin yürütülmesi imkansızdır.
- Ana makine üzerindeki gösterge muslukları açıldığı zaman çıkan duman ve alevler gösterge musluklarının devre yönlerinden dolayı personelin yüksek sıcaklık ve dumandan etkilenmesine yol açmaktadır.
- Ana makine yakıt devresi üzerindeki otomatik şoklu filtre düzeneği için bypass devresi düşünülmemiştir. Seyir esnasında şoklu filtre düzeneğinde meydana gelebilecek bir kontrol arızası veya filtre kirliliği ana makinenin yakıtının kesilmesini ve stop edilmesini gerektirmektedir.
- Yakıt tankları su dreynleri için ayrı bir ilk ayrıştırma tankı konulmaması sludge tankına aşırı su birikmesine yol açmaktadır. Bu tür bir tank suyun sintine tankına ağır atıkların sludge tankına toplanmasını sağlayacaktır.

- Tatlı su üretim sisteminde ejekter pompasının bordo çıkış valfinin pozisyonundan dolayı tatlı su üretim kapasitesinin azalmasına neden olmaktadır. Özellikle geminin yüklü olduğu durumlarda su hattı altında kalan valfa deniz suyu tarafından uygulanan karşı basınç ejekterde akış hızını düşürecek ve evaporeyter içindeki vakum değerini düşürecektir.
- Acil durum kaçış yolları; kazan, ana makine, seperatör mahalli gibi yangın olasılığı yüksek bölgelerden geçirilmiştir. Bu sorun makine dairesinden bağımsız ve kıçüstüne direkt bağlı kapalı bir merdiven düzeneği ile çözülebilir.
- Makine dairesi sintine kuyuları etrafına yatay tip kazan besleme suyu pompası konulmuştur. Bu şekilde pompanın elektrik motorunun sintine sacından yüksekliği 10 cm olarak tespit edilmiştir. Sintinede olası bir devre patlaması sonucu veya herhangi bir sebepten oluşan yükselme pompanın elektrik motorunun kısa devre yapmasına kazanın susuz kalmasına yol açacaktır.
- Balast tanklarından makine dairesine uzanan deniz suyu devreleri F.O yakıt tanklarının içinden geçirilmiştir. Bu devrelerde oluşan kaçak neticesinde deniz suyu F.O tankındaki yakıtı karışmıştır. Devrenin bakımı için yakıt tankı boşaltılıp geçici bir körleme çalışması yapılmıştır.
- Makine dairesine yerleştirilmiş merdiven açılarının uygunsuzluğu işgücü kaybına ve kazalara yol açmaktadır.
- Dizel jeneratörlerin yakıt servis tankı jeneratör katının altında olmasına rağmen yakıt besleme pompası acil durum jeneratörü panosundan elektrik beslenmesi yoktur. Bu durum geminin karardığı durumlarda jeneratörün tekrar çalıştırmasını imkansız hale getirmektedir.
- Buhar kondenseri soğutma kapasitesi yetersiz olduğu için sıcak bölgelerde kondenser kaynamaları meydana gelmektedir. Bu durum kazan tatlı su besleme pompasında basınç dalgalanmalarına neden olmaktadır.
- Yakıt tanklarından gelen buhar geri dönüşleri direkt olarak hotvel tankına yapılmaktadır. Bunun yerine dönüşlerin öncelikli bir gözlem tankına

yapılması bu devrelerde oluşan hasar sonrası dönüş devrelerine karışan yakıtı tespit etmek için faydalı bir uygulamadır.

- Hotvelde tuzluluk derecesini kontrol eden bir uyarı cihazı bulunmaması nedeniyle kondenserde deniz suyu karıştığı aylık testler neticesinde anlaşılmıştır. Bu durum kazanda kışır oluşumunun başlamasına yol açmıştır.
- Değiştirilebilir kanat açılı pervane sisteminde hidrolik yağ tankı çıkış filtresinin temizliği için tüm tankın boşaltılması gerekmektedir. Bu sorun filtre öncesine konulacak bir valf düzeneği ile çözülebilir.
- Makine dairesi fanlarının kapasitesinin düşük olması nedeni ile ortam sıcaklığının yüksek değerlere erişmesi işletmeciler için ağır çalışma koşulları yaratmaktadır.
- Makine dairesi jeneratör ve sintine katındaki aydınlatmanın yetersiz olması personelde dikkat kaybına yol açmaktadır.
- Makine dairesindeki yüksek titreşim düzeyi ekipmanlar üzerinde hasarlara ve özellikle pompalarda rulmanların çabuk bozulmasına neden olmaktadır.
- Ana makine soğutma suyu devresinde düşük kapasiteli kuler nedeni ile ana makine tam yol verilebilmesi için tatlı su üretim sisteminin devreye alınması gerekmektedir. Ancak herhangi bir nedenle tatlı su üretim sisteminin devre dışı kalması durumunda yol kesmek zorunda kalınmaktadır.
- F.O Servis tankının düşük kapasitesi olması ve tek F.O seperatörünün olması nedeni ile seperatör arızalarında servis tankının yakıt ihtiyacına kısa bir süre cevap verebilmektedir. Bu sorun seperatör sayısının ikiye çıkarılması veya servis tankı kapasitesinin artırılması ile çözülebilir.
- Yakıt alım devresi üzerindeki tanklara giriş valfleri hidrolik kontrollü olup devre üzerinde emniyet valfleri bulunmamaktadır. Yakıt alımı esnasında herhangi bir nedenle bir güç kesintisi meydana gelirse valfler kapatacak, devre hasar görecektir.
- Sintine katındaki pompa ve valflerin üzerinden geçen devreler pompa bakımının yapılmasını ve layna alınmasını zorlaştırmaktadır.

- Sintine katındaki pompaların üzerine bakım-onarım esnasında kullanılmak üzere gerekli mapa, kaldırma düzeneklerinin bulunmaması montaj ve layna alma işlemlerini zorlaştırmaktadır.
- Gemi için 500 ve 1500 Kw'lık iki adet jeneratör tasarlanmıştır. Ayrıca şaft jeneratörü de mevcuttur ve seyir yükünü karşılamaktadır. Limanlarda ortalama yük 500 Kw'dır. Bu durumda liman periyotlarında 1500 Kw'lık jeneratör düşük bir yük için çalıştırılmakta ancak bu yükü diğer jeneratör karşılayamamaktadır.
- Makine dairesi fan alıcıları deniz seviyesine yakın yerlere yapılması nedeni ile fan motorları sürekli rulman bozmakta, hava devresinde sürekli bir korozyon etkisi yaratmaktadır.
- Bir Ro-Ro gemisinde makine dairesi fan alıcısı araç rampası alabandasına yapılmıştır. Bu bölgeden fanların emdiği egzost gazları makine dairesine verilmektedir. Bu kirli hava makine dairesinde personel sağlığını etkilemenin yanı sıra sistemler üzerinde birçok olumsuz etki yapmaktadır.
- Geminin boy istikametinde yerleştirilmesi gereken atık su arıtma tankı gemi sancak-iskele istikametinde yerleştirildiği için yalpalanmalarda temizlenmiş su ile atık su birbirine karışmaktadır.
- Yağ kuleri kapağının alabandaya çok yakın olması nedeni ile sökölme işlemi çok zor şartlar altında yapılmakta, kuler temizliği çok zaman gerektirmektedir.
- İnsineratör ön kapağı alabandaya çok yakın mesafede olacak şekilde yerleştirildiği için brülör temizlik ve bakım işlemleri zor şartlarda yürütülmektedir.
- Tersane periyodunda, koferdam tankı içerisinde yürütülen kaynak çalışması esnasında patlama meydana gelmiştir. Olaya, bu tankın içinden geçirilen bir yakıt devresinin neden olduğu saptanmıştır.
- Ana makine üzerine yerleştirilen kreyn düzeneği piston çekme esnasında piston kolunun silindir dışına alınacak yeterli yüksekliğe sahip olmaması nedeni ile operasyon tamamlanamamıştır.

- Insinerator donanımı üzerinde yer alan slaç besleme devresi DN 25 devre yerine DN 15 olarak seçilmiştir. Bu devre üzerinde yer alan by-pass valfi insineratöre giren yakıt basıncını istenilen değer olan 0.2 bar olarak ayarlanmasına engel olmaktadır. Bu durum insineratör içinde oluşan yanma sıcaklığının aşırı yükselmesine neden olmaktadır.
- No.1 deniz suyu pompası çıkış devresi üzerindeki cek valfte meydana gelen kaçak nedeni ile hazırda bekleme pozisyonuna alınamamaktadır. Valfin kaçırma sebebinin valf sitinin pirinç yerine dökme demirden yapıldığı tespit edilmiştir.

İnşa kökenli bu tür hataların etki alanlarının geminin risk düzeyini artırma, işletmeci hata oranlarını yükseltme ve performansını düşürme, emniyet gereklerini azaltma, bakım-onarım imkanlarını azaltma, geminin ekonomik ömrünü kısaltma gibi etkileri gözlenmektedir. Ayrıca derinlemesine bakıldığında servis altına verilmiş gemilerde bu hataların düzeltilmesine yönelik çalışmaların uygulanması çok zordur. Bu tür düzeltici faaliyetlerin şekillendirilebilmesi için hataların teorik olarak hangi nedenlerden kaynaklandığının araştırılması gerekmektedir. Bu noktada teknik sistem ve kalite unsurları tanımlarından yola çıkılarak planlama ve inşa aşamalarında şekillenen uygunsuzlukların nedenleri irdelenecektir.

4.3 TEKNİK SİSTEM EKSİKLİKLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRME

Gemi makine dairesi karmaşık yapılı bir teknik sistem olarak ele alındığında ve tespit edilen uygunsuzluklar teknik sistem özelliklerindeki bütünlük açısından değerlendirildiğinde işletme, ergonomi ve ekonomik özellikler yönünden eksiklikler uygunsuzlukların temel sebebidir. Hataların en aza indirgenmesinde tasarımcının bilmesi gereken en önemli unsur, hataların “neden” ve “nasıl” meydana geldiğidir. Bu da hataların temel sebepleri konusunda yapılacak detaylı bir irdeleme ile mümkündür.

4.3.1 İşletme Özelliği Açısından Eksiklikler

Bir tesisin işletilmesi esnasında ön plana çıkan ve tesisin verimliliği ve sürdürülebilirliği üzerinde büyük etki yüzdesine sahip yapısal karakteristiklerdir. Bu özellikler 4 temel başlık altında toplanabilir.

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

4.3.1.1 İşletme Emniyeti

Gemi makine sistemlerinin dizayn çalışmaları SOLAS gereklilikleri ve klas kuruluşlarının zorunlu kuralları çerçevesinde yürütülmektedir. Bu kurallar geçmişte meydana gelen vakalardan elde edilen veriler ve uygulama alanlarında yaşanan tecrübeler temeline dayanmaktadır. Bu noktada dizayn çalışmaları esnasında temel emniyet gereklerinin sistemlere entegrasyonu konusunda ilave yaklaşımların kullanılması gerekmektedir. Tehlike ve işletilebilirlik çalışması (HAZOP) ve hata ağacı analizi bu çalışmalardan bazılarıdır [33].

Kara endüstrisinde faaliyet gösteren kimyasal tesislerde ve denizcilik endüstrisinde deniz platformlarının planlama aşamalarında kullanılan bu yaklaşımların gemiler içinde kullanılması gelecekte doğabilecek can ve mal kayıplar ile finansal risklerin en aza indirilmesini sağlayacaktır.

Bu yöndeki çalışmaların eksikliğinden kaynaklanan uygunsuzluklar için aşağıdaki örnekler verilebilir.

- Dümen dairesinden kışüstüne açılan acil durum kaçış kapağı ağırlığı çok fazla olduğu için tek kişi tarafından güçlükle açılmaktadır. Kapak için alan yetersizliği nedeni ile karşı ağırlık veya yay sistemi ilave edilememiştir. Bu eksiklik acil durum koşulları için tehlike arz etmektedir.
- Ana makine ve kazan sistemleri için ısı bölgelerinin izolasyon eksikleri bulunmaktadır. Bu durum çalışan personel için çeşitli tehlikeler yaratmanın yanı sıra, ekonomik kayıplara yol açmakta ve makine dairesi sıcaklığını yüksek değerlere ulaştırmaktadır.
- Ana makine üzerindeki gösterge muslukları açıldığı zaman çıkan duman ve alevler gösterge musluklarının devre yönlerinden dolayı personelin yüksek sıcaklık ve dumandan etkilenmesine yol açmaktadır.

4.3.1.2 Güvenilirlik

Güvenilirlik; bir sistemin veya bileşenin, belirlenen şartlar altında ve belirli bir zaman sürecinde, istenilen fonksiyonları yerine getirebilme kabiliyetidir. Güvenirlik terimi, aynı zamanda başarı ihtimalini veya başarı oranını gösteren güvenilirlik özelliği olarak da kullanılır.

Güvenilir bir tasarım, operasyonun devamını sağlamalı ve kullanım sürecinde olası en az hata veya sapmalar ile sistemin amacını temin etmelidir. Bu yaklaşım, mühendislik sistemleri için deterministlik (belirleyici) yaklaşım olarak kabul edilir. Güvenilir bir tasarımda mükemmelle ulaşabilmek için; imalat, planlama, üretim ve operasyon konusunda teknolojik sınırlar olmadığı kabul edilse bile; malzeme uygunluğu iyileştirme, test, kontrol ve gerçekleştirilecek mühendislik analizlerinin maliyetleri bir sistem için belirlenen finansmanı ekonomik, dolayısıyla rekabetçi olmaktan uzaklaştıracaktır. Bu nedenle, pratikte ekonomik sınırlamalar nedeniyle yapılan optimizasyon ve rekabetçiliğin getirdiği şartlar, mükemmel olmayan tasarımların kullanımını zorlamaktadır ki, tasarımcılar, üreticiler ve kullanıcılar hataların meydana gelmesini ve tekrarlamasını en aza indirmeye çalışmaktadırlar [34].

Gemi makine dairesinde, güvenilirlik özelliğinin eksikliği nedeni ile ortaya çıkan uygunsuzluklar için aşağıdakiler örnek teşkil edebilir.

- Dizel jeneratörlerin yakıt servis tankı jeneratör katının altında olmasına rağmen yakıt besleme pompası acil durum jeneratörü panosundan elektrik beslenmesi yoktur. Bu durum geminin karardığı durumlarda jeneratörün tekrar çalıştırmasını imkansız hale getirmektedir.
- Yakıt dinlendirme ve servis tankları arasındaki taşıntı iştirak devresi üzerinde çalpara çek valf olması gerekmektedir. Bu valfin eksikliği durumunda dinlendirme tankından servis tankına ayrıştırılmamış yakıt geçişi olacak ve tankın ve sisteme gönderilen yakıtın kirlenmesine neden olacaktır.
- Makine dairesi sintine kuyuları etrafına yatay tip kazan besleme suyu pompası konulmuştur ve pompanın elektrik motorunun sintine sacından yüksekliği 10 cm olarak tespit edilmiştir. Sintinede olası bir devre patlaması sonucu veya herhangi bir sebepten oluşan yükselme pompanın elektrik motorunun kısa devre yapmasına kazanın susuz kalmasına yol açacaktır.

4.3.1.3 Bakım-Onarım İmkanları

Karmaşıklık derecesi ne olursa olsun, tüm sistemler için zamana bağlı olarak bakım-onarım gereksinimi doğmaktadır. Bakım-onarım imkanları dizayn unsurlarından biridir ve emniyet, verimlilik, işletme maliyetleri gibi fonksiyonlar ile ilgilidir. Bakım onarım-işlemlerinin gerekçesi sistemin etkin bir şekilde işletilebilirliğinin sürdürülmesidir. Genel olarak 2 çeşit bakım-onarım yaklaşımı kullanılmaktadır [20].

Önleyici Bakım-Onarım: Belirli bir plan ve zaman çizelgesi kapsamında önceden belirlenen sistem performansının sürdürülebilmesi için yürütülen çalışmalardır. Ana makine üzerindeki enjektörlerin 1000 saatlik bakımları bu tür bir faaliyete örnek teşkil edebilir.

Düzeltilici Bakım-Onarım: Bir arıza ve aksaklık sonucu ortaya çıkan hasar veya performans kaybını en aza indirmek için yürütülen belirli bir zaman çizelgesine bağlı olmayan faaliyetlerdir. Ölçülen düşük egzost sıcaklığı sonucu, enjektörün kontrol ve bakımının yapılması bu tür bir faaliyete örnek teşkil edebilir.

Ayrıca, yürütülen bakım-onarım çalışmalarının maliyetleri de sistemin yapısal özellikleri ile ilişkilidir. Bu noktada bakım-onarım işleminin zorluk derecesi ve süresi, gerekli personel sayısı, yedek parçaların depolanması ve sevkiyatı gibi etkenler sistemin yapısal karakteristiğine bağlı olarak değişmektedir.

Gemi makine dairesinde, bakım-onarım imkanları özelliğinin eksikliği nedeni ile ortaya çıkan yapısal uygunsuzluklar için aşağıdaki örnekler verilebilir.

- Ana makine üzerindeki hidrolik kreynin arızalanması durumunda kullanılacak cayraskalların monte edileceği bir düzenek düşünülmemiştir. Bu tür bir durumda ana makine ile ilgili bakım-onarım faaliyetlerinin yürütülmesi imkansızdır.
- Değiştirilebilir kanat açılı pervane sisteminde hidrolik yağ tankı çıkış filtresinin temizliği için tüm tankın boşaltılması gerekmektedir. Bu sorun filtre öncesine konulacak bir valf düzeneği ile çözülebilir.
- Sintine katındaki pompaların üzerine bakım-onarım esnasında kullanılmak üzere gerekli mapa, kaldırma düzeneklerinin bulunmaması montaj ve layna alma işlemlerini zorlaştırmaktadır.

4.3.1.4 Gerekli Boş Alan Düzenlemeleri

Yapımı tamamlanan sistemin işletme sürecinde gerekli olan faaliyetlerin etkin yürütülmesi amacıyla planlama aşamasında sistem öğeleri için gerekli olan serbest alanların tasarlanma çalışmalarıdır. Sistem karmaşıklığının, ekipman sayısının ve ekipmanlar arasındaki bağlantıların artması yerleşim planlarının hazırlanması sürecinde bu konuda daha kapsamlı bir çalışma yürütülmesi gerekmektedir. Gemi makine dairesinde konumlandırılan dizel makineler, pompalar, kulerler ve diğer donanımların bakım-onarım, parça değişimleri, denetim, kontrol işlemlerinin etkin bir şekilde yürütülebilmesi için serbest alanlar düşünülmesi gerekmektedir [35].

Bu konuda bilgisayar destekli planlama (CAD) ve bilgisayar destekli üretim (CAM) yöntemlerinin kullanılması birtakım avantajlar sağlayacaktır [36, 37]. Yerleşim planlarının hazırlanması esnasında kullanılacak 3 boyutlu bir dizayn programı yazılımının sağlayacağı avantajlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

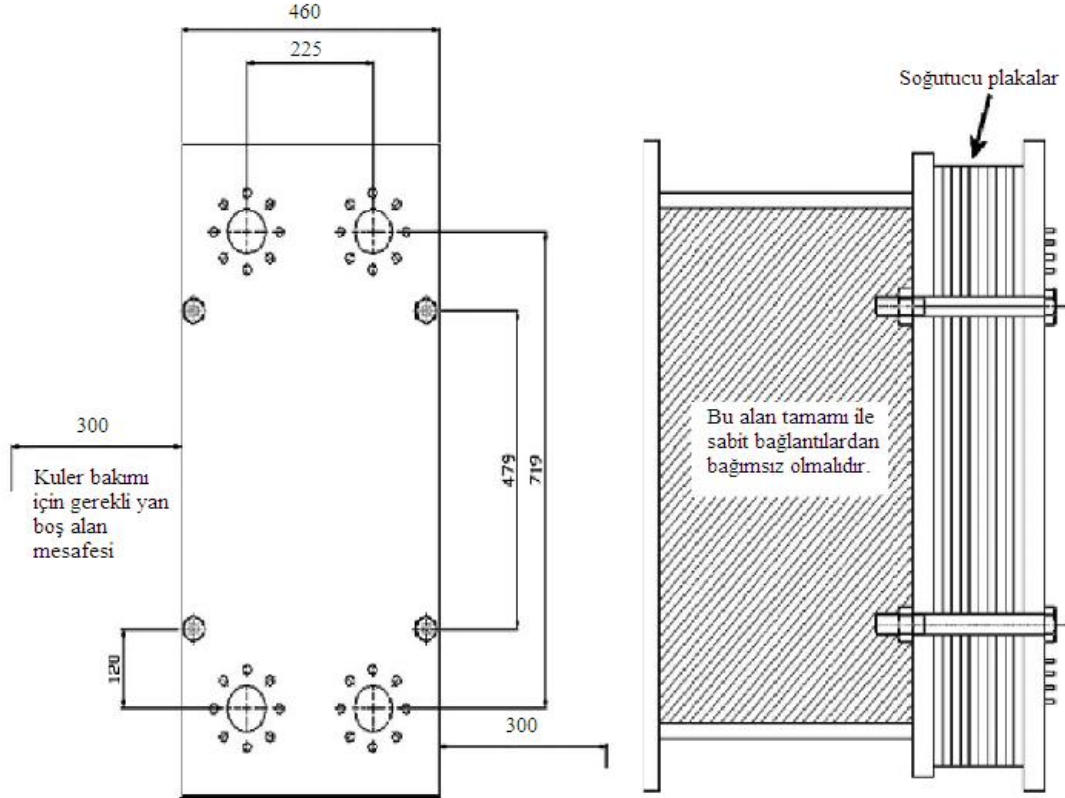
- Üretim öncesi tüm yapıyı 3 boyutlu olarak görme, hatalara müdahale etme şansını tanımaktadır.
- Üretim için gerekli bir takım ayrıntıları içeren dokümanlara ulaşabilme şansı yaratmaktadır.
- Hazırlanan tasarım dokümanları ile ekipmanların üretimi esnasında bilgisayar destekli üretim araçlarının direkt kullanma avantajı sağlanmaktadır.
- Gemi içi yerleşim esnasında farklı ünitelerde birbirinden bağımsız çalışma alanları yaratmaktadır. Bu sayede üretim aşaması daha kısa sürelerde gerçekleşmektedir.
- Üretim sonrası bakım-onarım modülü ile geminin servis ömrü boyunca yürütülen bakım-onarım çalışmalarının düzenli şekilde takip edilme imkanları sağlamaktadır.
- Üretimde malzeme tasarrufu sağlamaktadır.
- Kullanıcıya kullanım konusunda kolaylıklar sağlamaktadır.
- Proje hazırlığı esnasında kullanılacak daha önceki projelerde kullanılan benzer ekipman modelleri vardır.

3 boyutlu tasarım çalışmalarının, sağladığı faydalara karşılık maliyet faktörü ortaya çıkmaktadır. Ancak maliyet unsuru sağladığı avantajların getirisi yanında çok küçük değerde kalmaktadır.

Bu konuda 3 boyutlu tasarım programlarının sağladığı üretim dokümanları sistem elemanları gerekli çalışma alanlarının tasarlanması açısından detaylı bir bilgiye sahip değildir. Bu tür bir bilgi içeriği Genişletilmiş Ürün Modeli (EPM) ile sağlanabilir. Genişletilmiş ürün modeli, tüm üretim destek dokümanlarının yanı sıra sistem alt elemanları düzeyinde gerekli serbest alanlarının da tanımlanmasını sağlamaktadır. Serbest alanların (FS), fonksiyonel açıdan sınıflandırılması sistemin amaç ve kullanım özelliklerinin tam olarak sağlanabilmesi için destek sağlayacaktır. Bu yöndeki çalışmalar aşağıda sıralanan serbest alan türleri esas alınarak yürütülecektir [38].

- Söküm çalışması için alanlar
- Geçici olarak depolama alanları
- İşletmeciler için çalışma alanları
- Kalıcı parça ve ekipmanlar için serbest alanlar
- Tehlike unsuru yaratabilecek yasak alanlar

Bu konudaki çalışmalar için örnek teşkil edebilecek nitelikteki bir sistem yerleşimi için düzenlenen yerleşim dokümanı şekil 4.5'te sunulmuştur.



Şekil 4.5: Soğutma Suyu Kuleri İçin Serbest Alanların Belirlenmesi

Gemilerde, soğutma suyu kulerleri için kirlenme, soğutma etkinliğinin azalması, deniz suyu kaçağı gibi etkiler nedeni bakım-onarım işlemleri sıklıkla uygulanmaktadır. Bu gereksinimlerin etkin şekilde yürütülebilmesi için sistem planlama esnasında serbest alanların tasarlanması gerekmektedir. Örneğin, şekil 4.5'te soğutucu plaka baskılarının sökülüp geri kaydırılarak plakaların serbest bırakılması için bırakılan serbest alan gösterilmiştir. Ayrıca plaka baskı saplamalarının ve boru devrelerinin flanş saplamalarının sökülebilmesi için kullanılacak yardımcı donanımlar için gerekli mesafeler düşünülmüştür. Bu tür yaklaşım ile tasarlanan ekipmanlar için kullanım ve bakım-onarım kolaylığının yanı sıra emniyet ve verimli çalışma unsurları da sağlanacaktır.

4.3.2 Ergonomik Özellikler Açısından Eksiklikler

Ergonomi, sistemlerin yaşam evresi boyunca, işletmecinin ve bakım yapan kişinin ihtiyaçlarını ve gereksinimlerini bir araya getirir ve belirtir. Amacı, insan hatalarını en aza indirmek suretiyle, insan ve toplam sistem güvenliğini ve etkinliğini en yüksek seviyeye ulaştırmaktır [39]. Bu hedefler doğrultusunda aşağıda sıralanan çalışmalar yürütülmektedir:

- Ergonomi prensipleri, temel kaideler ve gerekli kriter ilgili sistemler için tespit edilmektedir.
- Görev gerekliliklerini ve ihtiyaçlarını karşılamak için işletmecinin ya da bakım faaliyetlerini yürüten kişilerin bilgi talebi ve bu konudaki uygun analizlerin yapılması gerekmektedir.
- Mantıklı ve elverişli bir insan-sistem ortak yüzey dizayn metodu uygulanmaktadır.

Bu çalışmalar ile mühendislik dizaynı içine ergonomi prensiplerini ve kriterini katmaya önem veren bir temel insan-ortak yüzey dizayn yöntemi elde edilir. Bu yöntem, gemi sistemlerinin dizaynı ya da değişikliği sürecinde kullanılır. Yöntem, dizayn etme faaliyetleri üzerine hareket eden analizlerle başlar, doğrulama ve onaylama yöntemleri ile son bulur. Dizayn aşamasında bu tür faaliyetlerin sistematik olarak yürütülmemesi bir takım eksikliklerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Aşağıda bu tür bir çalışmanın yürütülmemesinden kaynaklanan gemi makine dairesi uygunsuzluk örnekleri sıralanmıştır.

- Makine dairesine yerleştirilmiş merdiven açılarının uygunsuzluğu işgücü kaybına ve kazalara yol açmaktadır.
- Ana makine ve kazan sistemleri için ısıtıl bölgelerin izolasyon eksikleri bulunmaktadır. Bu durum çalışan personel için çeşitli tehlikeler yaratmanın yanı sıra, ekonomik kayıplara yol açmakta ve makine dairesi sıcaklığını yüksek değerlere ulaştırmaktadır.
- Sintine katındaki pompa ve valfların üzerinden geçen devreler pompa bakımının yapılmasını ve layna alınmasını zorlaştırmaktadır.

4.3.3 Ekonomi Özelliği Açısından Eksiklikler

Ticari gemilerin taşımacılık işine başladığı ilk yıllarda geminin hareketini sağlayan enerji türü rüzgar enerjisiydi. Buharlı makinelerin buluşu ile gemilere daha hızlı hareket etme yeteneği sağlayan enerji türüne geçilmiş oldu. Buhar makinelerinde kullanılan buharı üretimi ilk zamanlar kömür kazanları iken, zamanla yerini petrol türevli ağır ve hafif yakıtlara bırakmıştır. Dizel makinelerinin keşfedilmesi ile buhar makineleri yerlerini ısıtıl verimi günümüzde %55 düzeylerine ulaşan bu makinelere bırakmıştır. Sistemler ana dizel makinenin geminin hareket sistemi için ve yardımcı dizel makinelerinin elektrik sistemini besleyecek şekilde tasarlanmaya başlanmıştır. 1973 yılında meydana gelen petrol krizi ve yakıt fiyatlarındaki ani yükselmeler gemilerin işletme maliyetlerinin aşırı yükselmesine, dolayısıyla gemi işletmecilerinin gemilerde enerji ekonomisine yönelik birtakım tedbirlerin alınmasına yol açmıştır. Bu tarihlerde özgül yakıt sarfiyatı, enerji ekonomisi, gemilerde alternatif enerji kaynaklarının kullanılması tabirleri anılmaya ve bu konular üzerinde çalışmalar yapılmaya başlandı [40].

Ekonomik işletmecilik doğrultusunda alt sistemlerde yapılabilecek bir takım yenilikler enerji ekonomisi konusunda önemli katkılar sağlayacaktır. Teknolojik gelişmeler çerçevesinde son yıllarda sistemler düzeyinde tavsiye edilen yenilikler aşağıda sıralanmıştır:

- Ana ve yardımcı güç üreticilerinin seçimi
- Mikroişlemci ile yakıt püskürtme sistemi
- Güç türbini sistemleri

- Makine yük ayar programı
- Çift yakıtlı makineler
- Tek yakıt sistemi
- Atık ısı geri kazanım yöntemleri
- Isıl yalıtımlar
- Pompa ve fan devir kontrol sistemi
- Elektrik enerjisi tahrikli sevk sistemi
- Diğer yenilikler

Gemilerde enerji sistemlerinin modellenerek enerji ekonomisi sağlayacak alt sistemlerin seçiminde ve donatım aşamalarında kullanılması gerekmektedir. Bu noktada, enerji üretim kapasitesi ve tüketim elemanları arasındaki dengenin kurulması, tüketim elemanlarında enerji tasarrufu uygulamalarının sistemlere entegre edilmesi gerekmektedir. Sistemlerde ekonomik özelliklerin eksikliğinden kaynaklanan uygunsuzluk örnekleri aşağıda sıralanmıştır.

- Tatlı su üretim sisteminde ejekter pompasının bordo çıkış valfinin pozisyonundan dolayı tatlı su üretim kapasitesinin azalmasına neden olmaktadır. Özellikle geminin yüklü olduğu durumlarda su hattı altında kalan valfa deniz suyu tarafından uygulanan karşı basınç ejekterde akış hızını düşürecek ve evaporeyter içindeki vakum değerini düşürecektir.
- Gemi için 500 ve 1500 Kw'lık iki adet jeneratör tasarlanmıştır. Ayrıca şaft jeneratörü de mevcuttur ve seyir yükünü karşılamaktadır. Limanlarda ortalama yük 500 Kw'dır. Bu durumda liman periyotlarında 1500 Kw'lık jeneratör düşük bir yük için çalıştırılmakta ancak bu yükü diğer jeneratör karşılayamamaktadır. Düşük yüklerde özgül yakıt tüketimi yüksek olduğu için bu tür bir seçim yakıt sarfiyatının artmasına neden olacaktır.
- Ana makine silindir yağlama tankı yağ çıkış devresinde flowmetre olmaması silindir yağı sarfiyatının net olarak ayarlanamamasına neden olmaktadır. Bu devre üzerine yerleştirilecek bir flowmetre ile daha hassas ayarlamalar yapılabilmesi mümkün olacaktır.

5. ANALİZ ve YAKLAŞIMLAR

Bu bölümde, bir önceki bölümde tespit edilen ve sınıflandırılan uygunsuzluklara yönelik örnekler; güvenilirlik, ergonomi ve ekonomik açılarından incelenecektir.

5.1 GÜVENİLİRLİK AÇISINDAN YAKLAŞIM

Bu kısımda, sistem güvenilirliğini hesaplamayı sağlayan sistem bileşenleri arasındaki ilişkiyi modelleme metotları incelenerek, mevcut uygunsuzluk örnekleri seçilen bir metoda uygun olarak irdelenecektir.

5.1.1 Sistem Güvenilirlik Analizi

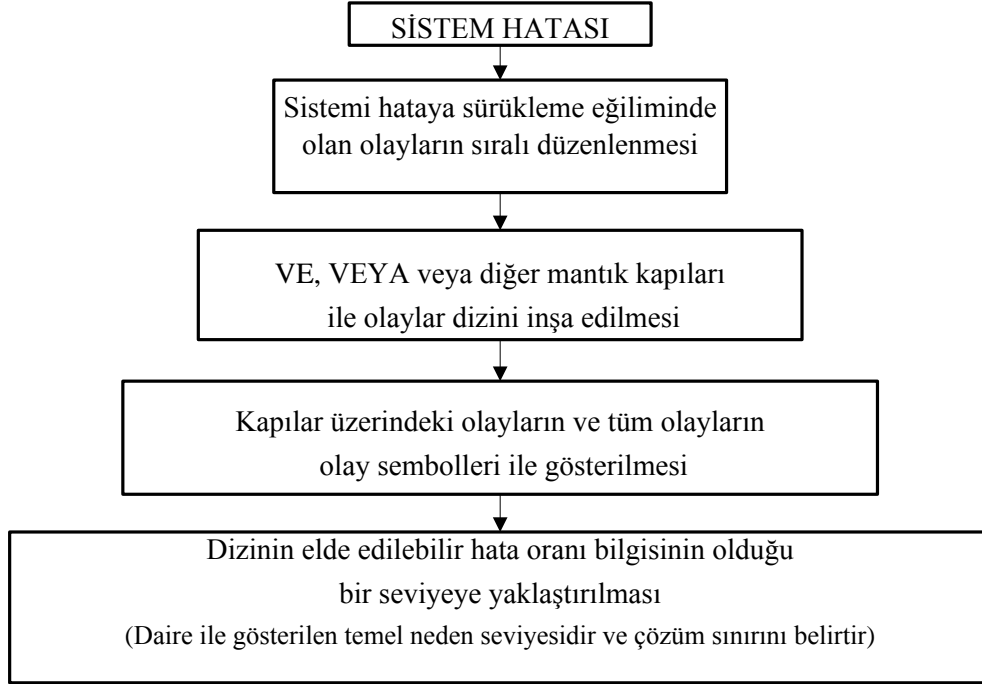
Bir sistem, özel koşullar ve zaman periyodunda bir görevi veya fonksiyonu yerine getirmek için birbirleri ile ilişki içinde olan bileşenlerin (alt sistemler, yazılım, insan operasyonları, vb.) sıralı düzenlenmesi olarak tanımlanmaktadır. Burada bir çok sistem seviyesi yer alabilir ve ilişki içindeki alt sistemler kompleks yapı oluşturabilir. Bu sebeple güvenilirlik analizinde, birimlerin kendi başlarına olan durumlarının yanı sıra birbirleri ile ve sistemin bütünü ile olan fiziksel ilişkileri önemlidir.

Güvenilirlik blok diyagramları, bir sisteme ait bileşeninin sistem içindeki fiziksel konfigürasyonunda ve bileşen hatalarının sistem performansı üzerindeki etkisinin modellenmesinde kullanılır. Güvenilirlik analizinde bir çok sistem modelleme planı mevcuttur. Güvenilirlik Blok Diyagramı, Hata Ağaç, Başarı Ağaç ve Olay Ağaç metotları ve Hata Şekilleri, Etki ve Kritiklik analizi ve Ana Mantık Diyagram analizi kullanılabilir yöntemlerdir. Bu çalışmada uygunsuzlukların irdelenmesi için Hata Ağacı Analizi (FTA) kullanılacaktır.

5.1.2 Hata Ağacı Modeli

Hata ağacı yaklaşımı bir tümdengelim süreci olarak, istenilmeyen (en üst olay olarak isimlendirilen) olayların varsayılmasını ve bu olay için olası yolların meydana gelmesinde sistematik sonuçların çıkarılmasını sağlar. Bir hata ağacı analizi, verilen

bir sistemin kritikliği fazla olan operasyonları için alt sistemleri tanımlar. Hata ağacı, sistem veya bileşenin tüm olası hata biçimlerini içermeyebilir. Sadece bu hata biçimleri, en üst düzey olayın veya olayların var oluşunun meydana gelmesine katkıda bulunma olarak biçimlendirilirler. Varsayılan hata olayları hata ağacı yapısında ayrıntılı yer almayabilir. Sadece önemli olanlarına yer verilebilir. Ancak hangi olayların katılması kararı keyfi değildir, bunun için hata ağacı yapı prosedürü, sistem dizaynı ve operasyonu, geçmiş kullanım bilgileri, elverişli hata bilgileri ve analizcinin tecrübesi dikkate alınması gereken faktörlerdendir. Her bir ara noktada varsayılan olaylar, ara (veya en üst) olayların oluşmasına neden olan “acil”, “gerekli” ve “yeterli” kavramları betimler. Şekil 5.1’de hata ağacı analiz metodunun temel prensipleri gösterilmektedir [34].



Şekil 5.1: Hata Ağacı Oluşturulmasındaki Prensipler

Hata ağacı kendi başına mantıksal bir modeldir ve sistem mantığının niteliksel olarak karakterize edilmesini sağlar. Ayrıca hata ağacının değerlendirmesinde de bir çok nicel algoritmalar kullanılabilir. Bir ağaçtaki mantık sembollerinin gösterilmesi, şekil 5.2’de gösterildiği gibi, Olaylar, Kapılar ve İleticiler (Tümleyen) olma üzere üç çeşittir. Temel olaylar, gelişmemiş olaylar, şartlı olaylar ve çevresel olaylar Öncelikli Olaylar olarak adlandırılır. Öncelikli olay sembolleri aşağıda sıralanmıştır.

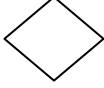
Öncelikli Olay Sembolleri



Temel Olay – Daha fazla gelişmeye ihtiyacı olmayan olaydır.



Şartlı Olay – Her hangi bir mantık kapsına uygulanan özel koşullar veya kısıtlamalar (“Öncelikli Ve” ve “Engelleme” kapıları ile kullanılır) için kullanılır.



Gelişmemiş Olay – İlerlemeyen olay çünkü yeterli sonucu olmayan veya bilgi elde edilemiyor olaylardır.



Çevresel Olay – Normal şartlarda oluşması veya oluşmaması beklenen olaydır.

Ara Olay Sembolü



Ara Olay – Mantık kapılarına doğru bir veya daha fazla oluşumdan önce meydana gelen olaydır.

Kapı Sembolleri



Ve – Girdi olaylarından tümü eş zamanlı oluşursa, çıktı oluşur.



Veya –Girdi olaylarından en az biri oluşursa, çıktı oluşur.



Öncelikli Ve – Girdi olaylarından tümü özel bir düzen dahilinde oluşursa, çıktı oluşur (düzen, kapının sağ tarafına belirtilen “Şartlı Olay” ile gösterilir).



Engelleme – Şartlı olaylar oluştuğu zaman girdi, çıktıyı üretir.



Ayrıcalık Veya – Girdi olaylarından aynen (tamamen) biri oluşursa, çıktı oluşur.



Tüve (Değil-Ve) – Girdi olaylarından tümü oluşmaz ise, çıktı oluşur.



Tüveya (Değil-Veya) – Girdi olaylarından en az biri oluşmaz ise, çıktı oluşur.

Tümleyen (İletici) Sembolleri



Tümleyen İçeri – Tümleyen Dışarıya karşılık uzakta oluşturulacak ağacın geliştirilmesini gösterir



Tümleyen Dışarı – Tümleyen İçeriye karşılık ağacın bu bölümünün ilave edilmesi gerektiğini gösterir

Şekil 5.2: Mantık Devrelerinde Kullanılan Semboller

5.1.3 Nitel Yaklaşım

Mantık ağaçlarının değerlendirilmesinde; nitel-sayısal olmayan (veya mantıksal) değerlendirme ve nicel-sayısal (veya olasılıklı) değerlendirme olmak üzere iki farklı yaklaşım mevcuttur. Nitel değerlendirme kesme ve yol kümesinin hesaplanmasını içerir.

Hata ağacı analizinde ilk olarak sistem ve bileşenlerin/alt sistemlerin tanımlanması gerekmektedir. Tanımlanan sistem içinde istenmeyen sistem hataları için hata ağacı yapısı oluşturulur. Yapı içinde tüm hataların tanımının kesin bir şekilde verilmesi önemlidir. Analiz için istenmeyen hata en üst olay olarak tanımlanır ve en üst olay; olayın nerede ve ne zaman meydana geldiği ve ne olduğu sorularına yanıt verebilmelidir. Olaylar tanımlandıktan ve biçimlendirildikten sonra nedenler arasındaki mantık ilişkisi değerlendirilmelidir. Genelde en üst olay ikinci seviyede bu nedenlerin oluşmasına eş zamanlı olarak bağlıdır veya bu nedenler üst olayı meydana getirme eğilimindedir.

Bir hata ağacında kesme kümelerini oluşturulma algoritmasına Elde Edilen Kesme Kümeleri Metodu (MOCUS) denir. MOCUS algoritmasını tanımlayan dört basamak aşağıda sıralanmıştır.

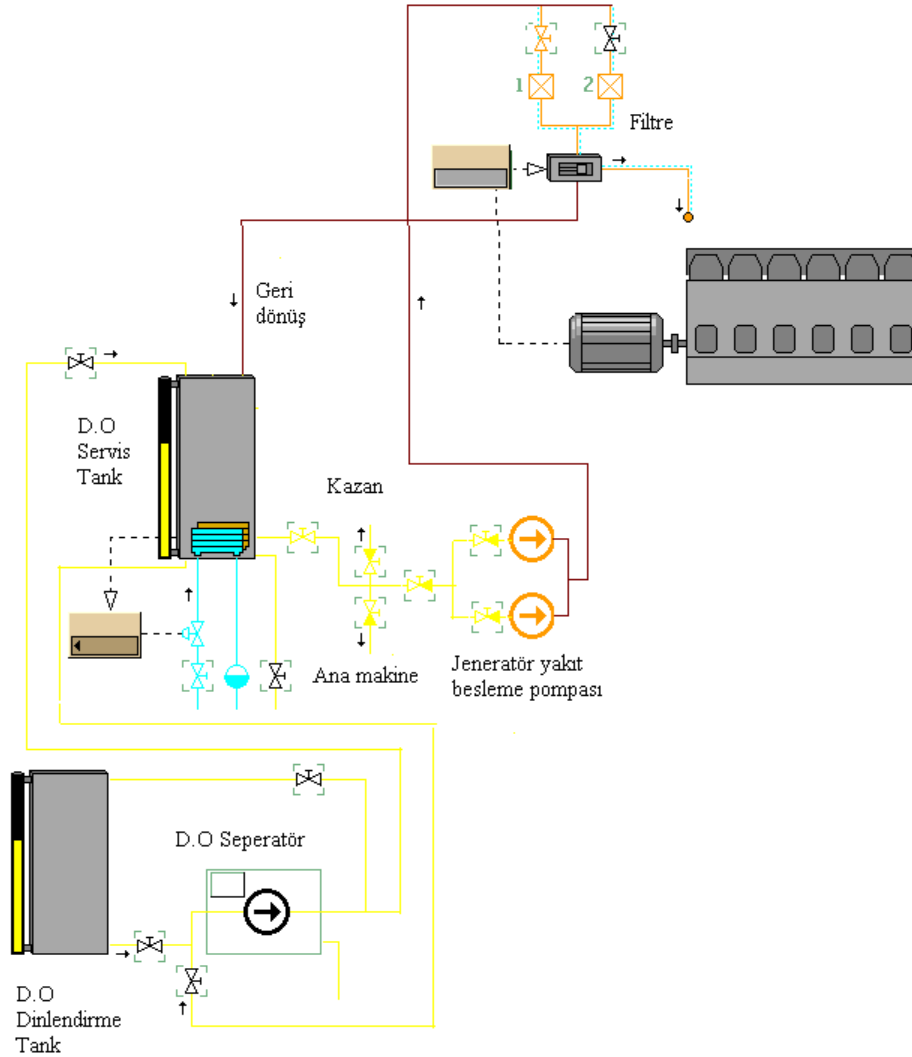
1. En üst olay göz önüne alınır.
2. Üst olay ikinci seviyedeki olaylar ile şu kriterler dikkate alınarak yer değiştirir. Eğer alt seviyedeki olaylar VEYA kapısı ile bağlanmış ise ayrı sütunlarda yazılır, VE kapısı ile bağlanmış ise ayrı kolonlarda yazılır.
3. İkinci basamak, temel olaylar dışındaki tüm olaylar için tekrarlanır.
4. Tüm olaylar temel olay şeklini aldığı anda, her sütundaki olaylar ile bir kesme kümesi meydana getirilir.

5.1.4 Uygunsuzluk Örneklerinin Güvenilirlik Açısından Değerlendirilmesi

Tespit edilen sistem uygunsuzluk örnekleri güvenilirlik açısından irdelenerek hata noktaları ortaya konulacaktır. Uygunsuzlukların değerlendirilmesi için nitel değerlendirme yaklaşımı kullanılacaktır. Uygunsuzluk örneklerinin incelenmesi uygunsuzluğun tanımlanması, analiz ve sonuçlar olmak üzere 3 aşamada yapılacaktır.

5.1.4.1 Uygunsuzluğun Tanımlanması

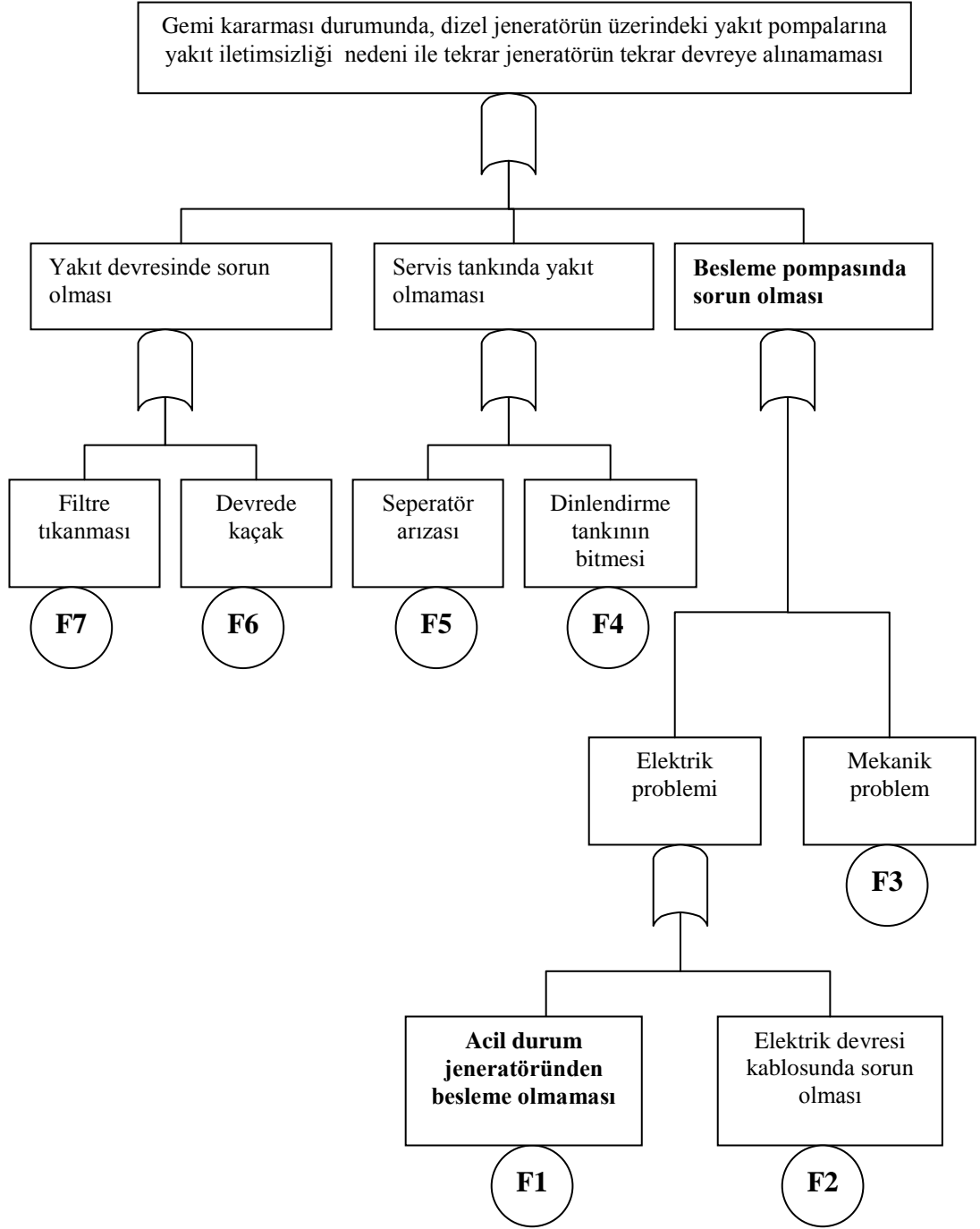
İncelenecek sistem dizel jeneratör yakıt sistemi olup, sistemde yakıt iletimi D.O servis tankı ile dizel jeneratörlerin yerleşim katlarının farklı olması nedeni ile D.O besleme pompası ile gerçekleşmektedir. Geminin kararına durumlarında acil durum jeneratörü devreye girmektedir. Ancak, D.O besleme pompası için acil durum jeneratörü panelinden elektrik beslemesi yoktur. Dolayısı ile bu şartlar altında jeneratörlerin tekrar devreye alınması imkansızdır. Bu sorun acil durum besleme panelinden D.O besleme pompasına acil durum jeneratörü panelinden seyyar kablo çekilerek geçici olarak çözülmüştür. D.O yakıt dinlendirme tankından servis tankına ve yakıt besleme pompaları ile jeneratöre yakıt iletimini gösteren transfer ve besleme sistemi şekil 5.3’de gösterilmektedir.



Şekil 5.3: Dizel Jeneratör Yakıt Sistemi

5.1.4.2 Analiz

Şekil 5.4'te uygunsuzluğun hata ağacı yöntemi ve olay sembolleri kullanılarak elde edilen olay nedenleri gösterilmektedir. Bu analizde; gemi kararması durumunda, dizel jeneratörün üzerindeki yakıt pompalarına yakıt iletimsizliği nedeni ile jeneratörün tekrar devreye alınamaması üst olay olarak tanımlanmıştır.



Şekil 5.4: Uygunsuzluk İçin Hata Ağacı Modeli Oluşturulması

Yapılan analizde, gemide bulunan acil durum jeneratörünün geminin kararma olayından sonra tekrar devreye alınma sürecinin uzun zaman alması uygunsuzluk olarak gösterilmektedir. Bu noktada genel hata sebebi, jeneratör üzerindeki yakıt pompalarına yakıt iletiminin sağlanamaması olarak tespit edilmiştir. Eldeki bu verilerden yola çıkılarak yakıt iletilmesizliğinin temel sebepleri incelendiğinde aşağıda sıralanan nedenlere ulaşılmıştır.

- Servis tankında yakıt olmaması
- Yakıt devresinde sorun olması
- Besleme pompasında sorun olması

Hata ağacında, yukarıda sıralanan sistem hatalarının muhtemel sebepleri belirtilmiştir. Bunlardan biri de yakıt besleme pompası ile ilgili sorundur. İncelenmekte olan uygunsuzluğun tespit edildiği gemi de ise, yakıt besleme pompasının geminin kararma durumunda devreye giren acil durum jeneratöründen elektrik beslemesi alamamaktadır. Bu durum yakıt besleme pompasının işlevini yerine getirememesine neden olmaktadır.

5.1.4.3 Sonuç

Hata ağacı modeli ile yapılan analiz neticesinde, ele alınan uygunsuzluğun jeneratörün tekrar devreye alınmaması olayı için bir neden teşkil edebileceği sonucuna varılmıştır. Bu durumun temel sebebi tasarım aşamasında gerekli incelemenin yapılmaması ve deneme tecrübeleri esnasında bu tür bir uygunsuzluğun tespit edilememesidir.

Bu tür bir uygunsuzluğun yaratacağı muhtemel etkiler;

- Geminin sürüklenmesi,
- Çatışmaya sebep olma,
- Manevra yetersizliği,
- Karaya oturma,
- Fanların stop etmesi nedeni ile makine dairesi sıcaklığının aşırı yükselmesi,
- Seyir süresinin uzaması,

olarak sıralanabilir.

5.2 EKONOMİK AÇIDAN YAKLAŞIM

5.2.1 Ekonomik Performansı Etkileyen Süreçler

Gemi makine dairesinin inşa ve işletme aşamalarına yönelik ekonomi kavramı 3 temel başlık altında incelenebilir.

- Üretim maliyetlerinin düşürülmesi
- İşletme giderlerinin uygunluğu
- Verimlilik

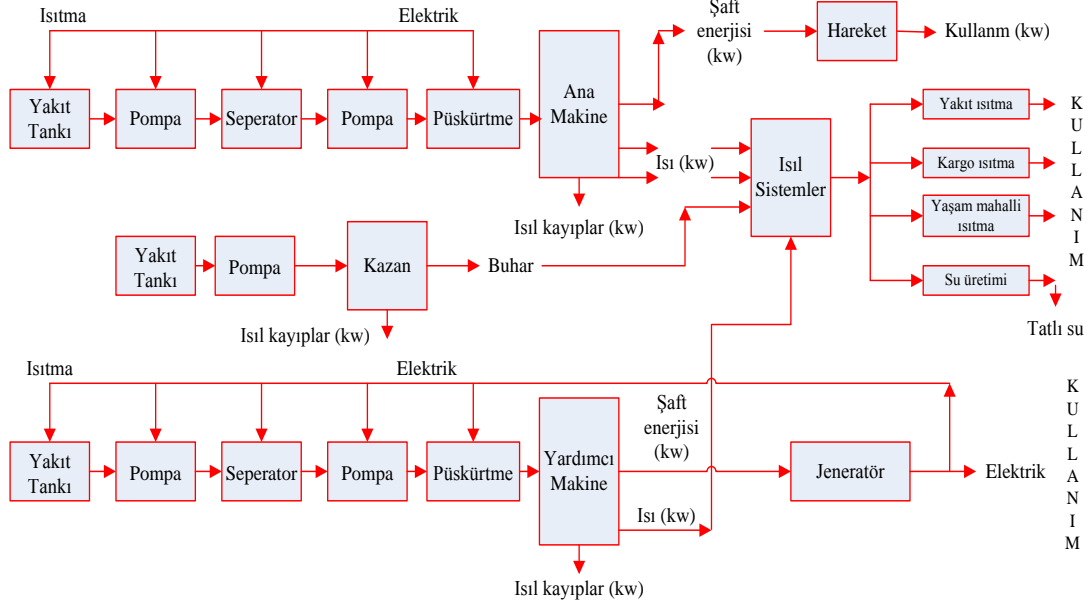
Gemi makine dairesi tasarım işlemleri her 3 kavram üzerinde etkiye sahiptir. Üretim maliyetlerinin düşürülmesi, gemi tasarım ve üretim işlemleri sırasında kullanılan yöntemlere bağlıdır. Özellikle donatım ekipmanlarının seçimi makine dairesi üretim maliyetleri üzerinde büyük etki payına sahiptir. İşletme giderlerinin uygunluğu; firma yönetim politikası ve işletme personelinin bilgi ve tecrübesinin yanı sıra sistemlerin yapısal özelliklerine de bağlıdır.

5.2.2 Gemi Enerji Sistemi Modeli

Gemi enerji sistemi karmaşık ve iç bağlantılı bir sistemdir. Bu sistem bünyesinde, enerji üretimi, enerji tüketimi, enerji dönüşümü, enerji akışı olayları gerçekleşmektedir. Bu noktada enerji ekonomisi kavramındaki hedefler aşağıda sıralanmıştır.

- Üretim verimliliğinin sağlanması
- Dönüşüm kayıplarının minimum düzeyde tutulması
- Tüketim elemanlarının düşük enerji sarfiyatı
- Üretim-tüketim dengesinin sağlanması

Gemi makine dairesi enerji üretimi ve dönüşümleri içeren birim model şekil 5.5' de gösterilmektedir [40]. Sistemde geminin sevki için gerekli enerji ana makine tarafından üretilirken, sistemin elektrik enerjisi gereksinimi yardımcı makine tarafından karşılanmaktadır. Isı enerjisi kullanılması gereken sistemler için buhar kazanından yararlanarak buhar üretilmektedir. Gemilerde üretilen enerjinin kullanım ekonomisinin yanı sıra, üretim verimliliği de enerji ekonomisi üzerindeki etkisi büyüktür.



Şekil 5.5: Gemi Makine Dairesi Enerji Modeli Örneği

5.2.3 Uygunsuzluk Örneklerinin Ekonomi Açısından Değerlendirilmesi

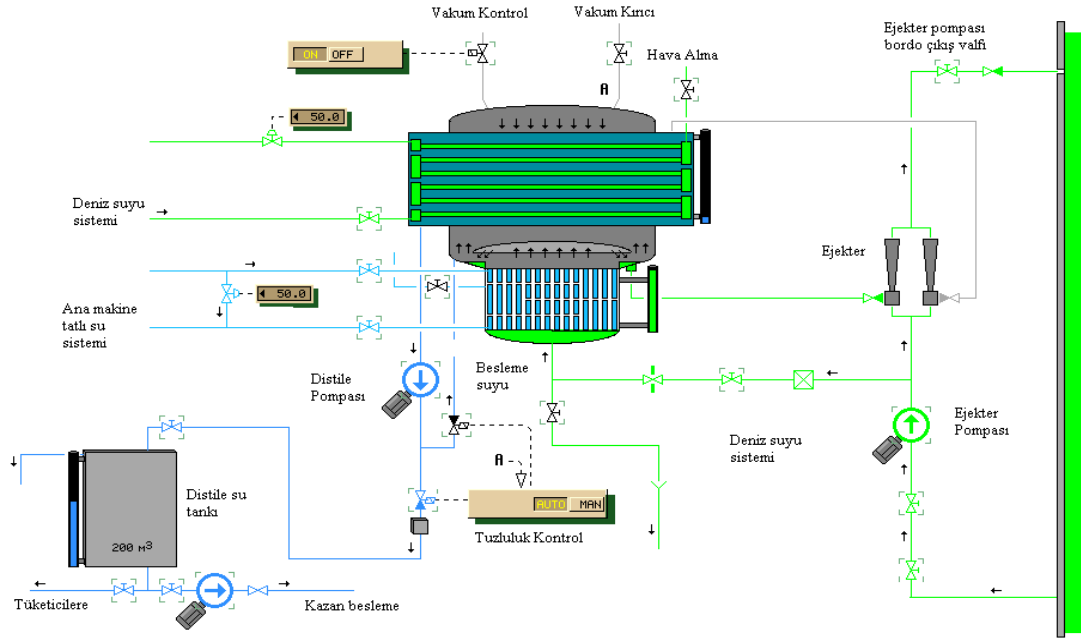
Üretim verimliliği konusundaki eksikliklerden kaynaklanan uygunsuzluk örneği ve bu durumda ortaya çıkan ekonomik kayıplar irdelenecektir. Tatlı su üretim sisteminin yanlış yerleşimi sistem uygunsuzluğu, bu durumdan kaynaklanan üretim kapasitesi değişimi ekonomik kayıp olarak değerlendirilecektir.

5.2.3.1 Uygunsuzluğun Tanımlanması

Tatlı su üretim sisteminde, ejekter pompasının borda çıkış valfinin pozisyonunun dolayı tatlı su üretim kapasitesinin düşmesine neden olmaktadır. Özellikle geminin yüklü olduğu durumlarda su hattı altında kalan borda çıkış valfine deniz suyu tarafından uygulanan karşı basınç ejekterde akış hızını ve evaporeyter içindeki vakum değerini düşürmektedir. Bu durum evaporeyter içindeki kaynama noktasının yükselmesine ve üretilen tatlı su kapasitesinin azalmasına neden olmaktadır.

5.2.3.2 Sistem Verileri

Tatlı su üretim sistemi, sızdırmaz bir hacim içerisinde oluşturulan vakum neticesinde düşük sıcaklıklarda suyun kaynaması ve oluşan su buharının damıtılarak su elde edilmesi prensibine göre çalışır. Ana makine soğutma suyu devresinde dolaşan su sistem için ısı kaynağı olarak kullanılmaktadır [41]. Şekil 5.6' da sisteme ait devre şeması gösterilmektedir.



Şekil 5.6: Tatlı Su Üretim Sistemi

Sistemin işleyişi ile ilgili parametreler ve uygunsuzluğun tespit edildiği sisteme ait ideal koşul değerleri aşağıda gösterilmektedir.

Tatlı su üretim kapasitesi: $C = 35 \text{ m}^3 / 24 \text{ saat}$

Ana makine ceket suyu evaporeyter giriş sıcaklığı: $T_1 = 80^\circ \text{C}$

Ana makine ceket suyu evaporeyter çıkış sıcaklığı: $T_2 = 65^\circ \text{C}$

Ana makine ceket suyu akış debisi: $80 \text{ m}^3 / \text{s}$

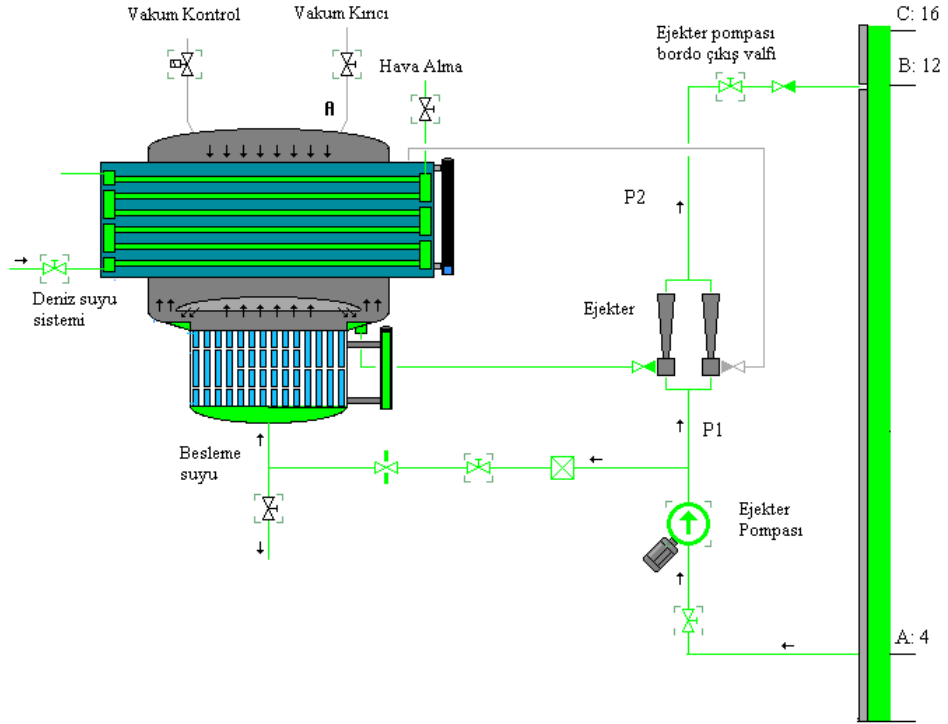
Ejekter pompası deniz suyu giriş basıncı: $P_{Eg} = 0.9 \text{ kg/cm}^2$

Ejekter pompası deniz suyu çıkış basıncı: $P_{Ec} = 4.7 \text{ kg/cm}^2$

5.2.3.3 Analiz

Şekil 5.7'deki sistemde, borda çıkış valfi pozisyonunun uygun olması durumu gösterilmektedir. Bu durumda $h_A = 4 \text{ m}$, $h_B = 12 \text{ m}$, $h_C = 16 \text{ m}$ değerlerini almaktadır. Bu şartlar altında $P_1 = 3 \text{ bar}$, $P_2 = 0,2 \text{ bar}$ değerlerini almakta ve evaporatör içerisindeki vakum % 95 değerine ulaşmaktadır yani, evaporatör içindeki basınç $P_{EVA} = 0.05 \text{ bar}$ olarak ölçülmektedir. Vakum-kaynama noktası grafiğinden faydalanarak $P_{EVA} = 0.05 \text{ bar}$ değeri için suyun kaynama noktası 32°C olarak tespit edilmektedir.

Bu sıcaklık derecesine karşılık gelen su üretim kapasitesi ideal şartlardaki tam kapasitenin % 92'sine eşittir.

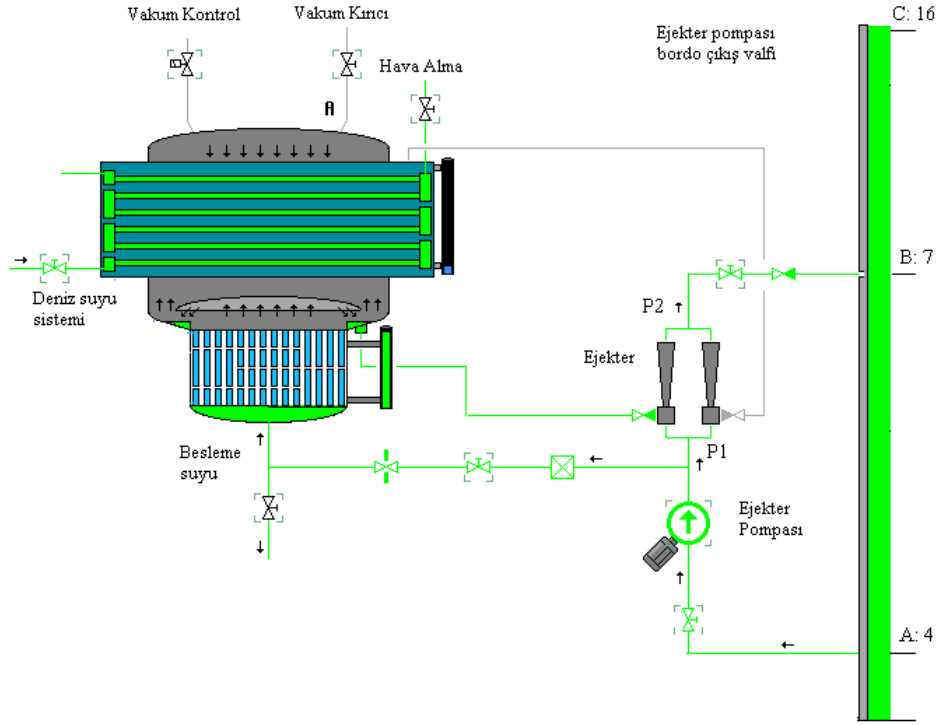


Şekil 5.7: Borda Çıkış Valfinin Pozisyonunun Uygun Olması Durumu

Dolayısı ile günlük tatlı su üretim kapasitesi ideal şartlardaki kapasite ve mevcut şartlardaki kapasite verimlilik değeri kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$\begin{aligned} \text{Kapasite}_1 &= C_1 = 35 \text{ m}^3 / 24 \text{ saat} \times \% 92 \\ \text{Kapasite}_1 &= C_1 = 32,2 \text{ m}^3 / 24 \text{ saat} \end{aligned} \quad (5.1)$$

Şekil 5.8'de gösterilen sistem, borda çıkış valfi pozisyonunun uygunsuz olması durumudur. Bu durumda $h_A = 4$, $h_B = 7$, $h_C = 16$ değerlerini almaktadır. Bu şartlar altında $P_1 = 4$ bar , $P_2 = 0.8$ bar değerlerini almakta ve evaporatör içerisindeki vakum % 87 değerinde kalmaktadır. Bir başka deyişle evaporatör içindeki basınç $P_{EVA} = 0,20$ bar olarak ölçülmektedir. Bu şartlar altında suyun kaynama noktası vakum-kaynama sıcaklığı grafiğinden faydalanarak 50°C olarak tespit edilmektedir. Bu sıcaklık derecesine karşılık gelen su üretim kapasitesi kaynama sıcaklığı-kapasite diyagramından faydalanarak ideal şartlardaki tam kapasitenin % 78'ine eşit olarak bulunur.



Şekil 5.8: Borda Çıkış Valfinin Pozisyonunun Uygun Olmaması Durumu

Sistemde, borda çıkış valfinin pozisyonunun uygun olmaması durumunda elde edilen kapasite değeri aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned} \text{Kapasite}_2 &= C_2 = 35 \text{ m}^3/24\text{saat} \times \% 78 \\ \text{Kapasite}_2 &= C_2 = 27,3 \text{ m}^3/24\text{saat} \end{aligned} \quad (5.2)$$

5.2.3.4 Sonuç

İki durum arasındaki su üretim kapasiteleri farkı günlük olarak düşünüldüğünde;

$$\begin{aligned} \text{Kayıp} &= \text{Kapasite}_1 - \text{Kapasite}_2 = 32,2\text{m}^3/24\text{saat} - 27,3\text{m}^3/24\text{saat} \\ \text{Toplam günlük su kaybı} &= 4,9 \text{ m}^3/24\text{saat} \end{aligned} \quad (5.3)$$

olarak bulunur. Dolayısı ile yerleşim uygunsuzluğundan kaynaklanan günlük su üretim kapasitesindeki düşüş $4,9 \text{ m}^3/24$ saattir. Bulunan bu değer aylık periyotta düşünüldüğünde yaklaşık 147 m^3 değerine ulaşmaktadır. Ortalama su alım fiyatı 10 dolar/ m^3 olarak alınırsa su maliyetindeki aylık artış yaklaşık 1470 dolar/ay civarındadır. Bu kaybın dışında gemi sefer süresinin çeşitli nedenlerden dolayı uzaması ve beklenmeyen miktarlarda su harcamaları gemide su sıkıntısına yol açabilmektedir.

5.3 ERGONOMİ AÇISINDAN YAKLAŞIM

Ergonomik gereklerin sistemlere sistematik olarak uygulanabilmesi için bir insan-sistem ortak yüzey dizayn yöntemi kullanılmalıdır. Bu yöntem mühendislik dizaynı çalışmalarını esnasında yürütülebilecek 3 faaliyeti içermektedir.

- Analiz
- Dizayn
- Doğrulama ve Onaylama

Yöntem, mühendislik dizaynı içine ergonomi prensiplerini ve kriterini katmaya önem veren, insan-sistem arayüzlerinin tasarlanması temeline dayanmaktadır. Bu yöntem, deniz sistemlerinin dizaynı ya da değişikliği işlemleri sırasında yerine getirilebilir. Yöntem, dizayn etme faaliyetleri üzerine hareket eden analizlerle başlar, doğrulama ve onaylama işlemleri ile son bulur. Anlatılan bu yöntem detaylı bir yaklaşım sağlamak için tasarlanmıştır [39].

5.3.1 Tanımlar

Ergonomik dizayn faaliyetlerinin yürütülmesine yönelik kullanılacak metodolojiye ait temel kavramlar aşağıda tanımlanmıştır:

Algılama: Farkında olma, anlayış, muhakeme ve karar gibi safhaları içeren akli bilgi yöntemidir.

Sezgi: Etrafı görmek, duymak, tatmak, koklamak ya da hissetmek için fiziksel enerji ve ilginin yöneltmesi ve kazanımıdır.

Hata kontrolü: İnsani hatanın ihtimali, sıklığı, tehlikesi ve iyileştirilebilirliği üzerine uygulama yapma kontrolüdür.

Antropometri: Cinsin,ırkın ve bölgesel kökenin bir fonksiyonu olarak insani vücut ölçülerinin ve gücünün değişkenliğinin ölçümüdür.

İş programı: Personel tarafından yerine getirilen çalışma vardiyası düzenlerinin ve sürekli saatlerinin yer aldığı düzenlemedir.

Personel Gereksinim Düzeyleri: Operasyonlar müddetince sistemlere kadro sağlayan personel sayısıdır. Manevrada periyotlarında kısa süreli zaman dilimi içerisinde yerine getirilmek zorunda olan görevlerin ve seyirde periyodunda yürütülen olağan işleri içeren çalışma yüküne göre tespit edilir.

Durumun arkında olma: Çevrenin yansıttığı o anki gerçekliği kişinin sezisinin kesinlik derecesidir.

Haberleşmeler: Bir gemi ya da açık deniz platformu için kapalı alanda ya da açık havada insani ses haberleşmesidir.

Düzen: Teçhizatın bir ünitesini ya da bir modülünü tamamlayan bölümlerin ve elemanların fiziki düzenlemesidir.

İzleme: Değişiklikleri ortaya çıkarmak için bilgi toplamak amacıyla sistemli bir şekilde yürütülen takip çalışmalarıdır.

Bulgusal Yaklaşım Metodu: Bir problemin çözümünde ya da incelenmesinde bir yol gösterici olarak hizmet veren kuramsal bir formül ya da bir düşünce modelidir.

Dizayna Dayanan İş: Bir çalışma istasyonunda yerine getirilmesi gereken çalışmaların hata toleransına, önemine ve zorluğuna dayanan ortak yüzeylerin dizaynıdır.

5.3.2 Ergonomik Dizayn Aktiviteleri

Sistem içine ergonomik faktörlerin etkin katılımını geliştirme aktiviteleri yapısaldir, sistemlidir, kendi içinde disiplinedir. Bu görevlere ayrılan yüksek seviyede hedefler ile başlayan, hedefleri gerçekleştirmek için gerekli olan dizayn yaklaşımıdır. Görevler, insana ve sistem kaynaklarına ayrılır. İnsan görevleri farklı insan görevlerine ayrılır. Çalışmalar, önemli işlerde gruplara ayrılır ve insan-sistem ortak yüzeyi çalışma gerekliliklerini desteklemek için dizayn edilir. Bir temel insan-ortak yüzey dizayn yaklaşımı 3 aşamadan oluşmaktadır:

- Ergonomik dizayn gerekliliklerinin analizi
- Ortak yüzey dizaynlarının gelişmesi
- Dizayn doğrulamasının ve onaylamasının yerine getirilmesi

5.3.3 Ergonomik Dizayn Gerekliliklerinin Analizi

İnsan-ortak yüzey dizayn gerekliliklerinin analizinde 5 kriter dikkate alınmaktadır.

5.3.3.1 Eski Dizaynların Analizi

Bazı sistemlerin dizaynlarında uygulanmış olan ilk insan-ortak yüzey dizayn aktivitelerinden biri, eski dizaynların analizidir. Bu aktivitenin amacı, yeni dizaynda

ya da yapılacak değişikliklere bir temel sağlamak için eski dizaynların başarılarını ve başarısızlıklarını teşhis etmektir. Bu çalışmanın ana sonucu, hem eski dizaynların ilerleme sağlatması gereken olumlu hallerinden hem de değiştirilmesi veya geliştirilmesi gereken yönlerin ortaya çıkarılmasıdır. Bu çalışmada, önceki bölümde tamamlanan anket çalışması, incelenen garanti bildirimleri ve gemi raporları bu tür faaliyetler için örnek teşkil edebilir.

5.3.3.2 İnsan Görevlerinin Analizi

En kritik insan-ortak yüzey aktivitelerinden biri, insan görevlerinin ve çalışmalarının analizidir. Çalışma analizleri, personelin aşağıda verilen şartlar içinde sistem ile birlikte yapacağı çalışmaların ve görevlerin yorumunu bir noktaya getirir.

- Gerekli bilgi ve kontrol hareketlerini ilgilendiren çalışmalar için bilgisayar bilgi girdileri ve çıktıları
- Bir kontrolün el ile işletiminden sonra işletmeciye sağlanan geri besleme
- Çalışmalar arasındaki bağımlılıklar
- Çalışma performansının ardıllığı
- Performansın süresi ve sıklığı
- Gerekliliklerin tam zamanında olması
- Çalışmaların kritikliği ya da önemi
- Hata toleransı

Düzenleyen kişi; bir çalışma analizini yerine getirme ile bir çalışma istasyonunun ya da çalışma alanının güvenilir çalışma performansını desteklemek için nasıl dizayn edileceğinin ve düzenleneceğinin bir yorumunu geliştirir. Çalışma analizleri, görevin yerine getirilmesi gibi insan aktivitelerinin sıralı tekrarlanmasının ve akışının açıklaması için yürütülen çalışmalardır. Personelin; kontroller, göstergeler, konsollar, paneller, çalışma istasyonları, donanım ve çalışma alanları arasında nasıl hareket edeceğini anlamak için kullanılabilir. Bu bilgi çalışmaların ardıllıklarına, sıklıklarına ve kritikliğine dayanan sistemlerin ve çalışma istasyonlarının düzenlenmesi için kullanılır.

5.3.3.3 Personelin Karakteristikleri

Ergonominin üzerine yoğunlaştığı insan-ortak yüzey hususu için yaptığı çalışmalar, işletmeciler ya da bakım yapan kişiler gibi sistem kullanıcılarının karakteristiklerinin

teşhis edilmesi için gereklidir. Bu çalışmalarla teşhis edilen personel kapasiteleri ve gereklilikleri aşağıda belirtilmiştir:

- Eğitim, belgelendirmeler ve ehliyetler,
- Deneyim dereceleri,
- Güç, fiziksel ölçü ve görme kuvveti gibi fiziksel karakteristikler,
- Davranış beklentilerine ilişkin kültürel karakteristikler,
- Yönetim tarzları.

5.3.3.4 Çevresel Analizler

Yaşama alanı ve çalışma alanı çevresel şartlarının insan performansına etkilerinden önce personelin maruz kalacağı çevresel şartların teşhis edilmesine ihtiyaç vardır. Çevresel analizler; sıcaklık artmaları, yüksek sese, titreşime ve aydınlatmaya maruz kalma, beklenen platform hareketleri ve deniz şartları gibi dahili ve harici faktörlerin belirlenmesi için yapılır. Bu faktörlerin hepsi dizayn için dikkate alınmalıdır. Çevresel şartlar varolacağı düşünülen işletme alanları ve bağlı olunan değişkenlikler için teşhis edildiklerinden analizler tipik olarak kuramsal çalışmalardır.

5.3.3.5 En Kötü Durum Şartlarının Tespiti

Bütün dizayn çalışmalarında, olası en kötü durum işletme ve bakım yapma senaryolarının ne olabileceğinin önceden bilinmesi önemlidir. Örneğin, çalışmalar görevi yerine getirme için daha az veya yetersiz eğitime sahip olabilen personel tarafından ya da kötü aydınlatma ile aşırı soğuk veya aşırı sıcak ortam şartları altında yerine getirilmek zorunda olabilir. Diğer durumlarda, sistemin bazı görevlerini yerine getiremediği ya da ciddi olarak bozulduğu olağanüstü durum şartları ve baskısı altında personelin görevini yerine getirmesi gerekebilir. Bunların bir sonucu olarak, dizayn mümkün olduğunca sade yapılmalıdır ve talimatlar ekipmanla birlikte monte edilmelidir. Daha ileri durumlarda ve aşırı ağır şartlar altında görevlerin başarılabilmesi için personele izin veren koruyucu donanım sağlanabilir.

5.3.4 Uygunsuzluk Örneklerinin Ergonomi Açısından Değerlendirilmesi

Açıklanan yöntem doğrultusunda dizayn edilmiş bir sistem için hata noktaları irdelenecektir. Uygunsuzluğun tanımlanması ile başlayan analiz, 4 basamaklı bir inceleme ile sürdürülerek sonuçlanmaktadır.

5.3.4.1 Uygunsuzluğun Tanımlanması

Sentine katı yürüme sacının altındaki yakıt transfer pompası alıcı devresi üzerinde bulunan ve aynı zamanda üzerinde uzaktan kontrol donanımı yerleştirilmiş olan valf için, konumu nedeni ile bakım-onarım imkanlarının ve kontrol işlemlerinin yürütülmesi sırasında zorluklar yaşanmaktadır.

Bu durumun önüne geçilmesi için dizayn aşamasında valf yerleşiminin belirli bir plan ve yöntem çerçevesinde yürütülmesi gerekmektedir. Bu konuda ABS Klas Kuruluşu'nun önerdiği 4 aşamadan oluşan analiz işlemleri ve çalışmalar sonucu valf tasarımına yönelik elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir [39].

5.3.4.2 Analiz Aşamaları

Uygunsuzluğun ergonomik açıdan analiz işlemi; personel görevlerini, görevi yerine getirecek personeli, işletme ve en kötü durum şartlarını teşhis etme konusunda yürütülecek çalışmaları içermektedir.

Aşama 1: Personel görevlerini tanımlama

Kullanıcı personel; valfin, devreye montaj edildiği bağlantıların, uzaktan kontrol donanımının görsel bir denetlemesini yapabiliyor olmak zorundadır. Valfin yerleşimi ve yeterli aydınlatması, işletme ve bakım yapma için fiziksel temasın ve görsel denetlemenin her ikisinin de yapılabilmesini sağlamak zorundadır. Ayrıca, valfin kaçırma durumunda veya uzaktan kontrol donanımının görevini yerine getiremediği durumlarda bakım-onarım veya yenilenme gereksinimi olabilecektir. Bu gibi durumlarda valfin yerinden sökülmesi, üzerindeki donanımların valftan ayrılması gerekmektedir. Personel tarafından yerine getirilecek bu görevler için belirli oranca fiziksel güç kullanımı gerekecektir. Bu noktada uygun bir çalışma yüzeyinin tasarlanması gerekmektedir.

Aşama 2: Görevi yerine getirecek olan personeli teşhis etme

Gemide görev alması muhtemel kimselerin ırklarının genel fiziksel değerlerine göre bir yaklaşım hedeflenmektedir. Ancak, personelin değişkenliği bu bölüm için daha ileri bir çalışma gerektirmektedir. Cinsin, ırkın ve bölgesel kökenin bir fonksiyonu olarak insani vücut ölçülerinin ve gücünün değişkenliğinin ölçümüne antropometri denilmektedir. Eğer gemide hangi ırktan personelin görev alacağı bilirse, personelin fiziksel ölçülerini teşhis etme görevini yapmak daha kolay olacaktır.

Aşama 3: İşletme şartlarını teşhis etme

Bu örnekte görevler zihinsel yapılan işlerle karşılaştırıldığında, genel olarak fizikseldir ve kısa sürelidir. Bu nedenle fiziksel çalışma çevresinin sıcaklık, nem, ses gibi etkileri kritik önem taşımayabilir. Buna rağmen çalışma alanının aydınlatma seviyesi önemli bir çevresel sorun olabilir.

Aşama 4: En kötü durum şartlarını teşhis etme

En kötü durum şartları aşağıda verilenlerin bir birleşimi olabilir.

- Normalde bir görevi tamamlama deneyimine sahip bir gemi personeli herhangi bir sebepten dolayı görevi tamamlayamayabilir ve bu görevin daha az tecrübe sahibi biri tarafından tamamlanması zorunlu hale gelebilir.
- Stres ve baskı oluşturan olağanüstü durum şartları altında görevin yerine getirilmesi gerekli olabilir.
- Şiddetli veya kötü işletme şartları altında görev tamamlanabilir. Titreşim, sıcaklık gibi aşırı çevresel değerler ve ağır deniz koşulları bunlara örnek gösterilebilir.

Geminin dizaynı aşamasında, en kötü durum şartlarının önceden düşünülmesi gereklidir ve bu uygulama insan hatalarının düşürülmesinde olumlu katkılar sağlayacaktır. Dolayısı ile planlama aşamasında aşağıdaki kriterlerin dikkate alınması gerekmektedir.

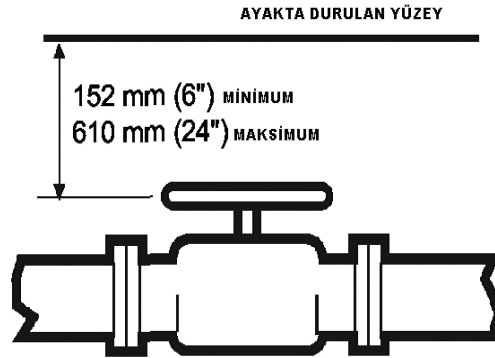
- Valf için uygun aydınlatma düzeyleri seçilmelidir.
- Valfa ulaşma için personele izin veren vasıtalar düzenli yerleştirilmelidir.
- Valfi tamir etme çalışmasına müsaade edecek bir çalışma platformu düşünülmelidir.

5.3.4.3 Sonuç

Valfin tasarım işlemleri sırasında aşağıda sıralanan gereksinimler yerine getirilmesi gerekmektedir.

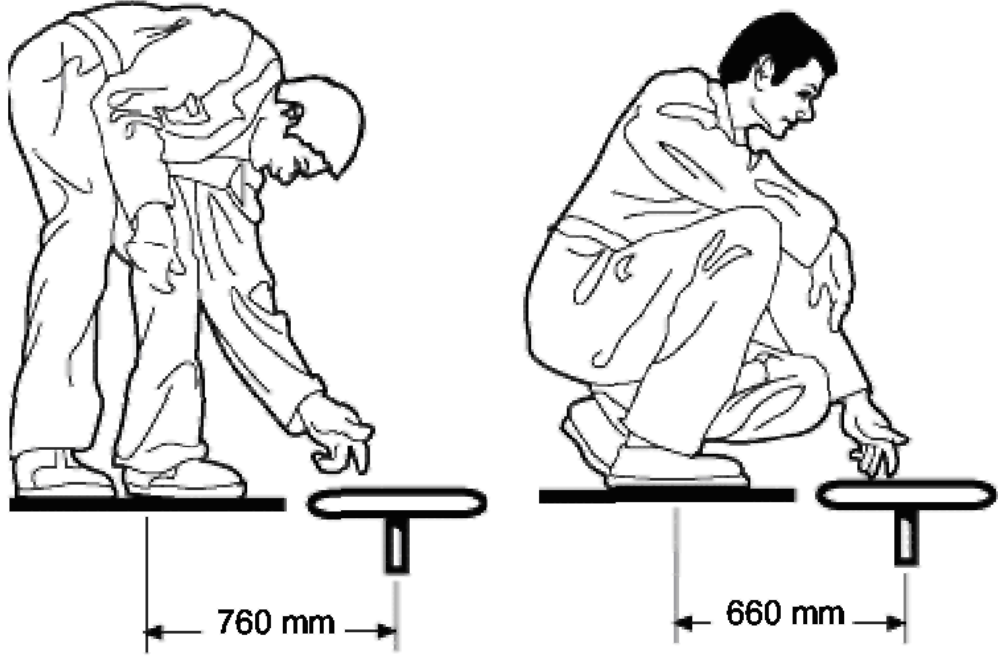
- İncelenen valf olağanüstü durumlar sırasında hızlı kullanılması gereken ayrıca, normal koşullarda sık ulaşılması gereken bir valftir. Dolayısı ile kritik valf tanımına uymaktadır.

- Uzaktan kapama kontrol donanımı ile uygulanabilirlik açısından Kategori 1 valfleri arasında yer almaktadır, yani güvenlik için kritik önemi olan valfler sınıfındadır.
- Valfin el kontrolü ile açılıp kapatıldığı süreçte gereken güç 450 N. altında olmalıdır.
- Aydınlatma, standart makine dairesi elektrik teçhizatı ya da bu amaç için bulundurulmuş aydınlatma ile sağlanabilir. Bu özel durumda, aydınlatma el feneri gibi taşınabilir bir aydınlatma kaynağı veya seyyar bir lamba donanımı ile sağlanabilir.
- ABS Klas Kuruluşu tarafından uygulanan İşletme ve Bakım Yapma Alanları İçin Aydınlatma Kriteri'ne göre; makine kontrol odaları için en az 300 Lux'luk bir aydınlatma seviyesinin, jeneratör dairesi, fan daireleri gibi diğer makine alanları içinde en az 150 Lux'luk bir aydınlatma seviyesinin sağlanması gerekmektedir.
- Valf sapına sahip olan dikey konumda yerleşimi tercih edilen valfin, valf manivelası bir yürüme yolu içinde yer aldığı için; bu valf, montaj yüksekliği ne olursa olsun, valf sapı yatay ve valf manivelası dikey konumda monte edilmelidir.
- Valf ayakta durulan yüzeyin altına yerleştirilmiştir. Bu tür bir yerleşim için valfin yürüme sacından belirli bir uzaklıkta konumlandırılması gerekmektedir. Şekil 5.9'da bu tür bir valf için gerekli maksimum ve minimum değerler gösterilmektedir.



Şekil 5.9: Panyon Sacı Altında Valf Konumlandırılması

- Ayakta durulan yüzeylerin altına yerleştirilmiş valfların işletimi için eğilmek ya da çömelmek gerekli olur. İşleticinin ya da bakım yapan kişinin tercih edilen vücut pozisyonuna göre valfin merkezinin belirli mesafelerde olması gerekmektedir. Şekil 5.10' da bu değerler gösterilmektedir.



Şekil 5.10: Panyon Sacı Seviyesindeki Valfin Kontrolü

Yerleşim uygunsuzluğu tespit edilen valfin, bu tür bir yöntem kullanılarak tasarlanması halinde kontrolü daha kolay ve bakım-onarım imkanları için daha elverişli bir pozisyona sahip olacaktır.

5.4 UYGUNSUZLUK ANALİZLERİNİN GENEL DEĞERLENDİRMESİ

Uygunsuzluk örnekleri için yapılan analizler neticesinde, güvenilirlik, ergonomik ve ekonomik açılardan eksikliklerin birtakım tehlikeli oluşumlara ve performans kayıplarına yol açtığı sonucunda varılmıştır. Yapısal eksikliklerden kaynaklanan bu hataların oluşmasının temel nedeni, tasarım ve inşa aşamalarında gemilerin işletme gereksinimlerinin sistemlere entegrasyonunun sağlanamamasıdır. Bu özelliklerin üretim dokümanlarında yer alması için Genişletilmiş Ürün Modeli ve serbest alanların geometrik modellenmesi gibi ileri çalışmaların yürütülmesi gerekmektedir. Ancak tersanelerdeki yoğunluk nedeni ile bu tür çalışmaların üretim kademesinde uygulanabilme olasılığı düşüktür.

6. TERSANE MERKEZLİ KARAR DESTEĞİ MODELİ

Bir önceki bölümde tespit edilen uygunsuzluklar ve etki alanları analiz edilmiştir. Bu durum bir düzeltici faaliyet gerektirmektedir. Düzeltici faaliyet, uygunsuzluğun belirlenmesinden sonra riskle karşılaşma oranını mümkün olduğunca azaltmaya ve belirlenen sapmaları düzeltmeye yönelik yürütülen çalışmalar olarak tanımlanabilir.

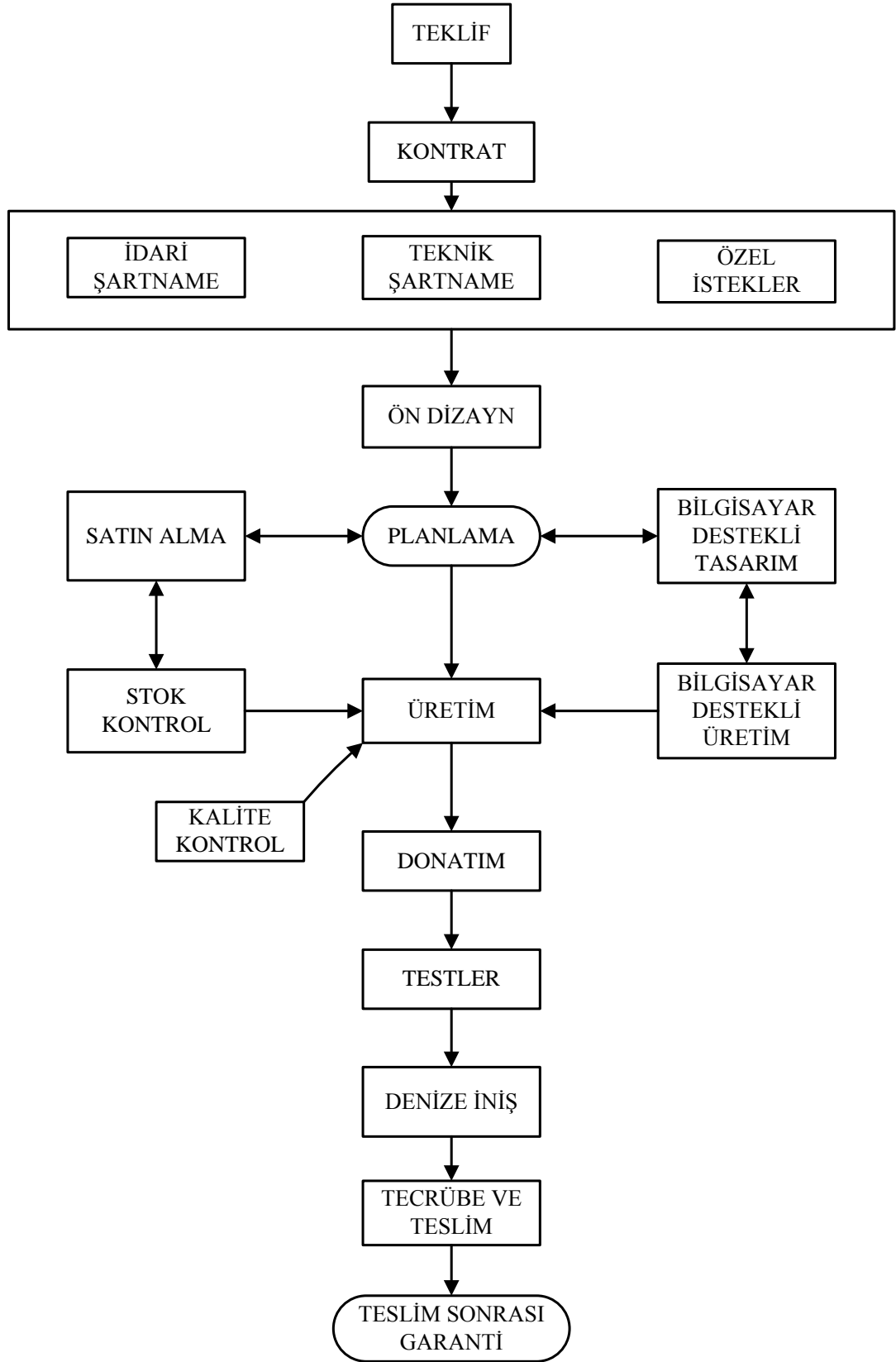
Bu bölümde servis altındaki geminin makine dairesinde zaman içinde ortaya çıkan inşa kökenli uygunsuzlukların en aza indirilmesine yönelik yeni inşa veya mevcut gemiler için uygulanabilecek yöntem ve işlemler irdelenecektir. Bu noktada normal bir tersane işleyiş düzeni içine bu metodun ve bu tür bir bakış açısının nasıl entegre edilebileceği konusunda öneriler sunulacaktır.

6.1 İNŞA AŞAMASINDA PLANLAMA ve İŞLEM BASAMAKLARI

Gemi inşaatı yapan bir tersanenin yeni bir geminin inşaatı için yürütülen işlem süreçleri aşağıdaki başlıklar altında sıralanabilir [42]:

- ✓ Teklif
- ✓ Kontrat imzalama
- ✓ Planlama
- ✓ Tasarım
- ✓ Satın alma ve stok kontrol
- ✓ Üretim prosesleri
- ✓ Kalite kontrol
- ✓ Denize iniş
- ✓ Test ve tecrübeler
- ✓ Teslim
- ✓ Teslim sonrası garantiler

Yeni gemi inşaatı yapan bir tersanenin prosesleri şekil 6.1’de gösterilmektedir.



Şekil 6.1: Tersane Prosesleri Arasındaki İlişkiler

6.1.1 Teklif

Teklif aşaması, yeni gemi yaptırmak isteyen bir müşterinin tersane ile bağlantıya geçmesinden, kontratın imzalanmasına kadar süren aktiviteleri içerir. Bu aktiviteleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

- ✓ Müşteriden teklif gelmesi
- ✓ Gelen teklife göre teknik ve idari şartnamelerin hazırlanması veya gözden geçirilmesi
- ✓ Yurt içi ve yurt dışı malzeme ve ekipmanlar için ön teklif alınması
- ✓ Klas kuruluşunun belirlenmesi
- ✓ Ön dizaynın yapılması (Ön dizayn, ilk endaze, ön mühendislik hesaplarını ve kaba malzeme ve ekipman özelliklerini kapsar)
- ✓ İnşa kapsamının belirlenmesi
- ✓ Maliyet ve kar hedefinin belirlenmesi ve fiyat çıkarılması
- ✓ Kredi ve teminatın belirlenmesi
- ✓ Ödeme takviminin belirlenmesi
- ✓ Teslim tarihinin belirlenmesi
- ✓ Garanti kapsamının belirlenmesi
- ✓ İnşa sürecince sigorta kapsamının belirlenmesi

Yukarıda sıralanan noktalarda, tersane ve müşteri anlaşma noktasına vardıkları zaman kontrat imzalanır. Her iki taraf ta sözleşmeyi kendi çıkarlarına uygun hale getirmeye çalışırlar. Müşterinin istekleri ve tersane kapasitesi veya üretebilirliği sözleşmeyi şekillendiren en önemli unsurlardır. Sözleşme imzalandıktan sonra müşteri veya tersane diğer tarafın onayı ile sözleşmede bir değişiklik yapar ise bu değişikliğin tersanede ilgili bölümlere kimin tarafından ve nasıl aktarılacağı belirlenmelidir.

6.1.2 Kontratın İmzalanması

Gemi inşaatı kontratı 3 bölümden oluşmaktadır. İlk kısım tersane ve müşterinin geminin yapılmasına karar verdiklerini belgeleyen kontrattır. Kontratta belirtilen ve

onun eklerini oluşturan idari ve teknik şartnameler farklı konuları kapsarlar. Teknik şartname inşa edilecek gemi ile ilgili teknik detayları içermektedir. Teknik şartname, tasarım, planlama ve üretim aşamalarında değişebilir veya açık bırakılan noktalara kesinlik kazandırılabilir. Müşterinin özel istekleri de bir ek olarak sunulabilir.

6.1.3 Planlama

Planlama bölümü tüm departmanları birbirine bağlar ve ana hedefleri belirleyip diğer bölümlere iletir. Yeni bir geminin inşası için planlama faaliyetleri aşağıda sıralanan konuları kapsamaktadır.

- ✓ Bütçe planlaması
- ✓ Malzeme ve ekipman kabul şartları ve satınalma temrinlerinin belirlenmesi
- ✓ Proje resimlerinin üretime verilme tarihlerinin belirlenmesi
- ✓ İşgücü planlaması, taşeron firmaların değerlendirilmesi ve seçimi
- ✓ Üretim programının belirlenmesi
- ✓ İş emirlerinin açılması

Bir şirketin planlama faaliyetlerinin doğruluğu, hesaplanan maliyet ve hedeflerin gerçek rakamlardan ne kadar saptığına bakılarak anlaşılabilir. Sapma çok büyük olursa, planlama bölümü şirkete faydadan çok zarar getiriyor denebilir.

6.1.4 Tasarım

Tasarım faaliyetleri ön tasarım, kontrat tasarım ve üretim tasarım olarak ana gruplara ayrılabilir. Ön tasarım, sözleşme imzalanmadan önce maliyet analizi, malzeme ve ekipman kapsamını belirlemek amacı ile yapılır. İlk endaze seçimi, ön mühendislik hesapları, malzeme ve ekipman kapsamını belirleme işlemlerinde oluşur. Kontrat tasarım, sözleşme imzalandıktan sonra müşterinin isteklerini gösteren teknik ve idari şartnameleri, seçilen klas kuruluşunun isteklerini ve uluslararası kuralları baz alarak yapılan tasarım çalışmalarıdır. Kontrat tasarım çıktıları kullanılarak üretime yönelik üretim tasarımı yapılır. Üretim tasarımı kapsamında iş gruplarına göre detaylı işçilik resimleri hazırlanır. Ayrıca çelik imalat için kesim planları ve kodları üretilir.

6.1.5 Satın Alma ve Stok Kontrol

Planlama, tasarım ve üretim bölümleri tarafından özellikleri tanımlanan ürün ve hizmetlerin hedef tarihlere kadar satın alınmasından sorumludur. Ürün ve hizmetlerin sipariş formuna uygunluğu denetlenip, doğrulandıktan sonra stok kontrol tarafından malzeme, ekipman ve hizmetlerin girişleri yapılır. Tüm bölümler ihtiyaç duydukları malzeme ve ekipman ihtiyaçlarını stok kontrol ile iletişim kurarak karşılayabilirler.

6.1.6 Üretim Prosesleri

Yeni inşa edilen gemiler için üretim proseslerini, tekne üretim ve donatım olarak iki ana gruba ayırabiliriz. Tüm üretim prosesleri, uluslararası kurallar, klas kuruluşunun istekleri ve tersanenin kendi yeterliliği göz önünde bulundurularak kontrol altına alınmalıdır.

Tekne Üretim İşleri: Tekne üretim işleri incelendiğinde üretim sırasına göre alt gruplara ayırabilir.

- ✓ Endaze işleri
- ✓ Kesim işleri
- ✓ Ön imalat
- ✓ Panel ve perde imalatı
- ✓ Sahada blok imalatı
- ✓ Kızakta blok montaj
- ✓ Denize indiriliş hazırlığı

Donatım İşleri: Yeni gemi inşaatında en kapsamlı bölüm donatım işleridir. Boru devreleri, ana makine ve şaft sistemi montajı, makine dairesi yardımcı sistemlerin montajı, güverte yardımcılarının montajı, elektrik ve elektronik cihazlar, boya, yaşam mahalli ve makine dairesi havalandırma, buzluk odaları montajı gibi işlemleri içermektedir.

6.1.7 Kalite Kontrol

Kalite kontrol çalışmaları, üretim kademelerinde ara ürünlerin ve ürünün gereken ve istenen şartları sağlayıp sağlamadığının tespitini kapsar. Bu tespitler test ve tecrübeler yardımıyla yapılabildiği gibi, üretimin kontrol altında tutulması ile de

gerçekleşir. Üretim sırasında proseslerin gereken ve istenen şartların yerine getirilip getirilmediğini kontrol etmek kalite kontrolün başka bir görevidir.

6.1.8 Denize İndirme

Denize indirme hazırlık çalışmaları, denize indirme hesaplarının yapılması, sabit ve kayıcı kızakların hazırlanması, varsa inişten önce gemiye özel boyaların atılması, deniz içi kızakların hazırlanması, geminin kum blokların üzerine oturtulması ve son kontrollerin yapılmasından oluşur.

6.1.9 Test ve Tecrübeler

Yeni inşa gemiler için yapılan test ve tecrübeler FAT, HAT ve SAT testleri olmak üzere 3 ana grupta toplanabilir. Bu testler aşağıda tanımlanmıştır.

FAT Testleri: İmalat kabul testleri olup, malzeme, ekipman, taşeron kabul testleri ve ara muayeneler bu gruba girer. Tekne üretimi sırasında yapılan muayeneler, ölçümler ve kullanılan ölçüm ve muayene teçhizatı gemi tipi, klas kuruluşu ve müşteri isteklerine göre değişebilir.

HAT Testleri: Bu testler liman periyotlarında yürütülür ve tüm ana makine, yardımcı donanımları, dümen ve pervane sistemlerini, boru ve elektrik devrelerini, güverte ekipmanlarının çalışma testlerini, yaşam mahalli ısıtma, havalandırma, vibrasyon, ses testleri ve seyir sistemlerinin testlerini içerir.

SAT Testleri: Geminin seyir performansını ölçen ve belgeleyen tecrübelerdir. Geminin boş ve balastlı halde seyir hızının test edildiği seyir deneyi, metesantrı noktasının tespit edildiği meyil deneyi veya seyir yarıçapının ölçüldüğü tecrübelerdir.

6.1.10 Teslim

Tüm test ve tecrübeler tamamlandıktan sonra eğer tersane ve müşteri arasında anlaşmazlığa düşülen bir nokta kalmadıysa, müşteri gemiyi bir teslim protokolü imzalayarak teslim alır.

6.1.11 Teslim Sonrası Garantiler

Kontratta yazan garanti kapsamında belirtilen süre ve şartlar doğrultusunda tersane, gemide üretim hatası sebebiyle oluşan hasarların giderilmesi konusunda sorumludur. Yeni gemi inşaatı yapan tersanelerin verdikleri tek servis hizmeti bu yönde yürütülen çalışmalardır.

6.2 TERSANE MERKEZLİ GENİŞLETİLMİŞ MODEL

6.2.1 Amaç ve Kapsam

Gemilerin inşa aşamasından sonra belirli süreler için kontrol amaçlı deneme seyirleri yapılmaktadır. Bu çalışmalar ile hedeflenen, sistemler ve ekipmanlar düzeyinde yapılmış olan hata ve eksikliklerin tespittir. Ancak deneme seferinin kısa olması ve bakış açılarının sınırlı olması nedeniyle eksiklikler tam olarak tespit edilememektedir. İşletme altındaki gemilerde yaşanan farklı karakteristiklerdeki işletme unsurları, acil durum gereksinimleri, çevresel etkiler, zaman etkisi, uzun süreli seferler, ekipmanların bakım-onarım gereksinimleri gibi etkinlikler esnasında çok daha farklı karakteristikte hata ve eksiklikler ortaya çıkmaktadır. Bu noktada tespit edilen uygunsuzluklar önceki bölümlerde sebepleri ve etki alanları ile birlikte vurgulanmıştır. Öte yandan kaza istatistiklerine göre % 58'lere varan insan hataları günümüzdeki denetimlere ve her türlü önlemlere rağmen devam etmektedir [29]. Klas kuruluşları ve sigorta firmaları sorunun nedenini sistem karmaşıklık düzeyine rağmen kullanıcı merkezli dizayn işlemleri kavramının ve sistemler düzeyinde işletme gereksinimlerinin entegre edilememesi olarak işaret etmektedir. Karmaşık teknik sistemlerin dizaynında sıklıkla ortaya çıkan bu sorunun çözümü işletme, ergonomi, ekonomi özelliklerinin alt sistemler düzeyinde entegrasyonu sağlanarak kullanım kalitesinin yükseltilmesi ile mümkündür [15]. Bu amaçlar doğrultusunda tasarım, üretim, donatım işlemlerinin daha sistematik yaklaşımlar ile yürütülmesi gerekmektedir. Aynı zamanda müşteri odaklı çalışma için müşteri sorunlarının analizi ve isteklerinin değerlendirilmesi tersane hizmetleri arasında yer almalıdır.

Bu hataların yeni inşa gemilere aktarılmasını önlemek için tersane merkezli yeni bir model geliştirilebilir. Aynı zamanda bu hatalar için mevcut gemilerde imkanlar dahilinde düzeltici faaliyetlerin yürütülebilmesi mümkündür. Mevcut gemilerde tespit edilen hata ve eksiklikler ile başlayacak olan bu yöntemde analiz aşaması ile çözümler işaret edilecek ve uygulama aşaması ile sonlandırılacaktır. Ayrıca ekipman üretici firmalar ve diğer tersaneler ile yapılabilecek ticari nitelikteki anlaşmalar ile sistemin finanse edilme imkanı vardır [43].

Aşağıda sıralanan etkenler bu tür bir sistematik faaliyetin yürütülmesi için ortaya çıkan gerekçelerdir.

- Mevcut gemilerin gemi makine dairelerindeki inşa kökenli uygunsuzlukların yarattığı ekonomik kayıplar, risk ve kaza oranlarını arttıran etkenlerin kaliteyi düşürmesi bu duruma karşı önlemler alınmasını gerektirmektedir.
- Ergonomi ve insan faktörü konusundaki tavsiye niteliğindeki kararların yakın gelecekte zorunlu kurallar haline dönüşme ihtimaline karşı tersanelerin bu özelliklere sahip gemi üretimi için hazırlıklı olmaları gerekmektedir.
- Deneme seferlerinin kısa oluşu ve denizcilik işletmelerinden yeterli verilerin gelmemesi nedeni ile inşa kökenli uygunsuzlukların belirlenme imkanlarının kısıtlı olması.
- Tersanelerin kaliteyi ve üretim hızını arttıracak nitelikte modeller geliştirmesi firma içi üretim standartlarının yükselmesini sağlayacak ve tersaneler için markalaşma imkanları ortaya çıkacaktır.
- Bazı periyotlarda oluşan artan gemi taleplerinin, denizcilik sektöründe meydana gelebilecek dalgalanmalar neticesinde zaman içinde azalabilir nitelikte olması ve bu noktada ürün kalitesi yüksek, müşteri ilişkileri iyi olan tersanelerin doluluk oranlarını sürdürebilecek olmaları sonucunu doğuracaktır. Doluluk oranlarının gelecekte azalma ihtimaline karşı tersanelerin müşteri portföyünü genişletecek atılımlar yapmalarını gerektirmektedir.

Bu noktada ticari gemi işletmeciliği yapan firmalar için belirlenen Uluslararası Güvenlik Yönetimi, (ISM) Kodu “Uygunsuzluklar ve Düzeltici Faaliyetler” konularındaki modeli referans alınarak tersane merkezli genişletilmiş bir model oluşturulabilir.

6.2.2 Uluslararası Güvenlik Yönetimi Kodu’nun Uygunsuzluk Yaklaşımı

ISM Kod, gemilerin güvenli yönetimi, işletimi ve çevre kirliliğini önlemek için, uluslararası standartların şirket yönetimlerine adapte edilmesine yönelik olarak hazırlanmıştır [44]. Kod gemiler ve denizcilik firmalarının yönetim organizasyonları için hazırlanmış olmasına rağmen, tersaneler içinde göz önünde bulundurulması halinde fayda sağlayacak hükümler içermektedir. Kodun 9. maddesi, “Raporlar ve Uygunsuzluklar, Kazalar ve Tehlikeli Oluşumların Analizleri” konularında uygulanabilecek prosedürleri açıklamaktadır. Prosedürler uygunsuzlukların tespit edilip yürürlüğe konulmasına yönelik işlemleri genel hatları ile tanımlanmış ve düzeltici faaliyetlerin yürürlüğe konulması hedeflenmiştir. Bu madde kapsamına giren terimler ve içerikleri aşağıda belirtilmektedir.

Kaza: Yaralanma ve can kaybının olduğu, çevreye, gemiye veya yüküne zarar geldiği olaydır.

Tehlikeli Oluşum: Gerekli önlemler alınmaması nedeni ile ortaya çıkan, daha fazla geliştikleri takdirde bir kazaya neden olabilecek hadiselerdir.

Önemli Uygunuzluk: Gemi ve personelin güvenliğine ciddi tehdit eden veya çevre için önemli risk oluşturan ve derhal düzeltici faaliyet gerektiren tanımlanabilir bir sapmadır.

Uygunuzluk: Belirlenmiş bir gereksinimin yerine getirilmediğini işaret eden ve nesnel kanıtın var olduğu durumdur.

Nesnel Kanıt: Gözlem, ölçüm veya teste dayanan ve doğrulanabilen güvenlik veya bir güvenlik yönetimi sistemi elemanının varlığı ve yürütülmesi ile ilgili kayıtlar veya gerçek beyanlar, ve tespitler sonucu elde edilen bilgidir.

Gözlem: Nesnel kanıt ile desteklenen, bir güvenlik yönetimi tetkiki sırasında yapılmış gerçek beyandır.

Doğrulama: Belirlenmiş bir gereksinime uygun olarak bir faaliyet veya operasyonun araştırılması ve teyididir. Sistem düzeyinde tetkikler de bir doğrulama faaliyetine örnektir.

Düzeltilici Faaliyet: Uygunuzluğun belirlenmesinden sonra, riskle karşılaşma oranını mümkün olduğunca azaltmaya ve belirtilen sapmaları düzeltmeye yönelik yürütülen çalışmalar olarak tanımlanabilir.

Bu konuda tanımlanan yöntem, çeşitli konularda hazırlanan raporların analizi ve bu analiz sonucu belirlenen düzeltici faaliyetlerin yürütülmesi olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır ve genel hatları ile aşağıdaki işlemleri içermektedir.

Raporlar;

- Kazalar,
- Tehlikeli oluşumlar,
- Uygunuzluklar,
- Değişiklik ve iyileştirme önerilerinden oluşmaktadır.

Analiz aşaması ise;

- Raporların kayıt edilmesi,
- Araştırılması - Değerlendirilmesi – Analizi,
- Düzeltici faaliyetlerin uygulanması işlemlerinden oluşmaktadır.

Belirtilen bir yöntem paralelinde işleyen bilgi akışı, raporun teslim alınmasından başlayan ve verilen son kararları içeren bir döngüyü içermektedir. Bu döngü model alınarak tersane merkezli ve inşa aşamasındaki gemiler için karar desteği sağlar nitelikte bir birim kurulabilir. Bu noktada, servis altındaki geminin makine dairesinde zaman içinde ortaya çıkan inşa kökenli uygunsuzlukların en aza indirilmesine yönelik yeni inşa halindeki veya işletilen mevcut gemiler için uygulanabilecek değişiklik ve öneriler düzeltici faaliyet kapsamına alınabilir.

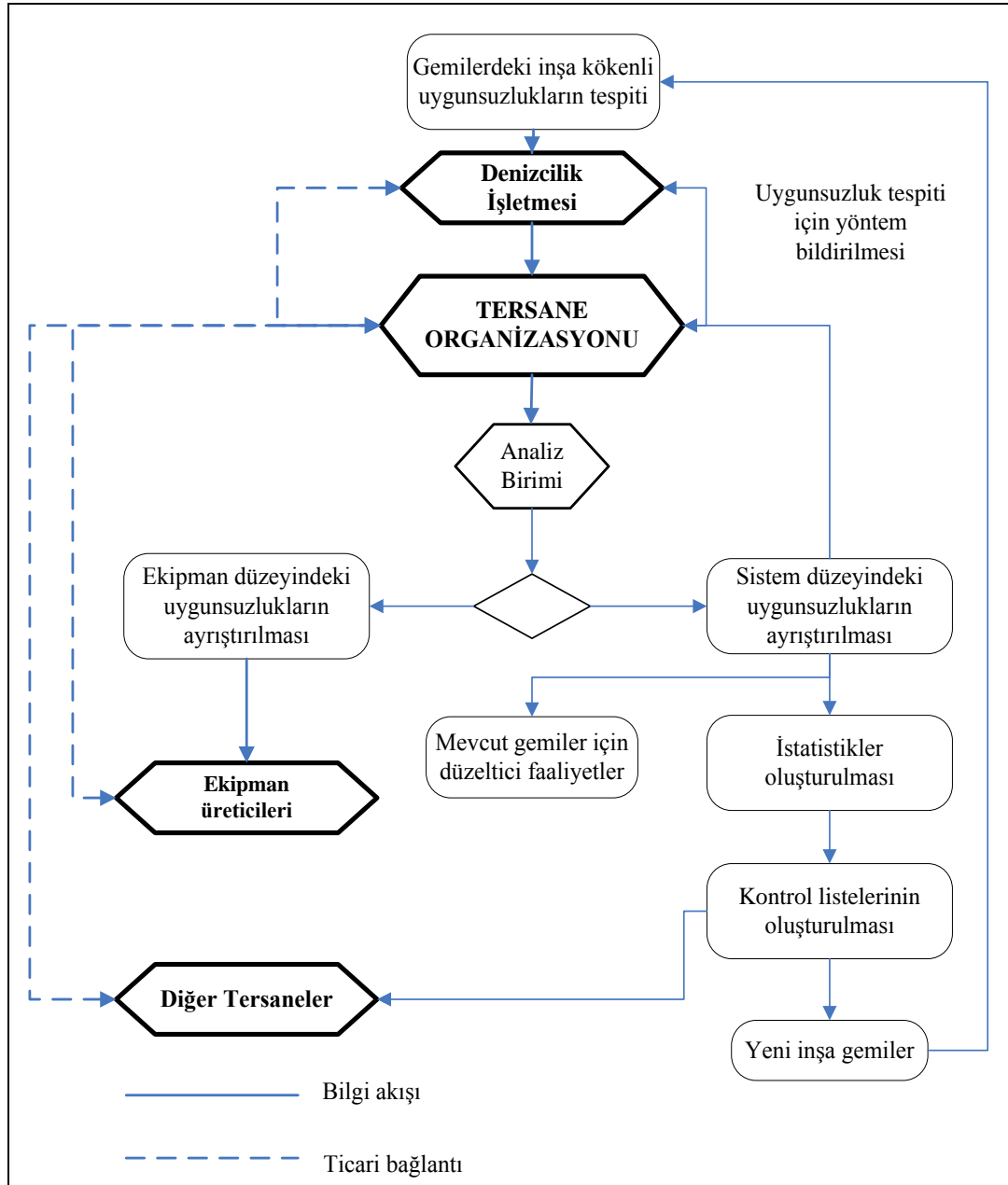
6.2.3 Modelin Bilgi Akış Diyagramı

Model tersane merkezli bir kurguya sahip olup, denizcilik işletmeleri ile karşılıklı fayda esasına dayalı bir döngüye sahiptir. Ayrıca ekipman üreticileri ve diğer tersaneler ile ticari anlaşmalar çerçevesinde veri alışverişi ile zaman içinde kısa vadede kendini finanse edebilecek bir yapıya sahiptir. Uzun vadede bakıldığında tersanenin üretim kalitesindeki artış müşteri portföyünü genişletecektir. Zaman içinde firma için markalaşma imkanları ortaya çıkacaktır.

Model, denizcilik işletmelerine ait gemilerden gelen raporların değerlendirilip tersane organizasyonuna bildirmesi ile başlamaktadır. Tersane organizasyonunda kurulacak analiz birimi bu uygunsuzlukları ekipman düzeyinde veya sistem düzeyinde olmak üzere iki kısma ayırır. Ayırıştırılan bu dokümanlardan ekipman düzeyindeki uygunsuzluklar ile ilgili hazırlanan raporlar ve yapılması gereken değişikliklere yönelik öneriler tersanenin birlikte çalıştığı ekipman üreticilerine belirli bir ticari anlaşma karşılığında sunulur.

Sistemler düzeyindeki uygunsuzluklar ise incelenerek düzeltici faaliyet uygulanabilir nitelikte olup olmamalarına göre ayırıştırılır. Düzeltici faaliyet uygulanabilir nitelikte olanlar için mevcut gemilerin tersane periyotlarında uygulanmak üzere düzeltici faaliyet planları hazırlanır. Elde edilen tüm uygunsuzluk verileri hakkında istatistiksel kayıtlar tutulur. Bu verilerden yola çıkılarak, inşa aşamasındaki tüm gemilere uygulanabilecek nitelikte kontrol listeleri oluşturulur.

Şekil 6.2’de sistemin bilgi akış diyagramı gösterilmektedir.



Şekil 6.2: Modelin Bilgi Akış Diyagramı

6.2.4 Model Yürütülme Aşamaları ve Destek İşlem Basamakları

Modelin yürütme aşamalarının, dört ana başlık altında toplanabilmesi mümkündür.

- Tespit Aşaması
- Analiz Aşaması
- Uygulama Aşaması
- Performans Değerlendirme Aşaması

6.2.4.1 Tespit Aşaması

İşletme altındaki gemilerde, makine dairesinde karşılaşılan inşa kökenli uygunsuzlukların ve eksikliklerin, gemi personeli tarafından denizcilik firmasına rapor edilmesi çalışmanın ilk basamağını oluşturmaktadır. Firma sayısının fazlalığı ve gemi personelinin belirli periyotlarda değişmesi nedeni ile tespit edilen sorunların çeşitliliği ihtimalini de arttırmaktadır. Ayrıca, tersane tarafından hazırlanacak formlar ile denizcilik işletmesinin uygunsuzluk tespiti çalışmalarına destek sağlanabilir.

6.2.4.2 Analiz Aşaması

Raporların incelenmesi, uygunsuzluk derecesine göre sınıflandırılması, ekipman ve sistem düzeyinde olmak üzere ayrıştırılması ve gemi makineleri işletme mühendisleri ile gemi inşa mühendislerinin ortak çalışmaları sonucu analiz edilmesi, çalışmanın ikinci basamağıdır. Çalışma sonucunda her gemi için uygunsuzluk tespiti ve düzeltici faaliyet raporu hazırlanır. İstatistiksel metotlardan faydalanarak, hata ve eksikliklerin tespiti ve bu bakış açısı ile tüm gemilere uygulanabilecek kontrol listeleri hazırlanacaktır. Analiz biriminin farklı disiplinlerden katılımcılar tarafından oluşturulması, farklı bakış açıları ile uygunsuzlukların irdelenme imkanını sağlar.

6.2.4.3 Uygulama Aşaması

Tespit ve analiz aşamalarında elde edilen veriler doğrultusunda planlanan değişikliklerin yürütülme çalışmalarıdır. Bu çalışmalar;

1. Her gemi için hazırlanan gemiye özel hazırlanan uygunsuzluk ve düzeltici faaliyetler raporlarının gemilerin havuza alınma periyotlarında kullanılması,
2. Hazırlanan ortak rapor ve kontrol listelerinin, tersanelerde yeni inşa edilmekte olan gemilerin inşa öncesi planlama ve kontrol aşamalarında karar desteği olarak kullanılması,
3. Ekipmanlar düzeyinde tespit edilen uygunsuzluklar ekipman üretici firmalara belirli ticari anlaşmalar çerçevesinde sunulması,
4. Kontrol listelerinin belirli ticari anlaşmalar çerçevesinde diğer tersaneler ile paylaşılması,

olarak sıralanabilir.

6.2.4.4 Performans Değerlendirme Aşaması

Tersane merkezli model için kısa ve uzun vadede performans değerlendirme imkanları vardır. Kısa dönemde bakıldığı zaman, sistem kuruluş aşaması tamamlandıktan tersanenin müşteri portföyü içindeki şirketlerden sistemi destekleyenlerin yüzdesi ve veri kapsamı ile bilgi akış hızı kısa dönemdeki sistem performans göstergeleri olarak tanımlanabilir. Bu konuda hazırlanacak istatistiksel formlar ile denizcilik işletmelerinin sistem içindeki katılım oranları tespit edilebilir. Ayrıca uygunsuzlukların ayrıştırılmasından sonra, ekipman üretici firmalar için tersane tarafından sağlanan veri istatistikleri, diğer bir performans göstergesidir. Uzun vadede; yeni inşa gemilerden gelecek verilerin daha önceki istatistikler ile karşılaştırılarak uygunsuzluk oranlarında meydana gelen azalmanın veya artışın izlenmesi, sistemin başarı düzeyi hakkında bilgi verecektir. Ayrıca servis altındaki gemilerdeki düzeltici faaliyetler neticesinde meydana gelen performans değişimi diğer bir parametre olarak izlenebilir. Tersanenin müşteri portföyündeki değişiklikler bir başka performans kriteri olarak değerlendirilebilir.

Model kurgusu ve bilgi akışı için sistemin aşağıdaki belirtilen işlemler ile desteklenmesi gerekmektedir. Tersane bünyesinde kalite kontrol departmanına eklenebilecek bir birim ile bu gereksinimler karşılanabilir. Bu süreç içerisinde yürütülmesi gereken işlem basamakları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. Tersanenin daha önce çalıştığı tüm denizcilik firmalarının, inşa edilen gemi türleri ve teslim tarihleri ile tespit edilmesi. Bu firmalar ile temasa geçilerek modelin anlatılması, ortak çalışma imkanlarını arttıracak kararların alınması.
2. Tersane organizasyonu içerisinde analiz birimi oluşturularak, risk, ekonomi, ergonomi konularında yaklaşım metotlarının belirlenmesi.
3. Denizcilik firmalarına uygunsuzluk verilerinin toplanmasına yönelik metotlar konusunda gerekli desteğin verilmesi.
4. Ekipman üretici firmalar ile ekipman düzeyindeki uygunsuzlukların bu firmalara ticari bir anlaşma çerçevesinde bildirilmesine yönelik çalışmaların yapılması .
5. Sistemin tersanenin hizmet alanlarından biri olarak tanıtılması. Örneğin; tersane organizasyon şemasına analiz biriminin eklenmesi ve bu hizmetin sektöre duyurulması. Sisteme dahil olmak isteyen yeni denizcilik firmalarına bilgiler verilmesi. Diğer tersaneler ile ticari anlaşmalar çerçevesinde verilerin paylaşılmasına yönelik girişimlerde bulunulması.

6.3 MODEL İŞLEYİŞİNİN DENETLENMESİ

6.3.1 Modelin Avantajları

Modelin düzenli yürütülmesi halinde, tersane ve gemi işletme şirketleri açısından birtakım avantajlar ortaya çıkacaktır. Tersane açısından ortaya çıkacak avantajlar aşağıda sıralanmaktadır.

- ✓ Gemi makine dairesi konusunda tasarım ve üretim aşamaları için kalite standartları yükselecektir.
- ✓ Şu an için tavsiye niteliğinde olan ancak, yakın gelecekte zorunlu hale gelme olasılığı bulunan, sistemlerde insan faktörü unsurunun ve verimli işletme gereklerinin sağlanmasına yönelik kurallar için önceden hazırlıklı olma imkanları sağlayacaktır.
- ✓ Bu uygulamadan yararlanmak isteyen gemi sahiplerinin ve denizcilik işletmelerinin ortaya çıkması ile tersanenin müşteri potansiyeli artacaktır.
- ✓ Şirket-tersane arasında yapılan gemi inşa şartnamelerinde yaşanan sorunların önüne geçilecektir. Garanti bildirimleri kapsamında yer alan problem sayısındaki azalma tersaneye zaman kaybı ve maliyetlerin azalması açısından avantajlar sağlayacaktır.
- ✓ Model, tersanenin planlama ve üretim aşamalarında harcanan sürenin kısılmasını sağlayacaktır.
- ✓ Ekipman üreticileri ile yapılan ticari anlaşmalar neticesinde, verilerin paylaşılması ve donatım esnasında sorunların en aza indirilmesi sağlanacaktır.

Denizcilik işletmesi veya gemi sahibi açısından bakıldığında modelin sağladığı avantajlar aşağıda sıralanmıştır.

- ✓ Mevcut gemilerdeki inşa hatalarından meydana gelen uygunsuzluklar için geliştirilen düzeltici faaliyetler ile sistem kalitesi ve işletme performansı artacaktır.
- ✓ Denizcilik işletmesinin yeni sipariş verdiği gemilerin makine dairesi teknik açıdan yüksek performansla sahip, risk yüzdesi düşük ve verimlilik düzeyi yüksek olacak şekilde tasarlanacaktır.

- ✓ Şirket-tersane arasında yapılan gemi inşa şartnamelerinde yaşanan sorunların önüne geçilecektir.
- ✓ Ekipmanlar düzeyinde sürekli yaşanan sorunlar üretici firmalar ile paylaşılmış olacak bakım-onarım, yedek parça ve teknik destek konularında bu firmalar ile işbirliği etkin şekilde sürdürülecektir.
- ✓ Gemilerin yapısal yetersizlikler yüzünden liman bayrak devleti ve klas kuruluşu ile yaşadığı sorunların önüne geçilmiş olunacaktır.
- ✓ Şirketlerin farklı tersaneler ile çalışmalarını durumunda kendi gemileri için hazırlanan analiz raporlarını kullanma hakkı olacaktır.

6.3.2 ISO 9001:2000 Açısından Değerlendirme

ISO 9001 standardı, Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu (ISO) tarafından uluslararası standart olarak yayınlanan ve halen Avrupa Topluluğu ülkeleri ile birlikte birçok ülkede belgelendirme modeli olarak uygulanmakta olan bir uluslararası kalite yönetim standardıdır ve 8 kalite prensibine dayanmaktadır [45].

1. Müşteri Odaklılık: Kuruluşlar müşterilerine bağlıdırlar, bu nedenle müşterinin şimdiki ve gelecekteki ihtiyaçlarını anlamalı, müşteri şartlarını yerine getirmeli ve müşteri beklentilerini de aşmaya istekli olmalıdırlar.
2. Liderlik: Liderler; kişilerin ve kuruluşun hedeflerinin başarılmasına tam olarak katılımı olduğu iç ortamı oluşturmak ve sürdürmekle görevlidir.
3. Kişilerin Katılımı: Her seviyedeki kişiler bir kuruluşun özüdür ve bunların tam katılımı yeteneklerinin kuruluşun yararına kullanılmasını sağlar.
4. Proses Yaklaşımı: Arzulanan sonuç, faaliyetler ve ilgili kaynaklar bir proses olarak yönetildiği zaman daha verimli olarak elde edilir.
5. Yönetimde Sistem Yaklaşımı: Birbirleri ile ilgili proseslerin bir sistem olarak tanımlanması, anlaşılması ve yönetilmesi, hedeflerin başarılmasında kuruluşun etkinliğine ve verimliliğine katkı yapar.
6. Sürekli İyileştirme: Kuruluşun toplam performansının sürekli iyileştirilmesi, kuruluşun kalıcı hedefi olmalıdır.
7. Karar Vermede Gerçekçi Yaklaşım: Etkin kararlar, verilerin analizine ve bilgiye dayanır.
8. Karşılıklı Yarara Dayalı Tedarikçi İlişkileri: Bir kuruluş ve tedarikçileri birbirlerinden bağımsızdır ve karşılıklı yarar ilişkisi, her ikisinin artı değer yaratması yeteneğini takviye eder.

ISO 9001:2000 standartları genel hatları ile aşağıdaki bölümlerden oluşmaktadır.

- 1.Kapsam
- 2.Atıf Yapılan Standartlar
- 3.Terimler ve Tarifler
- 4.Kalite Yönetim Sistemi
 - 4.1 Genel Şartlar
 - 4.2 Dokümantasyon Şartları
- 5.Yönetim Sorumluluğu
 - 5.1 Yönetimin Taahhüdü
 - 5.2 Müşteri Odaklılık
 - 5.3 Kalite Politikası
 - 5.4 Planlama
 - 5.5 Sorumluluk, Yetki ve İletişim
 - 5.6 Yönetimin Gözden Geçirilmesi
- 6.Kaynak Yönetimi
 - 6.1 Kaynakların Sağlanması
 - 6.2 İnsan Kaynakları
 - 6.3 Alt Yapı
 - 6.4 Çalışma Ortamı
- 7.Ürün Gerçekleştirme
 - 7.1 Ürün Gerçekleştirmenin Planlaması
 - 7.2 Müşteri ile İlişkili Prosesler
 - 7.3 Tasarım ve Geliştirme
 - 7.4 Satın Alma
 - 7.5 Üretim ve Hizmetin Sağlanması
 - 7.6 İzleme ve Ölçme Cihazlarının Kontrolü
- 8.Ölçme, Analiz ve İyileştirme
 - 8.1 Genel
 - 8.2 İzleme ve Ölçme
 - 8.3 Uygun Olmayan Ürünün Kontrolü
 - 8.4 Veri Analizi
 - 8.5 İyileştirme

Önerilen tersane merkezli sistem; ISO 9001:2000 kalite sisteminin Müşteri Odaklılık, Tasarım ve Geliştirme, Uygun Olmayan Ürünün Kontrolü , Veri Analizi, İyileştirme gibi yönlerin mevcut tersane organizasyonuna adaptesi konusunda olumlu katkılar sağlayacaktır.

6.3.2.1 Müşteri Odaklılık

Kuruluşların müşterilerinin şimdiki ve gelecekteki ihtiyaçlarını anlayarak, müşteri şartlarını ve beklentilerini yerine getirmeye yönelik çalışmalarıdır. Bu noktada müşteri memnuniyetinin ölçüm zorunluluğu net olarak vurgulanırken, ölçüm sonuçlarının Kalite Yönetim Sisteminin (KYS) gelişimine entegre edilmesi gerekliliği de hüküm haline getirilmiştir. (ISO 9001:2000 / 5.2.Müşteri Odaklılık)

Önerilen tersane merkezli model aynı anda farklı kurumlar için üretici-müşteri ilişkilerini sağlamaktadır. Denizcilik işletmeleri ile tersane organizasyonu, tersane ile ekipman üreticileri ve denizcilik işletmeleri ile ekipman üreticileri arasında üretici-müşteri ilişkilerinin sağlanmasına yönelik çalışmaları yürütülebilme imkanları doğmaktadır. Sektördeki mevcut durum incelendiğinde bu konularda sürekli olarak sorunlar yaşandığı görülmektedir.

6.3.2.2 Tasarım ve Geliştirme

Bu madde; tasarım geliştirme faaliyetinin genel içeriği, sorumluluk alanları, yetkiler, servis koşulları için gerekli bilgilerin sağlanması, gözden geçirme süreci gibi faaliyetleri içermektedir. Ayrıca gözden geçirme süreci için, ürün için geçerli şartları karşılama yeterliliğini belirtme, problemlerin tespiti ve gerekli önlemlerin alınmasına yönelik çalışmalar vurgulanmaktadır. Önerilen tersane merkezli model gemilerden elde edilen veriler ile sürekli bir geri bilgi besleme mekanizmasına sahip olduğu için tasarım ve geliştirme açısından olumlu katkılar sağlayacaktır.

6.3.2.3 Uygun Olmayan Ürünün Kontrolü

Tersane merkezli sistem, ISO 9001:2000 standardının uygun olmayan ürünler konusundaki gereklilikleri açısından incelendiğinde, bu standardı desteklediği yönler ana hatları ile aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- ✓ Sistem, hataların tespiti ve iletilmesi konusunda çalışanlara bu amaç doğrultusunda oluşturulan formlar ile destek sağlanmaktadır.

- ✓ Sistem, hatanın saptanması ve sınıflandırılmasına yönelik yöntemleri ve bu doğrultuda yürütülecek çalışmaları içermektedir.
- ✓ Kullanım sürecinde tespit edilen uygunsuzluğun potansiyel etki alanlarına uygun önlemler alınmasını sağlamaktadır.

Önerilen sistem organizasyonu içerisinde yer alan Analiz Birimi bu tür gereksinimleri karşılayacak niteliktedir.

6.3.2.4 Düzeltici ve Önleyici Faaliyetler

Önerilen sistem, Düzeltici ve Önleyici Faaliyetler konusundaki gereksinimleri ana hatları ile aşağıdaki yönler ile desteklemektedir.

- ✓ Hata nedenlerinin tespitini sağlayan ve tekrarını önlemeye yönelik yapının kurulması.
- ✓ Müşteri şikayetlerinin değerlendirilmesi.
- ✓ Saptanan hatanın nedenlerinin tespiti ve üretim kademesine bildirilmesi.
- ✓ Uygunsuzluk risk etkilerinin belirlenmesi ve çözümlerin üretilmesi.

Bu tür bir sistemin tersane organizasyonu içerisinde yer alması sistemler ve ekipmanlar düzeyinde üretim kalitesinin yükseltilmesini sağlayacaktır. Gemi makine dairesinde oluşturulan ergonomik ve emniyetli çalışma ortamı ile kullanıcılar için müşteri memnuniyetinin sağlanması gemi sahibi veya denizcilik işletmesi için büyük avantajlar sağlar iken, tersane organizasyonu için müşteri portföyünü genişletecek ve üretimde kalite prensibi ile birlikte markalaşma imkanları ortaya çıkacaktır. Makine dairesi tasarım ve inşa süreci için uygulanabilecek bu sistem tüm gemi üretim işlemlerini kapsayacak şekilde genişletilebilir.

7. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Günümüzde, mühendislik yaklaşımı ile yürütülen dizayn çalışmalarında yaratıcılık unsuru ön plana çıkmakta ve her şart altında kusursuz işleyen sistemlerin tasarlanması hedeflenmektedir. Bu çalışmada, mühendislikte dizayn kavramı esaslarından ve karmaşık teknik sistemlerin sahip olması gereken özelliklerden yola çıkılarak, gemi makine dairesi tasarım, inşa ve işletme unsurları irdelenmiştir. Makine dairesi sistemlerinde özellikle; güvenilirlik, ergonomik ve ekonomik gereksinimler konularındaki eksikliklerin yaratmış olduğu sapmalar uygunsuzluk olarak nitelendirilmiştir. Mevcut gemilerde rastlanan bu tür uygunsuzlukların tespit edilmesi için; 100 kişilik katılımın sağlandığı bir anket çalışması, gemi şirket yazışmaları, garanti bildirim dokümanları ve sigorta şirketlerine ait kaza istatistikleri kullanılmıştır. Ayrıca güvenilirlik, ergonomi ve ekonomi konularındaki yaklaşım ve yöntemler ile uygunsuzluklara yönelik analizler yapılmıştır. Bu çalışmalardan elde edilen bulgular ana hatları ile aşağıda sıralanmıştır:

1. Anket çalışmasına katılan gemi makineleri işletme mühendislerine göre, makine dairesinde yaşanan sorunların temel nedenleri, % 45 oranında makine dairesi sistem yetersizlikleri, %25 oranında işletmeciler tarafından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, sahil yönetiminin yetersiz desteği için ortaya çıkan %20'lik dilim de bu orana eklendiğinde, insan hatalarının oranı %45 olmaktadır. Dolayısıyla anket sonucuna göre yapısal uygunsuzluklar ile insan hataları eşit değerlere ulaşmaktadır.

2. Bu sonucu destekler nitelikte bir veri de sigorta firmalarının kaza istatistiklerinden elde edilmiştir. Bu istatistiksel çalışmaya göre, tüm denetim ve kurallara rağmen gemi kazalarında insan hataları %58 oranındadır. Ancak bu oranın içerisinde yapısal eksikliklerden ve çalışma ortamı uygunsuzluklarından kaynaklanan insan hataları büyük rol oynamaktadır. Dolayısıyla tecrübesizlik, bilgi düzeyi yetersizliği, yönetim eksikliği gibi direkt insan bazlı hatalar belirlenen orandan daha düşük değerlerde kalacaktır.

Ancak, gemi kazalarından elde edilen kaza verilerinin belirsizliği bu tür hataların oransal olarak tespitini zorlaştırmakta ve tüm bu hataların insan hataları olarak genellenmesi sonucuna yol açmaktadır.

3. Öte yandan, garanti kapsamında yer alan ve tersaneye bildirilen uygunsuzluk raporları analiz edildiğinde, bu bildirimlerden % 48'nin tersane tarafından kabul edildiği, % 39'nun reddedildiği, %13'nün ekipman üreticilerine yönlendirildiği tespit edilmiştir. Ayrıca, bu konuda tersane, gemi sahibi ve ekipman üretici firmalar arasında anlaşmazlıklar yaşanmasının yanı sıra taraflar için birtakım zararlar doğmaktadır.

4. Gemi makine dairesi işletmeciliğinde ön plana çıkan en önemli işletme gereksinimleri; sistem güvenilirliği, emniyet, bakım-onarım imkanlarıdır. Bu unsular sistemin etkinliği ve sürdürülebilirliği üzerinde etkin rol oynamaktadır. Gemi-şirket yazışmalarından elde edilen raporlarda, özellikle ekipmanlar düzeyindeki hatalar dikkat çekmektedir.

Çalışmada elde edilen uygunsuzluklar; güvenilirlik, ergonomi ve ekonomik yönlerden analiz edildiğinde; gemi üzerinde risk yaratacak, çalışma ortamını olumsuz etkileyecek ve ekonomik kayıplara yol açacak nitelikte yapısal hatalar olarak ortaya çıkmaktadır. Bu uygunsuzluklar içerisinden detaylı olarak incelenen örneklere ait bulgular aşağıda sıralanmıştır:

a. Güvenilirlik açasından yapılan analizde, dizel jeneratörü ve D.O yakıt tankı arasındaki seviye farkı nedeni ile meydana gelen yakıt iletimsizliğinin nedenleri incelenmiştir. Sistemde tank ile jeneratör arasında yakıt iletimini sağlamak için yakıt besleme pompası kullanılmaktadır. Ancak yakıt besleme pompasının acil durum jeneratöründen panelinden elektrik beslemesi olmaması, geminin kararması durumunda jeneratörün tekrar devreye alınmasını imkansız kılmaktadır. Bu uygunsuzluk; geminin manevra yeteneğinin kaybına, çatışmaya varacak boyutlarda tehlikeli oluşumlara ve sefer süresinin uzamasına neden olabilecektir.

b. Ergonomik açıdan yapılan analizde, sintine katında yer alan üzerinde uzaktan kapama donanımı bulunan yakıt transfer pompasının alıcı valfinin yanlış yerleşimi incelenmiştir. Bu uygunsuzluk, valf için kontrol ve denetim imkanları ile bakım-onarım faaliyetlerinin yürütülmesini imkansız kılmaktadır. Ancak, valf yerleşiminin; kritik valf tanımı doğrultusunda, çalışma alanlarının aydınlatma değerleri ve yürünen

zemin altına yerleştirilecek valfler için öngörülen ergonomik kriterler göz önünde bulundurularak tasarlanması halinde uygunsuzluk ortadan kalkacaktır.

c. Ekonomik açıdan yapılan analizde, tatlı su üretim sistemi elemanı olan ejekter pompası borda çıkış valfinin yanlış yerleşimi ele alınmıştır. Bu inceleme neticesinde, valfin pozisyonunun uygunsuzluğu nedeni ile oluşan karşı basıncın ejekterdeki basınç düşümünü etkilediği ve evaporeyter içerisindeki vakum değerini düşürdüğü tespit edilmiştir. Bu durum tatlı su üretim kapasitesinde % 22 oranında bir azalmaya neden olmaktadır. Bu değer günlük 4,9 m³, ayda 147 m³ su kaybına, dolayısı ile, aylık 1470 dolar ekonomik kayba yol açmaktadır. Ayrıca olası aşırı su harcamı durumunda gemide su sıkıntısı yaşanma riskine de yol açacaktır.

Gemi makine dairelerinde karşılaşılan yapısal hataların ve olumsuz etkilerinin önlenmesi için, hataların temel sebeplerinin analizi yapılarak, tasarım ve inşa aşamalarında bu analiz sonuçlarının sistematik bir yaklaşım ile değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu tür bir yaklaşım; eski dizaynların analizi, üretimde kontrol noktalarının geliştirilmesi, kontrol işlemlerinin etkinleştirilmesi, kalite bilincinin artması, kullanıcı memnuniyetinin araştırılması gibi faaliyetlerin sistematik bir şekilde yürütülmesini gerektirmektedir. Dolayısı ile, bu tür faaliyetlerin yürütülmesinden sorumlu birimlerin tersane organizasyonları içerisinde tanımlanması inşa kökenli yapısal hataların en asgari düzeye indirilmesinde büyük avantajlar sağlayacaktır.

Çalışma sonucunda ortaya konulan Tersane Merkezli Genişletilmiş Model, bu yaklaşım gereklerini yerine getirmektedir. Bu modelin uygulanabilmesi için tersane organizasyonu içerisinde bir analiz birimi kurulmalıdır. Bu birim tarafından, denizcilik firmaları ve ekipman üreticileri ile koordinasyon kurularak, gerekli veri analizi ve bilgi akışı sağlanmalıdır. Uygunsuzlukların tespiti konusunda denizcilik işletmeleri için gerekli yönlendirmelerin yapılması gerekmektedir. Tespit edilen uygunsuzluklar, sistem veya ekipmanlar düzeyinde ayrıştırılmalıdır. Uygunsuzlukların analizi neticesinde hazırlanan düzeltici faaliyet programları, mevcut gemiler veya yeni inşa gemilerde uygulanmalıdır. Bu modelin, tersane organizasyonuna entegrasyonunun sağlanması halinde, gemilerde ortaya çıkan yapısal hataların tekrarlanması önlenecektir.

Makine dairesi tasarım ve inşa süreci için uygulanabilecek bu model, tüm gemi tasarım ve üretim işlemlerini kapsayacak şekilde genişletilebilir. Böylelikle, gemilerde yapısal uygunsuzlukların azaltılması ile işletme verimi artarken, tersanelerin müşteri portföyü genişleyecek ve üretimde kalite prensibi ile birlikte markalaşma imkanları ortaya çıkacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] **Taylor, E.S.**, 1959. M.I.T. Report, MA: MIT Pres., Cambridge.
- [2] **Asimow, M.**, 1962. Introduction to Design, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- [3] **Alexander, C.**, 1963. The Determination of Components for an Indian Village, *Conference on Design Methods*, Oxford: Pergamon, s. 83-114.
- [4] **Kesselring, F.**, 1964. Technical-Economic Designing, *VDI-Zeitschr.*, **30**, 1533.
- [5] **Archer, L.B.**, 1964. Systematic Method for Designers, *Council for Industrial Design*, p.13, London.
- [6] **Reswick, J.B.**, 1965. Prospectus for an Engineering Design Center, Cleveland, OH: Case Institute of Technology.
- [7] **Matchett, E., and Briggs, A.H.**, 1966. Practical Design Based on Method, p. 183-200, London.
- [8] **Suh, N.P.**, 1989, Principles of Design, Oxford University Press, Oxford.
- [9] **Hubka, Vladimir, and Eder, W. Ernst**, 1992. Engineering Design: General Procedural Model of Engineering Design, Heurista, Switzerland.
- [10] **Stoecker, W.F.**, 1989. Design of Thermal Systems, McGraw-Hill, 3rd Ed.
- [11] **Magee, C.L., Weck, O.L.**, 2004. Complex System Classification, *Fourteenth Annual International Symposium of the International Council On Systems Engineering (INCOSE)*, Toulouse, France, 20-24 June.
- [12] **Kolmogorov, A.N.**, 1983. Combinatorial Foundations of Information Theory and the Calculus of Probability, *Russian Mathematical Surveys*, **38**, 29-40.
- [13] **Hubka, Vladimir, Eder, W. Ernst**, 1988. Theory of Technical Systems, Springer-Verlag Limited, Berlin.
- [14] **Hubka, Vladimir, and Eder, W. Ernst**, 1996. Design Science, Springer-Verlag Limited, London.

- [15] **Çelik, M., Deniz, C.**, 2005. Makine Dairesi Dizaynına Operasyonel Gereklere Entegrasyonu, *Gemi Makineleri İşletme Mühendisleri II. Ulusal Kongresi: Deniz Endüstrisinde Çağdaş Uygulamalar Yüksek Verim*, İstanbul, 02 Haziran, s. 74-87.
- [16] **Deniz Kuvvetleri Komutanlığı**, 2002. SOLAS : Denizde Can Emniyeti Uluslararası Sözleşmesi, 1974, ve ona ilişkin 1988 protokolü, 2000 değişiklikleri, İstanbul.
- [17] **Erkan, N.**, 2000. Ergonomi; Verimlilik, Sağlık ve Güvenlik İçin İnsan Faktörü Mühendisliği, 5. Basım, Ankara.
- [18] **KONGSBERG NORCONTROL**, 1997. TEC 2000 Instructor Manuel, Norway.
- [19] **Busby, J.S., Chung, P.W.H.**, 2003. In What Ways are Designers' and Operators' Reasonable-World Assumption Not Reasonable Assumptions?, *Institution of Chemical Engineers*, **81**, 114-120.
- [20] **Sydenham, P.**, 2003. Systems Approach to Engineering Design, pp. 219-238, USA.
- [21] **Eyres, D. J.**, 1994. Ship Construction, Fourth Edition, London.
- [22] **Bell, J.**, 1996. Current Developments in Classification, *BIMCO Review*, pp. 121-124, Denmark.
- [23] <http://www.turkloydu.org/>
- [24] **Odman, N., Rodopman, K., Yalçın, R., Belirdi, N.**, 1988. Uluslararası Denizde Can Güvenliği Sözleşmesi, Çifttehavuzlar.
- [25] <http://www.iso.org/>
- [26] **IMO**, 1998. Guidelines For Engine-Room Layout, Design and Arrangement, MSC/Circ.834.
- [27] **Söğüt, O.S., Türkay, F.**, 1997. Uluslararası Güvenlik Yönetimi (ISM) Kodu IMO Uygulama Esaları, İstanbul.
- [28] **Pomeroy, R.V., Tomlinson, C.M.**, 2000. A Systems Approach to Integrating the Human Element into Marine Engineering Systems, *RINA International Conference*, London.
- [29] **Khandpur, R.**, 2000. Human Factors in Shipping, United States Coast Guard, Washington D.C.

- [30] **Er, Z., Çelik, M.**, 2005. Definitions of Human Factor Analysis for the Maritime Safety Management Process, *Proceedings of the IAMU 6TH Annual General Assembly and Conference*, pp. 235-243, Sweden.
- [31] **Guarantee/Claims Documents**, 2000, İstanbul.
- [32] **Çelik, M.**, 2005. Gemilerde Karşılaşılan İnşa Hatalarının ve Nedenlerinin Tespiti, *Anket Çalışması*, İstanbul.
- [33] **Papadopoulos, Y., Petersen, U.**, 2003. Combining Ship Machinery System Design Principle Safety Analysis, *8th International Marine Design Conference*, Athens.
- [34] **Kum, S.**, 2005. Petrol Tankerlerinde Risk Değerlendirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [35] **Sapidis, N.S., Theodosiou, G.**, 2000. Informationally-Complete Product Models of Complex Arrangements for Simulation-Based Engineering: Modeling Design Constraints using Virtual Solids, *Engineering with Computers*, **16**, 147-161.
- [36] **Siltanen, M.**, 2004. Cadmatic 3D Plant Design Software User & Administrator Training Notes, Cadmatic/Elomatic Ltd., Finland.
- [37] **Nupas-Cadmatic**, 2004. The Ultimate CAD/CAE/CAM Ship Design & Engineering Software, Cadmatic/Elomatic Ltd., Finland.
- [38] **Theodosiou, G., Sapidis, N.S.**, 2004. Information models of layout constraints for product life cycle management: a solid-modeling Approach, *Computer-Aided Design*, **36**, 549-564.
- [39] **ABS**, 2003. Guidance Notes for The Application of Ergonomics To Marine Systems, USA.
- [40] **Jiven, K., Nilsson, M.**, 2004. Design tool for energy efficient ships: A Life Cycle Program for Ships , *Project Final Report*, Sweden.
- [41] **Alfa Laval**, 1995. Installation of Alfa Laval Freshwater Generators for Existing Vessels, Edition 1, Denmark.
- [42] **Cerit, G., Yarahoğlu, K.**, 2004. Gemi İnşa Sanayinde Kalite Sistem Standartları ve ISO 9000 Uygulaması.
- [43] **Çelik, M.**, 2005. Gemi Makine Dairesi Dizaynı ve Yerleşim Kriterleri, *Denizcilik Dergisi*, **19**, 14-15.
- [44] **ICS/ISF**, 1996. Guidelines on the application of the IMO International Safety Management (ISM) Code, 3rd.Edition.

[45] <http://www.tse.org.tr/>

[46] **Training**, 2005. Maritime Safety and Environmental Management: The Maritime Safety Management, *JICA-ITUMF Project*, Kobe University, Faculty of Maritime Sciences, Kobe, Japan.

[47] **Training**, 2004. Cadmatic 3D Plant Design & Engineering Software, *User & Administrator Training Course*, Elomatic/Cadmatic Ltd., Finland.

[48] **Juntunen, M.**, 2004. Kişisel görüşme.

[49] **Koça, Ş.**, 2005. Kişisel görüşme.

[50] **Nishigaki, M.**, 2005. Kişisel görüşme.

ÖZGEÇMİŞ

07.04.1980 tarihinde Zonguldak'ta doğdu. İlk öğrenimini Bartın ili Amasra ilçesinde Fatih Sultan Mehmet İlköğretim Okulunda, orta ve lise öğrenimini Amasra Lisesinde tamamladı. 1998 yılında lisans öğrenimine başladığı İ.T.Ü. Denizcilik Fakültesi, Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Bölümünü, 2002-2003 eğitim-öğretim yılında Gemi Makineleri İşletme Mühendisi diploması ve Uzakyol Vardiya Mühendisi Yeterliliğine sahip olarak tamamladı. Türk deniz ticaret filosu gemilerinde bir süre Uzakyol Vardiya Mühendisi olarak görev aldı. 2003-2004 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsüne bağlı Deniz Ulaştırma Mühendisliği Yüksek Lisans programına başladı. 23.03.2004 tarihinden itibaren İ.T.Ü. Denizcilik Fakültesinde Araştırma Görevlisi olarak göreve başladı. Gemi makine dairesi yerleşimine işletme unsurlarının entegrasyonu, ergonomi, tesis dizayn yazılımları, sevk sistemi performans analizi, denizcilik işletmeleri yönetim personeli eğitim modeli, gemi işletmeciliğinde teknik performansın artırılması konularında çalışmalar yürütmektedir. Görev süresi içinde bu konuların paralelinde Finlandiya ve Japonya'da eğitim ve araştırma programlarına katıldı. Halen fakültede Araştırma Görevlisi ve M/S Akdeniz Eğitim Gemisi III. Mühendisliği görevlerini sürdürmektedir.