

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GEMİ İNŞAATI VE GEMİ MAKİNELERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**GEMİ MAKİNE SİSTEMLERİNDE ARIZALARIN TESPİTİ VE
ÇÖZÜMLERİ İÇİN UZMAN SİSTEM TASARIMI**

DOKTORA TEZİ

Bedir ÜNVER

NİSAN 2025

TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GEMİ İNŞAATI VE GEMİ MAKİNELERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**GEMİ MAKİNE SİSTEMLERİNDE ARIZALARIN TESPİTİ VE
ÇÖZÜMLERİ İÇİN UZMAN SİSTEM TASARIMI**

Bedir ÜNVER

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce
"DOKTOR (GEMİ İNŞAATI VE GEMİ MAKİNELERİ MÜHENDİSLİĞİ)"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 03 / 04 / 2025

Tezin Savunma Tarihi : 24 / 04 / 2025

Tez Danışmanı : Doç. Dr. İsmail ALTIN

Trabzon 2025

ÖNSÖZ

“Gemi Makine Sistemlerinde Arızaların Tespiti ve Çözümleri İçin Uzman Sistem Tasarımı” isimli bu tez Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Programı’nda hazırlanmıştır.

Tez çalışmam boyunca hiçbir desteğini esirgemeyen ve bilim insanı olma yolundaki ilk adımlarımı atarken kıymetli bilgileriyle ve tecrübesiyle yolumu aydınlatan danışman hocam Sayın Doç. Dr. İsmail ALTIN’a teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca, yapıcı eleştirileri ve önerileri ile tezime büyük katkıları bulunan saygıdeğer hocalarım Sayın Prof. Dr. Zehra ŞAHİN’e ve Sayın Prof. Dr. Betül SARAÇ’a, tez konusunun belirlenmesi sürecinde yaptığı katkılardan dolayı Sayın Prof. Dr. Ercan KÖSE’ye, aktardığı tecrübe ve verdiği tavsiyeleri tüm süreç boyunca esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Teoman AYHAN’a, eğitim öğretim hayatımda katkısı olan tüm hocalarıma teşekkür ederim.

Tez çalışması sürecinde bana desteklerini esirgemeyen Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Bölümü’ndeki tüm değerli hocalarıma ve asistan arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca doktora tez çalışmamı, “2211-Yurtiçi Doktora Burs Programı” ile destekleyen TÜBİTAK’a teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, hayatım boyunca aldığım tüm kararlarda bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım ve her kararında arkamda olan, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen ve bugünlere gelmemde en büyük paya sahip olan aileme, her koşulda yanımda duran ve bu yorucu süreci benimle birlikte yaşayan eşim Nuray’a, bütün oyun tekliflerini reddetmek zorunda kalmama rağmen bu durumu sabırla karşılayan oğlum Ömer Mahmut ve kızım Zeynep Neva’ya teşekkür eder, minnettarlığımı sunarım.

Bu tez çalışmasının bundan sonraki çalışmalara katkı sağlamasını temenni ederim.

Bedir ÜNVER

Trabzon 2025

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “Gemi Makine Sistemlerinde Arızaların Tespiti Ve Çözümleri İçin Uzman Sistem Tasarımı” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. İsmail ALTIN’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 24/04/2025

Bedir ÜNVER

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VIII
SUMMARY	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XVII
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Gemi Makine Sistemleri.....	1
1.2.1. Gemi Ana Makinesi	3
1.2.2. Ana Jeneratörler	5
1.2.3. Hava Kompresörü	6
1.2.4. Separatör	7
1.2.5. Kazan	9
1.2.6. Klima Sistemi.....	10
1.2.7. Yağlı Su Separatörü	10
1.2.8. Kanalizasyon Sistemi	11
1.2.9. Baş İtici Sistemi	12
1.2.10. Demirleme Vinçi ve Sistemi	13
1.2.11. Dümen Makineleri	14
1.2.12. Acil Yangın Pompası Sistemi	15
1.2.13. Acil Durum Jeneratörü Sistemi.....	15
1.2.14. Kontrol Hava Kurutucusu	16
1.2.15. Ana ve Acil Durum Hava Rezervuarı	17
1.2.16. Fanlar ve Üfleyiciler	18
1.2.17. Yakma Ünitesi.....	19
1.2.18. Gıda Soğutma Ünitesi	20
1.2.19. Isı Eşanjörü	20

1.2.20. Tatlı Su Sistemi	21
1.3. Uzman Sistemler	23
1.3.1. Uzman Sistemlerin Yapısı	24
1.3.2. Uzman Sistemlerin Çalışma Prensipleri.....	25
1.4. Uzman Sistem Tasarımında Kullanılan Araçlar.....	26
1.4.1. Python	27
1.4.2. HTML	29
1.4.3. CSS.....	39
1.4.4. Java.....	30
1.4.5. SQL	31
1.5. Bayes Ağları ve Rekürsif Olasılık Hesaplama Yöntemi	31
1.5.1. Bayes Teoremi ve Koşullu Olasılık İlişkisi	32
1.5.2. Bayes Ağlarının Yapısı	32
1.5.3. Koşullu Bağımsızlık ve Olasılık Faktörizasyonu.....	33
1.5.4. Bayes Ağlarının Avantajları.....	34
1.5.5. Bayes Ağları ve Bayes Teoreminin Bütünleşik Yapısı.....	34
1.5.6. Rekürsif Olasılık Hesaplama Yöntemi	35
1.6. Lojistik Regresyon Modeli.....	36
1.6.1. Lojistik Regresyonun Fonksiyonu	37
1.6.2. Lojistik Regresyonun İstatistiksel Yorumu.....	38
1.6.3. Model Performans Analizi	38
1.6.4. Modelin Avantajları	40
1.7. Oy Çokluğu Yöntemi	41
1.8. Literatür Çalışması	42
1.9. Tez Çalışmasının Amacı ve Kapsamı	50
1.9.1. Amaç	50
1.9.2. Kapsam.....	50
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	52
2.1. Veri Tabanının Oluşturulması.....	52
2.1.1. Sistemler Tablosu.....	52
2.1.2. Bölümler Tablosu.....	53
2.1.3. Arızalar Tablosu.....	54
2.2. Hiyerarşik Yapı Görüntülerinin Oluşturulması.....	57
2.3. Veri Madenciliği ile Etkileşim Yükünün Azaltılması.....	62

2.3.1. Uzman Görüşü ile Sistemler Arası Etkileşimlerin Belirlenmesi	62
2.3.2. Lojistik Regresyon Analizi	64
2.4. Arıza Etkileşimlerinin Belirlenmesi.....	68
2.5. Arıza Olasılıklarının Hesaplanması.....	73
2.6. Arızaların Sınıflandırılması.....	80
2.7. Uzman Sistemin Oluşturulması.....	83
2.8. Yapılan Çalışmaların Adımları	91
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	92
3.1. Arızalar Arası Etkileşimler.....	92
3.2. Arızaların Olasılık Değerleri ve Arızaların Sınıflandırılması	106
3.3. Tasarlanan Uzman Sistem	123
4. SONUÇLAR.....	133
5. ÖNERİLER.....	135
6. KAYNAKLAR	136
7. EKLER.....	142
ÖZGEÇMİŞ	

Doktora Tezi

ÖZET

GEMİ MAKİNE SİSTEMLERİNDE ARIZALARIN TESPİTİ VE ÇÖZÜMLERİ İÇİN UZMAN SİSTEM TASARIMI

Bedir ÜNVER

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. İsmail ALTIN
2025, 141 Sayfa, 108 Ek Sayfa

Bu çalışma, gemi makine dairesindeki arızaların teşhisi ve bu arızalara yönelik bir uzman sistemin geliştirilmesi üzerine odaklanmıştır. Toplamda 20 sistem, 137 bölüm ve bu bölümlerde yaşanan 546 arıza incelenerek kapsamlı bir veri tabanı oluşturulmuştur. Arızalar arasındaki etkileşimler, doğal dil işleme teknikleri ve Bayes ağ modeli kullanılarak analiz edilmiş; arızaların birbirleri üzerindeki etkileri belirlenmiş ve Rekürsif olasılık hesaplama yöntemi ile olasılık değerleri hesaplanmıştır. Geliştirilen uzman sistem olan ShipMach. Expert, kullanıcıların doğal dilde ifade ettikleri arıza belirtilerini anlayarak ilgili arıza kayıtlarını tespit etmektedir. Sistem, tasarlanan arayüz aracılığıyla kullanıcılara detaylı ve anlaşılır çözüm önerileri sunmaktadır. Ayrıca, arızaların ciddiyetini görsel olarak ifade etmek için renk kodlaması kullanılarak öncelikli arızaların hızlıca tespit edilebilmesine olanak sağlanmıştır. Yapılan testler sonucunda, ShipMach. Expert'in arıza teşhisinde ve çözüm önerilerinde yüksek doğruluk oranına sahip olduğu görülmüştür. Sistem, literatürde belirtilen arıza nedenleri ve etkileriyle tutarlı yanıtlar üretmiş ve gemi makine mühendisliği alanında güvenilir bir danışmanlık ve karar destek aracı olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Bu çalışma, gemi makine dairesindeki arızaların etkin yönetimi ve bakım süreçlerinin optimize edilmesi için ileri teknolojilerin başarılı bir uygulamasını sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gemi makineleri, Uzman sistemler tasarımı, Karar destek sistemleri

PhD. Thesis

SUMMARY

EXPERT SYSTEM DESIGN FOR FAULT DETECTION AND SOLUTIONS IN SHIP MACHINERY SYSTEMS

Bedir ÜNVER

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Naval Architecture and Marine Engineering
Supervisor: Assoc. Prof. İsmail ALTIN
2025, 141 Pages, 108 Pages Appendix

This study focuses on diagnosing failures in a ship's engine room and developing an expert system to address them. A comprehensive database was built by examining 20 systems, 137 subsystems, and 546 distinct failures. Interactions among failures were analyzed using natural-language-processing techniques and a Bayesian network model; the effects of each failure on others were identified, and their probabilities were calculated via a recursive probability method. The resulting expert system, ShipMach. Expert, understands user-described failure symptoms in natural language, matches them with relevant failure records, and—through its custom interface—provides clear, detailed solution recommendations. A color-coding scheme visually highlights severity levels so that critical issues can be identified immediately. Testing showed that ShipMach. Expert achieves high accuracy in both failure diagnosis and solution suggestions. Its responses align with causes and effects reported in the literature, demonstrating that it can serve as a reliable advisory and decision-support tool in marine engineering. Overall, the study delivers a successful application of advanced technologies for efficient failure management and optimized maintenance processes in ship engine rooms.

Key Words: Ship machinery, Expert systems design, Decision support systems,

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Gemi makine sistemlerinin temel bileşenleri	3
Şekil 2. İki zamanlı gemi dizel makinesi ve ilgili mekanizmalar	4
Şekil 3. Gemi ana makinesinin temel bileşenleri	5
Şekil 4. Ana jeneratörün temel bileşenleri	6
Şekil 5. Hava kompresörünün temel bileşenleri	7
Şekil 6. Separatörün temel bileşenleri	8
Şekil 7. Kazan sisteminin temel bileşenleri	9
Şekil 8. Klima sisteminin temel bileşenleri	10
Şekil 9. Yağlı su separatörünün temel bileşenleri	11
Şekil 10. Kanalizasyon sisteminin temel bileşenleri	12
Şekil 11. Baş itici sisteminin temel bileşenleri	13
Şekil 12. Demirleme vinci ve ırgatların temel bileşenleri	14
Şekil 13. Dümen makinelerinin temel bileşenleri	14
Şekil 14. Acil yangın pompası sisteminin temel bileşenleri	15
Şekil 15. Acil durum jeneratörü sisteminin temel bileşenleri	16
Şekil 16. Kontrol havası kurutucusu sisteminin temel bileşenleri	16
Şekil 17. Ana ve acil durum hava rezervuarının temel bileşenleri	17
Şekil 18. Fanlar ve üfleyicilerin temel bileşenleri	18
Şekil 19. Yakma ünitesinin temel bileşenleri	19
Şekil 20. Gıda soğutma ünitesinin temel bileşenleri	20
Şekil 21. Isı eşanjörünün temel bileşenleri	21
Şekil 22. Tatlı su sisteminin temel bileşenleri	22
Şekil 23. Uzman sistemin genel yapısı	25
Şekil 24. Veri tabanının genel görünümü	52
Şekil 25. Sistemler tablosu	53
Şekil 26. Bölümler tablosu	54
Şekil 27. Arızalar tablosu	57
Şekil 28. Hiyerarşik yapı kodu: 1. Bölüm	57
Şekil 29. Hiyerarşik yapı kodu: 2. Bölüm	58
Şekil 30. Hiyerarşik yapı kodu: 3. Bölüm	59

Şekil 31.	Sistemler ve bölümlerinin hiyerarşik görüntüsü.....	60
Şekil 32.	Ana makine arızalarının hiyerarşik yapısı	61
Şekil 33.	Veri tabanında bulunan tüm arızalar için hiyerarşik yapı.....	61
Şekil 34.	Uzmanlar tarafından doldurulan anketlerin bütünleşik hali	63
Şekil 35.	Yeni yapısı ile sistemler tablosu	64
Şekil 36.	Lojistik regresyon analizi kodu: 1. Bölüm	65
Şekil 37.	Lojistik regresyon analizi kodu: 2. Bölüm	66
Şekil 38.	Yeni yapısı ile arızalar tablosu	67
Şekil 39.	Arıza etkileşimlerinin belirlenmesi kodu: 1.Bölüm.....	68
Şekil 40.	Arıza etkileşimlerinin belirlenmesi kodu: 2. Bölüm.....	70
Şekil 41.	Arıza etkileşimlerinin belirlenmesi kodu: 3. Bölüm.....	71
Şekil 42.	Arıza etkileşimlerinin belirlenmesi kodu: 4. Bölüm.....	72
Şekil 43.	Arıza olasılıklarının hesaplanması kodu: 1. Bölüm.....	75
Şekil 44.	Arıza olasılıklarının hesaplanması kodu: 2. Bölüm.....	76
Şekil 45.	Arıza olasılıklarının hesaplanması kodu: 3. Bölüm.....	78
Şekil 46.	Arıza olasılıklarının hesaplanması kodu: 4. Bölüm.....	78
Şekil 47.	Arıza olasılıklarının hesaplanması kodu: 5. Bölüm.....	79
Şekil 48.	Arızaların sınıflandırılması kodu: 1. Bölüm.....	81
Şekil 49.	Arızaların sınıflandırılması kodu: 2. Bölüm.....	82
Şekil 50.	Arızaların sınıflandırılması sonrası arızalar tablosu	83
Şekil 51.	ShipMach. Expert işlevsel akış çizelgesi.....	84
Şekil 52.	Uzman sistem tasarım kodu: 1. Bölüm.....	84
Şekil 53.	Uzman sistem tasarım kodu: 2. Bölüm.....	85
Şekil 54.	Uzman sistem tasarım kodu: 3. Bölüm.....	86
Şekil 55.	Uzman sistem tasarım kodu: 4. Bölüm.....	87
Şekil 56.	Uzman sistem tasarım kodu: 5. Bölüm.....	88
Şekil 57.	Uzman sistem tasarım kodu: 6. Bölüm.....	89
Şekil 58.	Uzman sistem tasarım kodu: 7. Bölüm.....	91
Şekil 59.	Yapılan çalışmaların adımları.....	91
Şekil 60.	Arızalar arası etkileşimin Bayes ağ yapısı.....	92
Şekil 61.	Tüm kümelerle Bayes ağ yapısı.....	93
Şekil 62.	Bayes ağı büyütülmüş Küme1 görüntüsü	94
Şekil 63.	Bayes ağı büyütülmüş Küme2 görüntüsü	94
Şekil 64.	Bayes ağı büyütülmüş Küme3 görüntüsü	95

Şekil 65.	Bayes ağı büyütülmüş Küme4 görüntüsü	95
Şekil 66.	Bayes ağı büyütülmüş Küme5 görüntüsü	96
Şekil 67.	Bayes ağı büyütülmüş Küme6 görüntüsü	96
Şekil 68.	Bayes ağı büyütülmüş Küme7 görüntüsü	97
Şekil 69.	Bayes ağı büyütülmüş Küme8 görüntüsü	97
Şekil 70.	Bayes ağı büyütülmüş Küme9 görüntüsü	98
Şekil 71.	Bayes ağı büyütülmüş Küme10 görüntüsü	98
Şekil 72.	Bayes ağı büyütülmüş Küme11 görüntüsü	99
Şekil 73.	Bayes ağı büyütülmüş Küme12 görüntüsü	99
Şekil 74.	Arıza olasılıkları için oluşturulan renk skalası	107
Şekil 75.	Etkilenme olasılığı en yüksek 1. arızanın etkileşim ağı	116
Şekil 76.	Etkilenme olasılığı en yüksek 2. arızanın etkileşim ağı	117
Şekil 77.	Etkilenme olasılığı en yüksek 3. arızanın etkileşim ağı	118
Şekil 78.	Etkileme olasılığı en yüksek 1. arızanın etkileşim ağı	119
Şekil 79.	Etkileme olasılığı en yüksek 2. arızanın etkileşim ağı	120
Şekil 80.	Etkileme olasılığı en yüksek 3. arızanın etkileşim ağı	121
Şekil 81.	Tüm arızalar için etkilenme olasılık değerleri	122
Şekil 82.	Tüm arızalar için etkileme olasılık değerleri	122
Şekil 83.	ShipMach. Expert ara yüz görünümü ve kullanıcıya verdiği tepkiler: 1. Bölüm	125
Şekil 84.	ShipMach. Expert ara yüz görünümü ve kullanıcıya verdiği tepkiler: 2. Bölüm	125
Şekil 85.	Senaryo 1 kapsamında GPT'siz ShipMach. Expert'in sorguya verdiği cevap	127
Şekil 86.	Senaryo 2 kapsamında ShipMach. Expert'in sorguya verdiği cevap	128
Şekil 87.	Senaryo 3 kapsamında ShipMach. Expert'in sorguya verdiği cevap	129
Şekil 88.	Senaryo 4 kapsamında ShipMach. Expert'in sorguya verdiği cevap	130
Şekil 89.	Senaryo 5 kapsamında ShipMach. Expert'in sorguya verdiği cevap	131
Ek Şekil 1.	Uzman 1 tarafından doldurulan anket.....	247
Ek Şekil 2.	Uzman 2 tarafından doldurulan anket.....	248
Ek Şekil 3.	Uzman 3 tarafından doldurulan anket.....	249

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.	Arızalar tablosu oluşturulurken kullanılan kaynaklar.....	54
Tablo 2.	Tez çalışmasında bilgisine başvuru alan katılımcıların profili.....	56
Tablo 3.	Lojistik regresyon performans metrik değerleri	67
Tablo 4.	Arızaların etkilediği ve etkilendiği arızalar: 1. Bölüm	100
Tablo 5.	Arızaların etkilediği ve etkilendiği arızalar: 2. Bölüm	101
Tablo 6.	Arızaların etkilediği ve etkilendiği arızalar: 3. Bölüm	102
Tablo 7.	Arızaların etkilediği ve etkilendiği arızalar: 4. Bölüm	103
Tablo 8.	Arızaların etkilediği ve etkilendiği arızalar: 5. Bölüm	104
Tablo 9.	Arızaların etkilediği ve etkilendiği arızalar: 6. Bölüm	105
Tablo 10.	Arıza olasılık değerleri ve renk skalasına göre potansiyelleri: 1. Bölüm	108
Tablo 11.	Arıza olasılık değerleri ve renk skalasına göre potansiyelleri: 2. Bölüm	109
Tablo 12.	Arıza olasılık değerleri ve renk skalasına göre potansiyelleri: 3. Bölüm	110
Tablo 13.	Arıza olasılık değerleri ve renk skalasına göre potansiyelleri: 4. Bölüm	111
Tablo 14.	Arıza olasılık değerleri ve renk skalasına göre potansiyelleri: 5. Bölüm	112
Tablo 15.	Arıza olasılık değerleri ve renk skalasına göre potansiyelleri: 6. Bölüm	113
Tablo 16.	Arıza olasılık değerleri ve renk skalasına göre potansiyelleri: 7. Bölüm	114
Tablo 17.	Arıza olasılık değerleri ve renk skalasına göre potansiyelleri: 8. Bölüm	115
Ek Tablo 1.	Veri tabanı arızalar tablosu: 1. Bölüm	142
Ek Tablo 2.	Veri tabanı arızalar tablosu: 2. Bölüm	143
Ek Tablo 3.	Veri tabanı arızalar tablosu: 3. Bölüm	144
Ek Tablo 4.	Veri tabanı arızalar tablosu: 4. Bölüm	145
Ek Tablo 5.	Veri tabanı arızalar tablosu: 5. Bölüm	146
Ek Tablo 6.	Veri tabanı arızalar tablosu: 6. Bölüm	147
Ek Tablo 7.	Veri tabanı arızalar tablosu: 7. Bölüm	148
Ek Tablo 8.	Veri tabanı arızalar tablosu: 8. Bölüm	149
Ek Tablo 9.	Veri tabanı arızalar tablosu: 9. Bölüm	150
Ek Tablo 10.	Veri tabanı arızalar tablosu: 10. Bölüm	151
Ek Tablo 11.	Veri tabanı arızalar tablosu: 11. Bölüm	152
Ek Tablo 12.	Veri tabanı arızalar tablosu: 12. Bölüm	153

Ek Tablo 13.	Veri tabanı arızalar tablosu: 13. Bölüm.....	154
Ek Tablo 14.	Veri tabanı arızalar tablosu: 14. Bölüm.....	155
Ek Tablo 15.	Veri tabanı arızalar tablosu: 15. Bölüm.....	156
Ek Tablo 16.	Veri tabanı arızalar tablosu: 16. Bölüm.....	157
Ek Tablo 17.	Veri tabanı arızalar tablosu: 17. Bölüm.....	158
Ek Tablo 18.	Veri tabanı arızalar tablosu: 18. Bölüm.....	159
Ek Tablo 19.	Veri tabanı arızalar tablosu: 19. Bölüm.....	160
Ek Tablo 20.	Veri tabanı arızalar tablosu: 20. Bölüm.....	161
Ek Tablo 21.	Veri tabanı arızalar tablosu: 21. Bölüm.....	162
Ek Tablo 22.	Veri tabanı arızalar tablosu: 22. Bölüm.....	163
Ek Tablo 23.	Veri tabanı arızalar tablosu: 23. Bölüm.....	164
Ek Tablo 24.	Veri tabanı arızalar tablosu: 24. Bölüm.....	165
Ek Tablo 25.	Veri tabanı arızalar tablosu: 25. Bölüm.....	166
Ek Tablo 26.	Veri tabanı arızalar tablosu: 26. Bölüm.....	167
Ek Tablo 27.	Veri tabanı arızalar tablosu: 27. Bölüm.....	168
Ek Tablo 28.	Veri tabanı arızalar tablosu: 28. Bölüm.....	169
Ek Tablo 29.	Veri tabanı arızalar tablosu: 29. Bölüm.....	170
Ek Tablo 30.	Veri tabanı arızalar tablosu: 30. Bölüm.....	171
Ek Tablo 31.	Veri tabanı arızalar tablosu: 31. Bölüm.....	172
Ek Tablo 32.	Veri tabanı arızalar tablosu: 32. Bölüm.....	173
Ek Tablo 33.	Veri tabanı arızalar tablosu: 33. Bölüm.....	174
Ek Tablo 34.	Veri tabanı arızalar tablosu: 34. Bölüm.....	175
Ek Tablo 35.	Veri tabanı arızalar tablosu: 35. Bölüm.....	176
Ek Tablo 36.	Veri tabanı arızalar tablosu: 36. Bölüm.....	177
Ek Tablo 37.	Veri tabanı arızalar tablosu: 37. Bölüm.....	178
Ek Tablo 38.	Veri tabanı arızalar tablosu: 38. Bölüm.....	179
Ek Tablo 39.	Veri tabanı arızalar tablosu: 39. Bölüm.....	180
Ek Tablo 40.	Veri tabanı arızalar tablosu: 40. Bölüm.....	181
Ek Tablo 41.	Veri tabanı arızalar tablosu: 41. Bölüm.....	182
Ek Tablo 42.	Veri tabanı arızalar tablosu: 42. Bölüm.....	183
Ek Tablo 43.	Veri tabanı arızalar tablosu: 43. Bölüm.....	184
Ek Tablo 44.	Veri tabanı arızalar tablosu: 44. Bölüm.....	185
Ek Tablo 45.	Veri tabanı arızalar tablosu: 45. Bölüm.....	186
Ek Tablo 46.	Veri tabanı arızalar tablosu: 46. Bölüm.....	187

Ek Tablo 47.	Veri tabanı arızalar tablosu: 47. Bölüm.....	188
Ek Tablo 48.	Veri tabanı arızalar tablosu: 48. Bölüm.....	189
Ek Tablo 49.	Veri tabanı arızalar tablosu: 49. Bölüm.....	190
Ek Tablo 50.	Veri tabanı arızalar tablosu: 50. Bölüm.....	191
Ek Tablo 51.	Veri tabanı arızalar tablosu: 51. Bölüm.....	192
Ek Tablo 52.	Veri tabanı arızalar tablosu: 52. Bölüm.....	193
Ek Tablo 53.	Veri tabanı arızalar tablosu: 53. Bölüm.....	194
Ek Tablo 54.	Veri tabanı arızalar tablosu: 54. Bölüm.....	195
Ek Tablo 55.	Veri tabanı arızalar tablosu: 55. Bölüm.....	196
Ek Tablo 56.	Veri tabanı arızalar tablosu: 56. Bölüm.....	197
Ek Tablo 57.	Veri tabanı arızalar tablosu: 57. Bölüm.....	198
Ek Tablo 58.	Veri tabanı arızalar tablosu: 58. Bölüm.....	199
Ek Tablo 59.	Veri tabanı arızalar tablosu: 59. Bölüm.....	200
Ek Tablo 60.	Veri tabanı arızalar tablosu: 60. Bölüm.....	201
Ek Tablo 61.	Veri tabanı arızalar tablosu: 61. Bölüm.....	202
Ek Tablo 62.	Veri tabanı arızalar tablosu: 62. Bölüm.....	203
Ek Tablo 63.	Veri tabanı arızalar tablosu: 63. Bölüm.....	204
Ek Tablo 64.	Veri tabanı arızalar tablosu: 64. Bölüm.....	205
Ek Tablo 65.	Veri tabanı arızalar tablosu: 65. Bölüm.....	206
Ek Tablo 66.	Veri tabanı arızalar tablosu: 66. Bölüm.....	207
Ek Tablo 67.	Veri tabanı arızalar tablosu: 67. Bölüm.....	208
Ek Tablo 68.	Veri tabanı arızalar tablosu: 68. Bölüm.....	209
Ek Tablo 69.	Veri tabanı arızalar tablosu: 69. Bölüm.....	210
Ek Tablo 70.	Veri tabanı arızalar tablosu: 70. Bölüm.....	211
Ek Tablo 71.	Veri tabanı arızalar tablosu: 71. Bölüm.....	212
Ek Tablo 72.	Veri tabanı arızalar tablosu: 72. Bölüm.....	213
Ek Tablo 73.	Veri tabanı arızalar tablosu: 73. Bölüm.....	214
Ek Tablo 74.	Veri tabanı arızalar tablosu: 74. Bölüm.....	215
Ek Tablo 75.	Veri tabanı arızalar tablosu: 75. Bölüm.....	216
Ek Tablo 76.	Veri tabanı arızalar tablosu: 76. Bölüm.....	217
Ek Tablo 77.	Veri tabanı arızalar tablosu: 77. Bölüm.....	218
Ek Tablo 78.	Veri tabanı arızalar tablosu: 78. Bölüm.....	219
Ek Tablo 79.	Veri tabanı arızalar tablosu: 79. Bölüm.....	220
Ek Tablo 80.	Veri tabanı arızalar tablosu: 80. Bölüm.....	221

Ek Tablo 81. Veri tabanı arızalar tablosu: 81. Bölüm.....	222
Ek Tablo 82. Veri tabanı arızalar tablosu: 82. Bölüm.....	223
Ek Tablo 83. Veri tabanı arızalar tablosu: 83. Bölüm.....	224
Ek Tablo 84. Veri tabanı arızalar tablosu: 84. Bölüm.....	225
Ek Tablo 85. Veri tabanı arızalar tablosu: 85. Bölüm.....	226
Ek Tablo 86. Veri tabanı arızalar tablosu: 86. Bölüm.....	227
Ek Tablo 87. Veri tabanı arızalar tablosu: 87. Bölüm.....	228
Ek Tablo 88. Veri tabanı arızalar tablosu: 88. Bölüm.....	229
Ek Tablo 89. Veri tabanı arızalar tablosu: 89. Bölüm.....	230
Ek Tablo 90. Veri tabanı arızalar tablosu: 90. Bölüm.....	231
Ek Tablo 91. Veri tabanı arızalar tablosu: 91. Bölüm.....	232
Ek Tablo 92. Veri tabanı arızalar tablosu: 92. Bölüm.....	233
Ek Tablo 93. Veri tabanı arızalar tablosu: 93. Bölüm.....	234
Ek Tablo 94. Veri tabanı arızalar tablosu: 94. Bölüm.....	235
Ek Tablo 95. Veri tabanı arızalar tablosu: 95. Bölüm.....	236
Ek Tablo 96. Veri tabanı arızalar tablosu: 96. Bölüm.....	237
Ek Tablo 97. Veri tabanı arızalar tablosu: 97. Bölüm.....	238
Ek Tablo 98. Veri tabanı arızalar tablosu: 98. Bölüm.....	239
Ek Tablo 99. Veri tabanı arızalar tablosu: 99. Bölüm.....	240
Ek Tablo 100. Veri tabanı arızalar tablosu: 100. Bölüm.....	241
Ek Tablo 101. Veri tabanı arızalar tablosu: 101. Bölüm.....	242
Ek Tablo 102. Veri tabanı arızalar tablosu: 102. Bölüm.....	243
Ek Tablo 103. Veri tabanı arızalar tablosu: 103. Bölüm.....	244
Ek Tablo 104. Veri tabanı arızalar tablosu: 104. Bölüm.....	245
Ek Tablo 105. Veri tabanı arızalar tablosu: 105. Bölüm.....	246

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

IMO	: Uluslararası Denizcilik Örgütü
MARPOL	
73/78	: Denizlerin Gemilerden Kirlenmesini Önleme Uluslararası Sözleşmesi
AI	: Yapay Zekâ
ML	: Makine Öğrenmesi
SVM	: Destek Vektör Makineleri
NLP	: Doğal Dil İşleme
NER	: Metinlerden Varlık Tanıma

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Ticari faaliyetlerde, nakliye süreçleri kritik bir öneme sahiptir. Ekonomiklik ve güvenilirlik gibi çok önemli kriterleri sağlaması nedeniyle, dünya ticaretinin %80'inden fazlası denizyolu taşımacılığıyla gerçekleştirilmektedir.

Gemiler, denizyolu taşımacılığının omurgasını oluştururlar ve karmaşık sistemlerle donatılmışlardır. Bu sayede, uzun deniz seferleri süresince karadan destek almadan yüklerini güvenli bir şekilde hedef limanlara ulaştırırlar.

Gemilerin hareket etmesini sağlayan en kritik bileşenler olan ana makineler ve yardımcı makineler, geminin işleyişinde merkezi bir öneme sahiptir. Bu makinelerde meydana gelebilecek bir arıza; geminin durmasına, önemli ekonomik kayıplara ve olumsuz hava koşullarıyla karşılaşıldığında, mürettebat ile yük açısından da ciddi riskler oluşmasına neden olabilir. Bu nedenle, gemi makinelerinin (motorlarının) sorunsuz çalışması, denizyolu taşımacılığının güvenliği ve verimliliği açısından büyük önem taşımaktadır.

1.2. Gemi Makine Sistemleri

Gemi makine sistemleri modern deniz taşımacılığının temel yapı taşlarından biri olup; bir geminin operasyonel verimliliğini, güvenliğini ve çevresel uyumluluğunu sağlamak üzere tasarlanmış karmaşık mühendislik sistemlerini ifade etmektedir. Bu sistemler, geminin sevkini sağlayan ana makinelerden, enerji üretim ve dağıtımını gerçekleştiren jeneratörlere, yardımcı makinelerden, su ve atık yönetim sistemlerine kadar geniş bir yelpazeyi kapsar. Gemilerin uzun mesafeli deniz seferlerinde haftalarca limana uğramadan güvenle seyahat edebilmesi, bu sistemlerin güvenilirliğine ve kararlı çalışmasına bağlıdır.

Gemi makine sistemleri, geminin sadece sevkini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda gemi içerisindeki tüm operasyonel sistemlerin ve yaşam destek ünitelerinin kesintisiz çalışmasını da güvence altına alır. Enerji verimliliğini artırmak, yakıt tüketimini optimize etmek ve çevresel etkileri en aza indirmek gibi hedefler, bu sistemlerin tasarımında belirleyici bir rol oynamaktadır. Özellikle yakıt maliyetlerinin gemi işletme giderlerinin önemli bir kısmını oluşturduğu dikkate alındığında, enerji verimliliğinin sağlanması,

geminin genel operasyonel maliyetlerini azaltmak açısından hayati öneme sahiptir. Bu çerçevede, modern gemilerde atık ısı geri kazanımı, düşük karbon salınlı yakıt kullanımı ve gelişmiş otomasyon sistemleri gibi yenilikçi çözümler giderek daha yaygın hale gelmektedir.

Teknolojik gelişmeler, gemi makine sistemlerinin sürekli bir evrim süreci içinde olmasına yol açmaktadır. Günümüzde bu sistemler, ileri düzey otomasyon ve izleme teknolojileri ile donatılmış olup, gerçek zamanlı veri analizi ve uzaktan izleme imkânları sunmaktadır. Bu ilerlemeler, gemi operasyonlarının verimliliğini artırmak ve potansiyel arızaların önüne geçmek açısından kritik bir rol oynamaktadır. Ayrıca, Uluslararası Denizcilik Örgütü (International Maritime Organization, IMO) gibi kuruluşlar tarafından belirlenen çevresel düzenlemelere uyum sağlama amacı doğrultusunda, gemi makine sistemleri daha çevre dostu teknolojilerle donatılmaktadır. Bu bağlamda, gaz yıkama (scrubber) sistemleri, sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) kullanımı ve enerji geri kazanım sistemleri, söz konusu çevresel gereklilikleri karşılamak için yaygın olarak kullanılan başlıca teknolojiler arasında yer almaktadır.

Gemi makine sistemlerinin kesintisiz çalışması için düzenli bakım ve yönetim süreçleri ile desteklenmesi gerekmektedir. Önleyici bakım programları; makine sistemlerinin performansını optimize etmek ve beklenmedik arızaların önüne geçilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bakım faaliyetleri, makinelerin aşınma ve yıpranma durumlarının izlenmesinden yağlama sistemlerinin kontrolüne ve jeneratörlerin performans testlerine kadar geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. Ayrıca, mürettebatın düzenli eğitimlere tabi tutulması ve acil durum senaryolarına hazırlıklı olunması, makine sistemlerinin güvenli bir şekilde işletilmesi bakımından kritik bir rol oynamaktadır.

Son yıllarda, gemi makine sistemleri, insansız gemi teknolojilerinin gelişimi ile yeni bir boyut kazanmıştır. Otonom gemiler, insan müdahalesine ihtiyaç duymadan sefer yapabilme kapasitesine sahip olup, bu gemilerin makine sistemleri tamamen otomatik ve uzaktan kontrol edilebilir şekilde tasarlanmaktadır. Bu gelişme, gemi makine sistemlerinin daha akıllı, verimli ve güvenli hale getirilmesini sağlayacak yenilikçi çözümler sunmaktadır.

Tüm bu bilgiler ışığında, gemi makine sistemlerinin modern deniz taşımacılığının ayrılmaz bir parçası olduğu açıkça görülmektedir. Bu bağlamda, gemilerin güvenli, verimli ve çevre dostu bir şekilde operasyon gerçekleştirebilmesinde gemi makine sistemleri kritik bir öneme sahiptir. Teknolojik gelişmeler ve artan yasal gereklilikler, bu sistemlerin sürekli olarak yenilenmesini ve optimize edilmesini zorunlu kılmakta; dolayısıyla denizcilik

operasyonlarının başarısını doğrudan etkilemektedir. Gemi makine sistemlerini oluşturan yirmi temel bileşen alfabetik sıraya göre Şekil 1’de gösterilmiştir.

Acil Durum Jeneratörü Sistemi	Acil Yangın Pompası Sistemi	Ana Jeneratör	Ana ve Acil Durum Hava Rezervuarı	Baş İtici Sistemi
Demirleme Vinci ve Irgatlar	Dümen Makineleri	Fanlar ve Üfleyiciler	Gemi Ana Makinesi	Gıda Soğutma Ünitesi
Hava Kompresörü	Isı Eşanjörü	Kanalizasyon Sistemi	Kazan	Klima Sistemi
Kontrol Havası Kurutucusu	Separatörler	Tatlı Su Üretim Sistemi	Yağlı Su Separatörü	Yakma Ünitesi

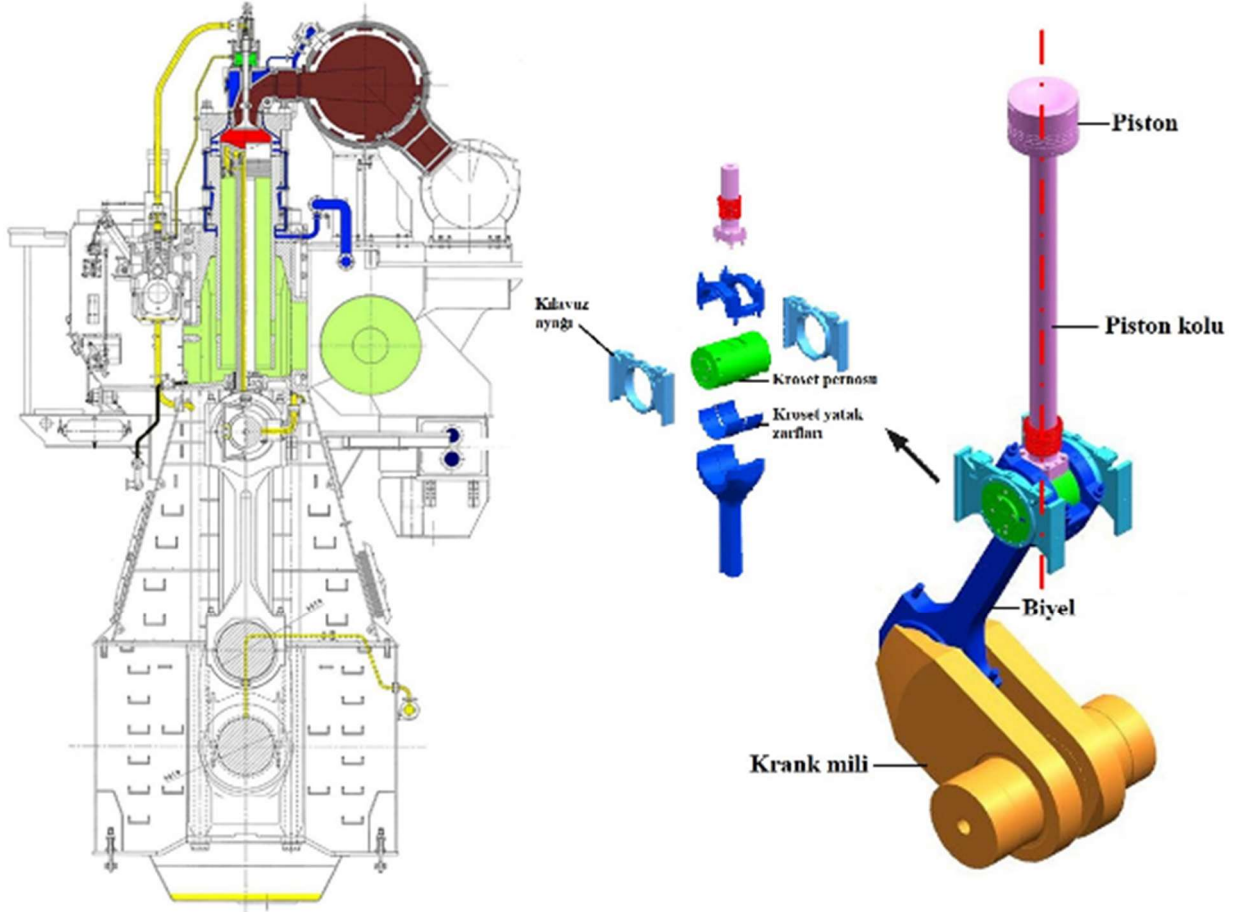
Şekil 1. Gemi makine sistemlerinin temel bileşenleri

1.2.1. Gemi Ana Makinesi

Gemi ana makinesi; gemi sevk sisteminin en önemli bileşenlerinden biri olup, genellikle dizel motoru olarak tasarlanmaktadır. Dizel motorları; düşük yakıt tüketimi, yüksek güç/ağırlık oranı ve dayanıklılık gibi birçok avantajları nedeniyle gemi sevk sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Pehlivan ve Altın, 2024). Gemi ana makinesinin doğru seçimi, bakımı ve işletilmesi; deniz taşımacılığında başarılı ve verimli operasyonların sürdürülebilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. İki zamanlı bir gemi dizel makinesinin kesit resmi ve ilgili makineye ait kroset donanımlı krank-biyel mekanizmasının yapısal ayrıntıları Şekil 2’de gösterilmiştir.

Ana makinelerin gücü ve performansı, geminin türüne ve büyüklüğüne bağlı olarak farklılık göstermektedir. Ana makinenin yakıt verimliliği, modern motor tasarımlarında en önemli faktörlerden biri olarak ele alınmaktadır, bundan dolayı yakıt maliyetleri gemi işletme giderlerini doğrudan etkilemektedir. Ana makineler, zorlu deniz koşullarında güvenilir bir şekilde çalışabilmeleri için özel olarak tasarlanmışlardır. Makine operatörlerinin düzenli bakım ve izleme faaliyetleriyle ana makinenin sağlıklı çalışması

garanti altına alınmaktadır. Bu bakım işlemleri; makinelerin aşınma ve yıpranma kontrolü, yağlama sistemlerinin bakımı ve performans testlerini içermektedir (Calder, 1992; MAN Diesel & Turbo SE., 2012; McGeorge, 2013; Taylor, 1996; URL-1).



Şekil 2. İki zamanlı gemi dizel makinesi ve ilgili mekanizmalar (Li vd., 2021).

Gemi ana makinelerinin tasarımlarında, performans özelliklerinin yanı sıra, olası olumsuz çevresel etkilerin en aza indirilmesini sağlayacak donanımlara da yer verilmiştir. Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) tarafından belirlenen emisyon standartlarına uyum sağlamak, modern motorların düşük emisyonlu yakıtlar ve çevre dostu teknolojilerle donatılmasını gerektirmektedir. Sonuç olarak, gemi ana makineleri deniz taşımacılığında kritik bir rol oynamakta ve bu makinelerin verimli ve güvenli bir şekilde çalışması, ekonomik sürdürülebilirlik ve çevresel uyum açısından büyük önem taşımaktadır. Teknolojinin gelişimiyle birlikte, bu sistemler hem çevresel açıdan daha sürdürülebilir hem de operasyonel olarak daha verimli bir hale gelmektedir. Gemi ana makinesinin temel bileşenleri Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Gemi ana makinesinin temel bileşenleri

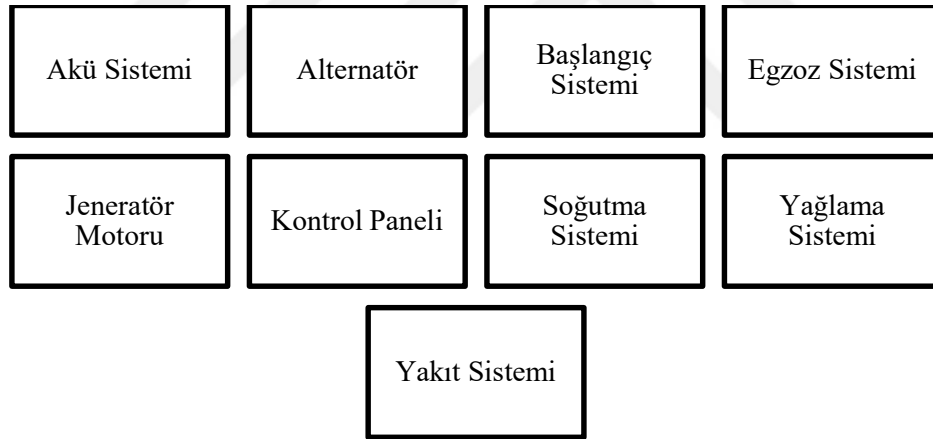
1.2.2. Ana Jeneratörler

Ana jeneratörler, gemilerde elektrik enerjisinin üretimini sağlayan en hayati bileşenler arasında yer almaktadır. Gemideki tüm sistemlerin kesintisiz ve güvenli bir şekilde çalışabilmesi, büyük ölçüde bu jeneratörlerin sağladığı elektrik enerjisine bağlıdır. Jeneratörler, özellikle uzun süreli deniz seyahatlerinde ve açık deniz operasyonlarında geminin operasyonel sürekliliği, güvenliği ve konforu açısından kritik bir rol oynamaktadır. Ana jeneratörlerin kesintisiz çalışması; navigasyon, iletişim, yük taşıma sistemleri ve yaşam destek üniteleri gibi temel sistemlerin etkinliğini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, jeneratörlerin güvenilirliği ve verimliliği, denizcilik operasyonlarında stratejik bir öneme sahiptir.

Jeneratörlerde elektrik enerjisi üretimi, genellikle dizel motorları aracılığıyla sağlanmaktadır. Dizel motorlar; güvenilirlikleri, yakıt verimlilikleri ve deniz ortamında uzun süreli kullanım için uygun olmaları nedeniyle tercih edilmektedir. Dizel motorlu jeneratör sistemleri, yüksek güç yoğunluğu ve dayanıklılık sunmaları sebebiyle ticari gemilerden askeri gemilere kadar çok geniş bir yelpazede kullanılmakta olup, gemi operasyonlarının kesintisiz devam etmesinde kritik bir rol oynamaktadır.

Gemilerde genellikle birden fazla jeneratör bulunur ve bu jeneratörler yedekli bir yapı ile çalıştırılır, böylece bir jeneratör arızalandığında diğerleri devreye girerek elektrik arzının kesintisiz sürdürülmesi sağlanır. Jeneratörler, enerji verimliliğini en üst düzeye çıkaracak şekilde tasarlanmış olup, yakıt tüketiminin optimize edilmesi yoluyla operasyonel maliyetlerin azaltılmasına katkı sağlar. Modern gemilerde kullanılan jeneratörler, genellikle gelişmiş otomasyon sistemleri ile donatılmış olup, bu sistemler jeneratör performansını izleyerek optimum verimlilikte çalışmayı sağlar (Calder, 1992; McGeorge, 2013; URL-2).

Gemideki jeneratörler, yalnızca enerji üretimi sağlamakla kalmaz, aynı zamanda geminin tüm operasyonel süreçlerinin sorunsuz bir şekilde yürütülmesini garanti altına alan stratejik bir rol oynar. Jeneratörlerin düzenli bakımı, yakıt sistemlerinin etkin bir şekilde izlenmesi ve olası arızaların hızlı bir şekilde giderilmesi, geminin güvenli ve verimli işletimi açısından kritik öneme sahiptir. Ana jeneratörlerin optimum performansta çalışmasını sağlamak hem operasyonel kesintileri önler hem de geminin genel enerji verimliliğini artırır. Ana jeneratörünün temel bileşenleri Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. Ana jeneratörün temel bileşenleri

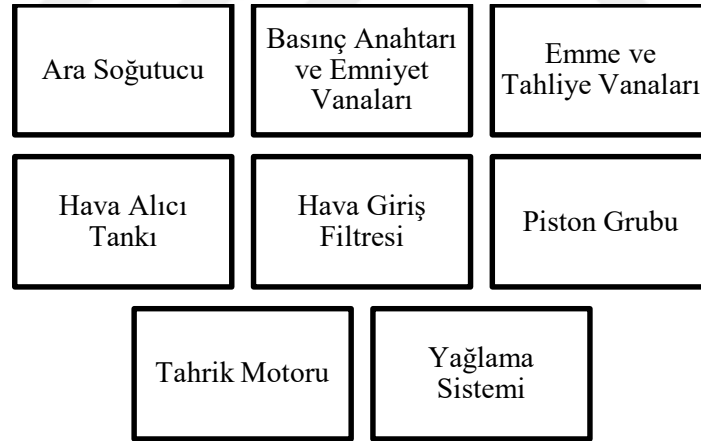
1.2.3. Hava Kompresörü

Hava kompresörleri, geminin güvenliği, operasyonel verimliliği ve işlevselliği açısından merkezi bir role sahiptir. Gemi makine dairesinde konumlandırılan bu kompresörler, gemi motorlarının ilk hareketinin sağlanmasından pnömomatik cihazların çalıştırılmasına kadar birçok kritik sistem için yüksek basınçlı hava üretirler. Hava kompresörlerinin verimli ve kesintisiz çalışması, bu sistemlerin sürekli ve güvenilir bir

şekilde işletilmesine olanak tanır. Ayrıca, kompresörlerin enerji verimliliği, geminin operasyonel maliyetlerini düşürerek toplam işletme verimliliğini artırır.

Kompresörler genellikle pistonlu veya vidalı tipte olup, mekanik enerjiyi kullanarak basınçlı hava üretirler. Pistonlu kompresörlerde hava sıkıştırılarak yüksek basınç elde edilirken, vidalı kompresörlerde hava rotorlar aracılığıyla sıkıştırılmaktadır. Bu sıkıştırma sürecinde, kompresörlerin doğru basınç seviyelerini koruması ve aşırı ısınmayı önlemesi hayati öneme sahiptir. Dolayısıyla, kompresörlerin verimli çalışabilmesi için soğutma sistemleri kritik bir bileşen olarak işlev görmekte ve sistemin güvenli ve verimli bir şekilde işletilmesine katkı sağlamaktadır (Küçükşahin, 2011; McGeorge, 2013; Taylor, 1996; URL-3).

Modern hava kompresörleri, basınç düzenleyicileri ve otomatik kontrol sistemleri ile donatılmış olup, sabit ve güvenilir bir basınçlı hava akışı sağlamaktadır. Ayrıca, enerji yönetim sistemleri sayesinde yalnızca ihtiyaç duyulduğunda çalışarak gereksiz enerji tüketimini önler ve kompresörün ömrünü uzatır. Düzenli bakım ve izleme sistemleri, kompresörlerin uzun ömürlü ve verimli bir şekilde çalışmasını sağlamak açısından kritik bir rol oynamaktadır. Hava kompresörünün temel bileşenleri Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5. Hava kompresörünün temel bileşenleri

1.2.4. Separatör

Gemi makine dairesinde yer alan ve santrifüj kuvveti prensibine göre çalışan separatörler; geminin operasyonel verimliliğini artırma ve doğal çevrenin korunması hedefleri doğrultusunda, kritik işlevler üstlenen, farklı yoğunluklara sahip sıvı karışımlarını

ayıran cihazlardır. Separatörler, gemi içerisinde çeşitli sistemlerin kesintisiz ve optimal şekilde çalışmasını temin ederken, yakıt ve yağın temizlenmesi ile atıkların etkin şekilde bertaraf edilmesi gibi temel görevlerle, geminin hem operasyonel performansını hem de çevresel etkilerini doğrudan iyileştirir. Ayrıca, separatörlerin verimli çalışması, gemi sistemlerinin sürekli ve güvenilir şekilde faaliyet göstermesine olanak tanıyarak enerji verimliliğini artırmakta ve operasyonel maliyetlerin düşürülmesine katkı sağlamaktadır.

Separatörler, otomatik kontrol ve izleme sistemleri ile donatılmış olup, çalışma sırasında basınç ve sıcaklık gibi kritik parametreleri sürekli olarak izlenir ve gerektiğinde ayarlamalar yapılır. Separatörler yalnızca gerektiğinde çalışarak enerji tasarrufu sağlar ve aşırı ısınma riskini azaltır. Bunun yanında, otomatik temizleme sistemleri, separatörlerin tamburlarını ve iç bileşenlerini düzenli olarak temiz tutarak performans kaybını önler. Bu sayede separatörlerin bakım ihtiyacı azalır ve daha uzun ömürlü bir kullanım sağlanır. Separatörün temel bileşenleri Şekil 6’da gösterilmiştir.



Şekil 6. Separatörün temel bileşenleri

Gemi operasyonları sırasında oluşan pis su ve atık maddeler, çevreye duyarlı bir şekilde separatörler aracılığıyla yönetilmektedir. Pis su separatörleri, atık sudan zararlı maddeleri denize boşaltılmadan önce ayırarak deniz ekosistemini korur ve operasyonların çevreye zarar vermeden sürdürülmesini sağlar. Bu uygulamalar, geminin uluslararası çevre yönetmeliklerine uyumunu güvence altına alırken, çevre performansını ve sürdürülebilir denizcilik faaliyetlerini destekler.

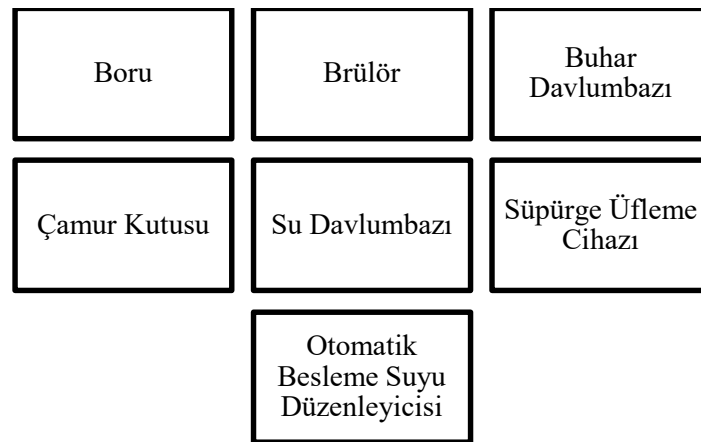
Separatörler; gemi operasyonlarının ayrılmaz bir parçası olarak, motorların kesintisiz ve verimli çalışmasını sağlama, yakıt ve yağ temizliğini optimize etme ve çevresel

sürdürülebilirliği destekleme açısından kritik bir rol üstlenmektedir. Gemi makine dairesinde bulunan separatörlerin etkin kullanımı hem operasyonel maliyetleri azaltmakta hem de uluslararası çevre koruma standartlarına uyumu sağlamaktadır. Bu cihazların düzenli bakımı ve doğru şekilde işletilmesi, geminin genel performansını ve enerji verimliliğini artırarak uzun vadede önemli ekonomik ve çevresel faydalar sunmaktadır (Demirel, K. & Er, İ. D., 2008; Taylor, 1996; URL-4).

1.2.5. Kazan

Gemi makine dairesindeki kazanlar, gemide ihtiyaç duyulan su buharını üretir. Üretilen buhar, geminin tipi ve özelliklerine bağlı olarak; buhar türbinleri, ısıtma sistemleri, yardımcı makineler ve geminin çeşitli diğer sistemlerinde kullanılmaktadır.

Buhar üretimi sırasında kazanların güvenli ve verimli çalışmasını sağlamak amacıyla çeşitli güvenlik ve kontrol mekanizmaları bulunmaktadır. Buhar basıncı ve sıcaklığı sürekli olarak izlenmekte, belirli sınırların aşılması durumunda sistemler otomatik olarak devreye girmektedir. Bu mekanizmalar, kazanların güvenliğini sağlarken, aynı zamanda verimli buhar üretiminin sürekliliğini garanti etmektedir. Kazan sistemlerinin düzenli bakımı ve izlenmesi, uzun ömürlü ve güvenilir bir kullanım sağlamakta olup, geminin operasyonel sürekliliği, çevresel sürdürülebilirlik ve işletme maliyetleri açısından kritik bir rol oynamaktadır (Demirel, K. & Er, İ. D., 2008; Küçükşahin, 2011; URL-5). Kazan sisteminin temel bileşenleri Şekil 7’de gösterilmiştir.

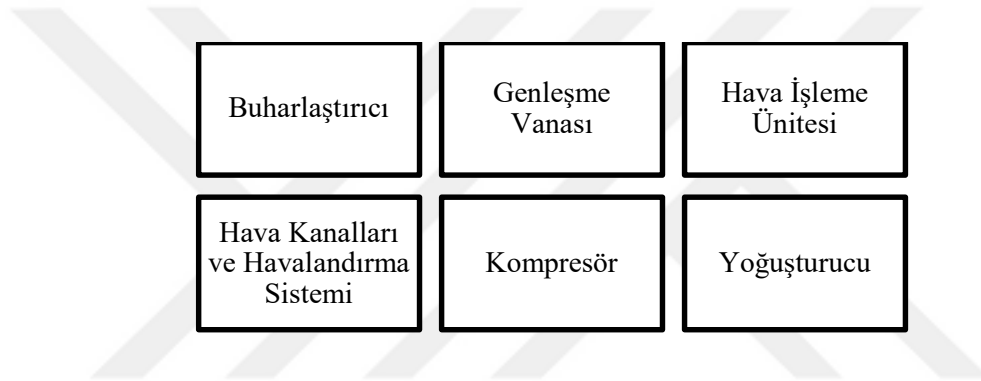


Şekil 7. Kazan sisteminin temel bileşenleri

1.2.6. Klima Sistemi

Gemi makine dairesinde bulunan klima sistemi, geminin içindeki sıcaklık, nem ve hava kalitesini kontrol ederek; personelin gemi içindeki yaşam alanlarının konforunu ve aynı zamanda cihazların sorunsuz şekilde çalışmasını sağlar.

Klima sistemi, geminin değişken ısı yük ve çevre koşullarına uyum sağlayarak otomatik olarak çalışır ve enerji verimliliğini en üst düzeye çıkarır. Böylece, gemi operasyonlarının verimli ve güvenli bir şekilde sürdürülmesine yardımcı olur (Küçükşahin, 2011; McGeorge, 2013; URL-6). Klima sisteminin temel bileşenleri Şekil 8’de gösterilmiştir.



Şekil 8. Klima sisteminin temel bileşenleri

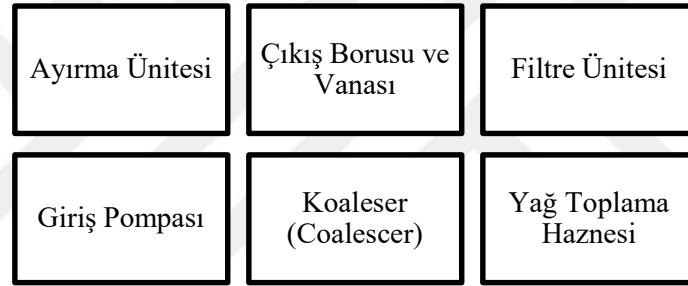
1.2.7. Yağlı Su Separatörü

Yağlı su separatörü, gemi makine dairesinde yer alan ve gemide oluşan atık su ile yağ karışımlarını ayrıştırarak çevreye zarar vermeden denize boşaltılmasını sağlayan kritik bir sistemdir. Gemilerde, makine dairesinde kullanılan yağların suyla karışarak atık oluşturması kaçınılmaz bir husustur; bu atıkların doğrudan denize boşaltılması ise çevreye ciddi zararlar verebilmektedir. Yağlı su separatörü, bu durumu önlemek amacıyla yağ ve su karışımlarını güvenli bir şekilde ayrıştırarak suyun belirlenen standartlara uygun şekilde denize deşarj edilmesini sağlar.

Yağlı su separatörü, uluslararası denizcilik çevre düzenlemeleri kapsamında, özellikle MARPOL 73/78 anlaşmasına uyum sağlamak amacıyla gemilerde kullanımı zorunlu hale getirilmiştir. Gemi operasyonlarında ortaya çıkan yağlı atık su, çevreye zarar verecek nitelikte olduğundan, bu sistemin kullanımı hem yasal gereklilikler hem de çevresel sorumluluklar açısından hayati önem taşımaktadır.

Sistem, geminin farklı koşullarda ve sürekli değişen operasyonel yüklerde çalışmasına rağmen, her durumda suyun güvenli bir şekilde ayrıştırılmasını sağlar. Bu durum, geminin operasyonel sürekliliğini desteklerken, çevreye verilen zararın en aza indirilmesine katkıda bulunur. Gemi operasyonlarının sürdürülebilirliğini artırmak ve deniz ekosistemini korumak açısından yağlı su separatörü, modern denizcilik faaliyetlerinde vazgeçilmez bir unsur haline gelmiştir (Demirel, K. & Er, İ. D., 2008; URL-7).

Sonuç olarak yağlı su separatörü, gemilerdeki yağ ve su karışımlarını güvenli bir şekilde ayrıştırarak denize boşaltılmasını sağlar ve çevrenin korunmasına katkıda bulunur. Ayrıca, geminin çevresel sorumluluklarını yerine getirirken operasyonel sürdürülebilirliğini destekler ve uluslararası denizcilik düzenlemelerine uyumu garanti altına alır. Yağlı su separatörünün temel bileşenleri Şekil 9’da gösterilmiştir.



Şekil 9. Yağlı su separatörünün temel bileşenleri

1.2.8. Kanalizasyon Sistemi

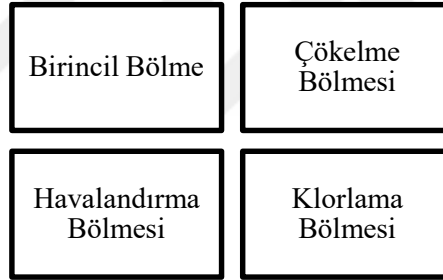
Gemi makine dairesinde yer alan kanalizasyon (sewage) sistemi, gemide oluşan atık suyun arıtılarak çevreye zarar vermeden denize boşaltılmasını sağlayan hayati bir sistemdir. Bu sistem hem gemi personelinin sağlığını korumak hem de çevreyi koruma amacıyla gemilerde kullanılmakta olup, özellikle MARPOL 73/78 sözleşmesi gibi uluslararası denizcilik çevre düzenlemelerine uyum sağlamak açısından gemilerde kullanımı zorunlu hale getirilmiştir. Sistem, gemi operasyonları sırasında oluşan insan atıklarının, mutfak, tuvalet ve diğer alanlardan gelen atık suların işlenmesi için kullanılmaktadır.

Sistem, gemideki atık suyun toplanması, arıtılması ve güvenli bir şekilde denize boşaltılmasını sağlayan bir dizi bileşenden oluşur. Atık suyun uygun şekilde işlenmesi hem çevresel sorumluluk hem de gemi personelinin sağlığı açısından büyük bir öneme sahiptir. Eğer bu atık sular doğru bir şekilde arıtılmazsa, çevreye büyük zararlar verebilir ve deniz

ekosistemini tehdit edebilir. Bu nedenle kanalizasyon sistemi ile, bu atıkların etkili bir şekilde işlenmesini ve zararsız hale getirilmesi amaçlanmaktadır.

Kanalizasyon sistemi, genellikle birkaç kısımdan oluşur. İlk olarak; atık su, toplama tanklarına iletilir ve burada bir süre bekletilerek büyük partiküller ve katı maddeler ayrıştırılır. Ardından, çeşitli biyolojik ve kimyasal arıtma işlemlerinden geçerek suyun içindeki kirleticiler ve zararlı maddeler etkisiz hale getirilir. Arıtma işlemi sırasında, suyun güvenli bir seviyeye ulaşması sağlanır, böylece denize boşaltılmaya uygun hale gelir (Demirel, K. & Er, İ. D., 2008; Sun vd., 2009; URL-8).

Sistem ayrıca, çevre düzenlemelerine tam uyum sağlamak için çeşitli izleme ve kontrol mekanizmalarına sahiptir. Atık suyun denize boşaltılmadan önceki kalitesi, sıkı denetimlerden geçirilir ve herhangi bir olumsuz durumda suyun tekrar işlenmesi sağlanır. Bu işlemler dizisi, geminin çevreye zarar vermesini engellemek ve uluslararası yasal düzenlemelere uyumunu garanti etmek için önemlidir. Kanalizasyon sisteminin temel bileşenleri Şekil 10'da gösterilmiştir.



Şekil 10. Kanalizasyon sisteminin temel bileşenleri

1.2.9. Baş İtici Sistemi

Baş itici sistemi, geminin özellikle limanlar, dar kanallar veya iskelelere yanaşma gibi hassas operasyonlar sırasında manevra kabiliyetini artırmak için kullanılan kritik bir sistemdir. Geminin baş tarafına yerleştirilen bu sistem, geminin yatay ekseninde sağa veya sola hareket etmesine olanak tanır.

Baş itici sistemi, özellikle rüzgârın veya akıntının yoğun olduğu dar alanlarda, geminin ana yönlendirme sistemlerine ek bir kontrol sunar. Bu sayede, gemi kaptanı limanlara giriş-çıkış veya rıhtıma yanaşma gibi durumlarda daha hassas manevralar yapabilir. Sistemin

etkin kullanımı, geminin operasyonel güvenliğini artırır, kazaların önlenmesine yardımcı olur ve yakıt tüketimi açısından da tasarruf sağlar.

Ayrıca, baş itici sistemleri, geminin limanlarda veya dar sularda manevra yaparken daha az yardıma ihtiyaç duymasını sağlar ve çekici botlara olan gereksinim azalır. Bu da gemi operasyonlarını daha hızlı, güvenli ve etkin hale getirir (McGeorge, 2013; URL-9).

Sonuç olarak, baş itici sistemi, gemilerin zor koşullarda daha kontrollü ve güvenli manevralar yapmasını sağlarken, liman operasyonlarını hızlandıran ve güvenli hale getiren hayati bir sistemdir. Baş itici sisteminin temel bileşenleri Şekil 11’de gösterilmiştir.



Şekil 11. Baş itici sisteminin temel bileşenleri

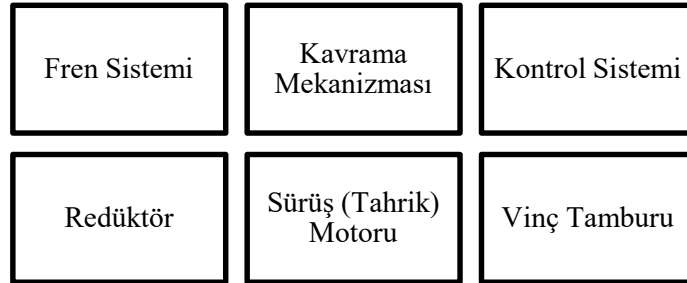
1.2.10. Demirleme Vinci ve Irgat Sistemi

Demirleme vinci ve ırgat sistemi, geminin limanda güvenli bir şekilde sabitlenmesini ve demirlemesini sağlayan en önemli sistemlerden biridir. Demirleme vinci, geminin yanaşması ve halatlarının güvenli bir şekilde iskeleye bağlanması için kullanılırken, ırgat sistemi, çıpanın güvenli bir şekilde suya indirilmesi ve kaldırılması işlevini üstlenir.

Demirleme vinci, geminin yanaşma ve sabitlenme sürecinde güvenli bir şekilde halatların çekilmesini veya bırakılmasını sağlar. Elektrik veya hidrolik motorlar yardımıyla çalışan vinç, halatların gerginliğini ayarlayarak geminin sabit kalmasını sağlar. Bu sistem, dalga ve rüzgâr etkilerine karşı gemiyi koruyarak güvenli bir liman operasyonu sunar.

Irgat sistemi, geminin demirleme işlemini gerçekleştirmek için çıpanın denize indirilmesini ve kaldırılmasını sağlar. Irgat, çıpanın ağırlığını kaldırabilecek kapasitede tasarlanmıştır ve çıpanın zincirini kontrol ederek, geminin sabit bir konumda kalmasına yardımcı olur. Irgat sistemi, geminin liman dışında güvenli bir şekilde demirleyebilmesi için kritik bir rol oynar (Taylor, 1996; URL-10). Demirleme vinci ve ırgat sistemi, geminin liman ve deniz operasyonlarında güvenli bir şekilde bağlanmasını ve sabitlenmesini sağlar. Bu

sistemler, gemi güvenliği ve operasyon verimliliği açısından hayati öneme sahiptir. Demirleme vinci ve ırgat sisteminin temel bileşenleri Şekil 12’de gösterilmiştir.



Şekil 12. Demirleme vinci ve ırgatların temel bileşenleri

1.2.11. Dümen Makineleri

Dümen makineleri sistemi, geminin yönlendirilmesi ve güvenli seyrinde kritik bir rol üstlenmektedir. Gemi kaptanının verdiği komutlar doğrultusunda, dümen palasının açısını değiştirerek geminin istenilen rotada ilerlemesine olanak tanır. Dümen makineleri sistemi, ani manevra gereksinimlerine hızlı şekilde yanıt vererek geminin stabilitesini muhafaza eder.

Dümen makineleri, hidrolik veya elektrik motorları ile çalıştırılmaktadır. Yüksek tork kabiliyetleri nedeniyle, hidrolik motorlar büyük gemilerde, elektrik motorları ise genellikle daha küçük gemilerde tercih edilmektedir. Sistem, acil durumlar için manuel kontrol seçeneği de sunmaktadır. Elektronik sistemin devre dışı kaldığı durumlarda manuel kontrol ile dümen palası güvenli bir şekilde yönetilebilmektedir (McGeorge, 2013; Taylor, 1996; URL-11). Dümen makineleri sisteminin temel bileşenleri Şekil 13’te gösterilmiştir.

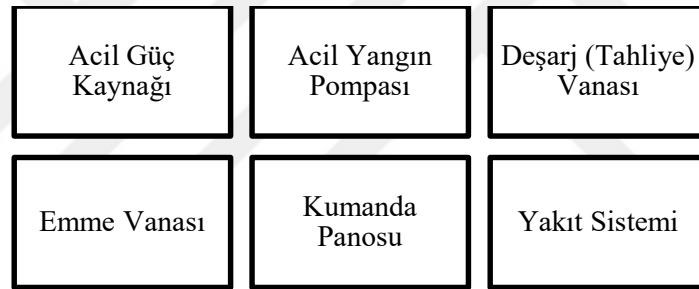


Şekil 13. Dümen makinelerinin temel bileşenleri

1.2.12. Acil Yangın Pompası Sistemi

Acil yangın pompası sistemi, ana yangın pompalarının arızalanması durumunda otomatik olarak devreye girmekte ve yangınla mücadele için gerekli olan suyu temin etmektedir. Ayrıca, sistemin elle kontrol olanağı, acil durumlarda operatörlerin daha etkili bir şekilde yangına müdahale etmelerini sağlamaktadır. Sistem, bağımsız bir güç kaynağı ve kontrol ünitesi ile donatıldığından, ana pompaların devre dışı kalması durumunda dahi işlevselliğini korumaktadır.

Acil yangın pompası sistemi, geminin yangın güvenliğini artırmak için kritik bir bileşendir. Bu sistem, yangın durumunda hızlı bir şekilde su temin ederek, yangının yayılmasını kontrol altına almakta ve geminin yangınla mücadele kapasitesini artırmaktadır (Küçükşahin, 2011; Taylor, 1996; URL-12). Acil yangın pompası sisteminin temel bileşenleri Şekil 14’te gösterilmiştir.



Şekil 14. Acil yangın pompası sisteminin temel bileşenleri

1.2.13. Acil Durum Jeneratörü Sistemi

Acil durum jeneratör sistemi, geminin güvenliği ve operasyonel kapasitesinin korunması açısından büyük önem arz etmektedir. Acil durum jeneratörü, geminin ana güç kaynağının devre dışı kalması durumunda otomatik olarak devreye girerek kritik sistemlerin (acil yangın pompaları, navigasyon ekipmanları ve diğer güvenlik cihazları) çalışmalarının sürekliliğini sağlar.

Acil durum jeneratörünün güvenilirliği ve düzenli bakımı, geminin acil durum yönetiminde kritik bir rol oynar. Bu jeneratör, acil durumlarda kesintisiz güç sağlamak suretiyle, geminin güvenliğini artırır ve acil durumlara etkin bir şekilde yanıt verilmesini

mümkün kılar (McGeorge, 2013; Taylor, 1996; URL-13). Acil durum jeneratörü sisteminin temel bileşenleri Şekil 15'te gösterilmiştir.



Şekil 15. Acil durum jeneratörü sisteminin temel bileşenleri

1.2.14. Kontrol Havası Kurutucusu

Basınçlı hava; otomasyon sistemlerinde, kontrol ve aktarma işlevlerini yerine getiren önemli bir bileşendir. Gemi makine dairesinde yer alan kontrol hava kurutucusu, geminin otomasyon sistemlerinde kullanılan basınçlı havanın nemden arındırılmasını sağlar. Nemli hava; basınçlı hava sistemlerinde korozyona, tıkanmalara ve performans düşüşlerine neden olabilmektedir.

Düzenli olarak çalışan bir kontrol hava kurutucusu, sistemlerin güvenilirliğini artırır ve arıza risklerini minimize eder. Bu, geminin genel performansını iyileştirir ve bakım ihtiyaçlarını azaltır, böylece operasyonel verimliliği artırır. Ayrıca, uzun vadede bakım maliyetlerini düşürerek, gemi işletmelerinin maliyet etkinliğini sağlar (McGeorge, 2013; URL-14). Kontrol havası kurutucusu sisteminin temel bileşenleri Şekil 16'da gösterilmiştir.



Şekil 16. Kontrol havası kurutucusu sisteminin temel bileşenleri

1.2.15. Ana ve Acil Durum Hava Rezervuarı

Gemi makine dairesinde bulunan ana ve acil durum hava rezervuarları, geminin çeşitli sistemlerinde kullanılan basınçlı havayı depolamak ve gerektiğinde hızlıca kullanıma sunmak üzere tasarlanmıştır.

Ana hava rezervuarları, geminin ana sistemlerine sürekli ve düzenli hava temini sağlar. Bu rezervuarlar, hava kompresörleri tarafından sürekli olarak doldurulur ve çeşitli gemi sistemlerinde ihtiyaç duyulan basınçlı havayı depolar. Ana hava rezervuarlarının kapasitesi, geminin hava ihtiyacını karşılayacak şekilde tasarlanmıştır ve motorların çalıştırılması, otomasyon sistemlerinin işletilmesi ile genel operasyonlar için gerekli basınçlı havanın sağlanmasına olanak tanır.

Acil durum hava rezervuarları; acil durumlarda kritik sistemlerin çalışmasını sağlamak amacıyla tasarlanmış olup, geminin ana hava rezervuarlarında meydana gelebilecek bir arıza veya kesinti olması durumunda otomatik olarak devreye girmektedir. Genellikle bağımsız bir kompresör veya hava tedarik sistemi ile desteklenen acil durum hava rezervuarları, belirli bir kapasiteye sahip olup acil durumlarda anında kullanılabilir basınçlı havayı temin eder. Acil durum hava rezervuarları, özellikle yangınla mücadele sistemleri, acil durum ekipmanları ve diğer hayati sistemler için gerekli hava basıncını temin etmektedir (Demirel, K. & Er, İ. D., 2008; Küçükşahin, 2011; URL-15). Ana ve acil durum hava rezervuarlarının temel bileşenleri Şekil 17’de gösterilmiştir.



Şekil 17. Ana ve acil durum hava rezervuarının temel bileşenleri

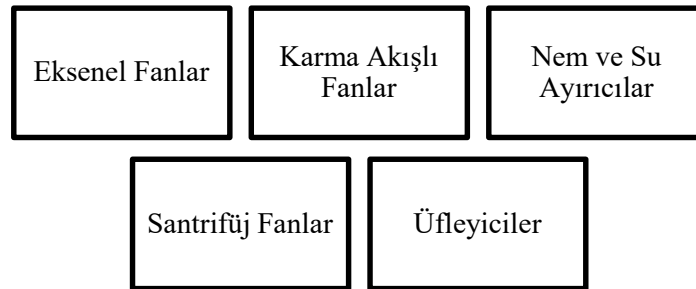
1.2.16. Fanlar ve Üfleyiciler

Gemi makine dairesinde bulunan fanlar ve üfleyiciler, geminin iç ortamının havalandırılması, sıcaklığının düzenlenmesi ve zararlı gazların uzaklaştırılması gibi kritik işlevleri yerine getirmektedir.

Fanlar, hava akışını sağlamak amacıyla kullanılan cihazlar olup, çeşitli türlere sahiptir. İhtiyaç duyulan hava akışını oluşturmak için farklı fan tipleri tercih edilmektedir. Örneğin, eksenel fanlar genellikle yüksek hacimde hava akışı gerektiren uygulamalarda kullanılırken, santrifüj fanlar yüksek basınçlı hava akışı sağlamak amacıyla tercih edilmektedir. Fanlar, makine dairesinde, hava sirkülasyonunu sağlayarak sıcaklık kontrolünü ve hava kalitesini iyileştirmektedir. Ayrıca, havalandırma sistemlerinin bir parçası olarak, iç ortamın nem seviyesini düzenleyerek korozyon ve diğer mekanik sorunların oluşumunu engellemektedir.

Üfleyiciler, genellikle daha yüksek hava basıncı ve hava debisi sağlamak amacıyla kullanılan cihazlardır. Fanlardan farklı olarak, üfleyiciler hava akışını yüksek hız ve basınçta iletir. Bu özellikleri sayesinde makine dairesindeki zararlı gazların ve dumanın etkili bir şekilde tahliye edilmesine olanak tanır. Ayrıca, soğutma sistemlerinin bir parçası olarak kullanılan üfleyiciler, soğutma etkisini artırarak makine dairesindeki sıcaklıkların kontrol altında tutulmasına katkıda bulunur (Küçükşahin, 2011; Taylor, 1996; URL-16).

Fanlar ve üfleyiciler, birlikte çalışarak gemi makine dairesinin iç ortamının sürekli temiz ve güvenli olmasını sağlar. Bu cihazların düzenli olarak bakıma tabi tutulması, filtreler, motorlar ve diğer bileşenlerinin kontrol edilmesi kritik bir öneme sahiptir. Bakım eksiklikleri; yetersiz hava akışı ve zararlı gazların birikmesi gibi sorunlara yol açabilir, bu da geminin operasyonel güvenliğini tehlikeye atabilir. Fanlar ve üfleyicilerin temel bileşenleri Şekil 18’de gösterilmiştir.



Şekil 18. Fanlar ve üfleyicilerin temel bileşenleri

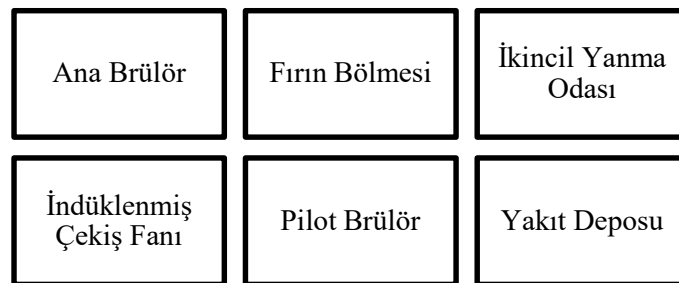
1.2.17. Yakma Ünitesi

Yakma ünitesi (incinerator), gemi makine dairesinde yer alan ve gemideki çeşitli atıkları güvenli bir şekilde yakarak bertaraf eden kritik bir sistemdir. Bu sistem, gemi operasyonları sırasında oluşan organik ve inorganik atıkların çevreye zarar vermeden etkili bir şekilde imha edilmesini sağlamaktadır.

Sistem, atıkların etkin bir şekilde yakılması için optimize edilmiş bir yanma odasına sahiptir. Bu odada, atıklar yüksek sıcaklıkta yanarak geri dönüşümü zor olan maddeleri gaz haline dönüştürmektedir. Yanma süreci sırasında, yüksek verimli filtreleme sistemleri kullanılarak zararlı gazlar ve partiküller temizlenir. Sonuç olarak, sistemin çıkışında çevreye zarar vermeyen, en düşük düzeyde kalıntı ve emisyon bulunur.

Yakma ünitesinin önemli bileşenlerinden biri, yanma işlemini kontrol eden otomatik bir kontrol panelidir. Bu panel, ünitenin çalışma koşullarını izler ve sıcaklık ile hava akışı gibi parametreleri ayarlayarak sistemin verimli çalışmasını sağlar. Ayrıca, kullanılan filtreler gazları temizleyerek zararlı maddelerin atmosfere salımını engeller. Ünite, atıkların güvenli bir şekilde depolanması ve düzenli bir şekilde bertaraf edilmesini sağlayan atık besleme mekanizmasını da içermektedir. Bu mekanizma, atıkların yakma ünitesine düzgün bir şekilde iletilmesini ve yanma sürecinin sorunsuz gerçekleşmesini temin etmektedir.

Yakma ünitesi, uluslararası çevre koruma düzenlemelerine uyum sağlamak üzere tasarlanmıştır. Geminde oluşan atıkların denize boşaltılmasını önleyerek çevresel etkileri azaltır ve geminin çevre dostu bir şekilde operasyon yapmasına olanak tanır. Ayrıca, atık hacminin önemli ölçüde azaltılması, geminin yük kapasitesini artırırken atık yönetimi sürecini de basitleştirir (Demirel, K. & Er, İ. D., 2008; URL-17). Yakma ünitesinin temel bileşenleri Şekil 19'da gösterilmiştir.



Şekil 19. Yakma ünitesinin temel bileşenleri

1.2.18. Gıda Soğutma Ünitesi

Gıda soğutma sistemi, gemideki gıda maddelerinin taze ve güvenli bir şekilde saklanmasını sağlayan kritik bir sistemdir. Bu sistem, çeşitli bileşenler ve teknolojiler kullanarak, gıdaların uygun sıcaklıklarda saklanmasını sağlar ve bozulmalarını önler. Özellikle uzun deniz yolculuklarında gemi mürettebatının sağlıklı ve besleyici gıdalarla beslenmesini temin eder (McGeorge, 2013; Taylor, 1996; URL-18). Gıda soğutma ünitesinin temel bileşenleri Şekil 20’de gösterilmiştir.



Şekil 20. Gıda soğutma ünitesinin temel bileşenleri

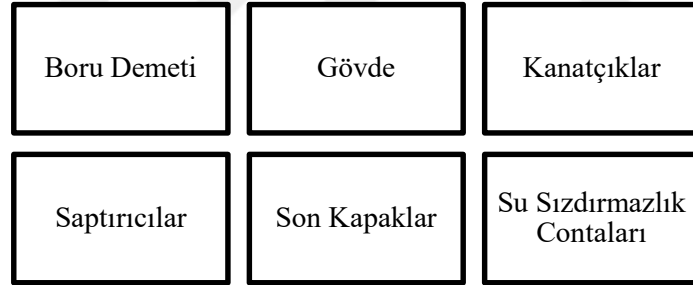
1.2.19. Isı Eşanjörü

Gemi makine dairesinde bulunan ısı eşanjörleri, gemi sistemlerinin verimliliğini artırmak ve ısı enerji yönetimi sağlamak amacıyla, ısıнын bir ortamdan diğerine transferini gerçekleştiren temel bileşenlerdir. Isı eşanjörleri, özellikle motor soğutma sistemleri, yağ soğutma devreleri ve benzeri ısı enerji düzenleme süreçlerinde kritik bir rol oynamaktadır. Bu sistemler, gemi makinelerinin güvenli ve uzun ömürlü çalışmasını desteklemekle birlikte, enerji verimliliğini optimize ederek işletme maliyetlerinin düşürülmesine katkıda bulunur.

Isı eşanjörleri, plakalı eşanjörler, tüp tipi ısı değiştiriciler, hava-soğutmalı ve su-soğutmalı eşanjörler gibi çeşitli tiplerde sınıflandırılmaktadır. Her bir tip, özel uygulama alanlarına ve operasyonel gereksinimlere göre tercih edilmektedir. Plakalı ısı eşanjörleri, kompakt tasarımları ve yüksek ısı transfer verimlilikleri ile dikkat çekerken, tüp tipi ısı değiştiriciler, genellikle daha yüksek kapasite gerektiren sistemlerde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Her iki tür eşanjör de farklı koşullar altında optimum performans sağlayacak şekilde tasarlanmıştır, böylece gemi operasyonlarında enerji verimliliği ve sistem güvenilirliği sağlanır.

Isı eşanjörlerinin etkin bir şekilde çalışabilmesi, düzenli bakım ve temizlik işlemlerinin gerçekleştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Isı eşanjörlerinde zamanla biriken kir ve tortu, ısı transfer sürecini olumsuz yönde etkileyerek sistem performansında düşüşe neden olabilmektedir. Buna ek olarak, ısı eşanjörlerinin tasarımında kullanılan malzemelerin, deniz ortamının zorlu koşullarına dayanıklı olması gerekmektedir. Özellikle korozyon gibi olumsuz etkilerin önlenmesi, malzeme seçimi ve koruyucu önlemler açısından büyük önem arz etmektedir. Bu bağlamda, uygun malzeme seçimi ve düzenli bakım, sistemin uzun ömürlü ve verimli çalışmasını sağlamak için kritik rol oynamaktadır.

Sonuç olarak, ısı eşanjörleri gemi makine dairesinde kritik bir işlev üstlenmekte olup, gemideki çeşitli sistemlerin güvenli ve verimli bir şekilde çalışmasını sağlamaktadır. Bu bileşenler, ısı enerjisinin etkin yönetimini mümkün kılarak, motor soğutma ve diğer termal yönetim süreçlerinde önemli katkılar sunmaktadır. Isı eşanjörlerinin gemi operasyonlarındaki rolü, sistemlerin enerji verimliliğini ve çalışma güvenliğini doğrudan etkilemektedir (Küçükşahin, 2011; McGeorge, 2013; Taylor, 1996; URL-19). Isı eşanjörünün temel bileşenleri Şekil 21'de gösterilmiştir.



Şekil 21. Isı eşanjörünün temel bileşenleri

1.2.20. Tatlı Su Üretim Sistemi

Tatlı su üretim sistemi, deniz araçlarında içme suyu, yemek pişirme, temizlik ve makine soğutma gibi çeşitli operasyonel ihtiyaçları karşılamak amacıyla suyun üretimi, arıtımı ve dağıtımını sağlayan temel bir altyapıdır. Bu sistem, gemideki yaşam koşullarının sürdürülebilirliğini ve operasyonel verimliliği doğrudan etkileyen kritik bir unsurdur. Sistem, deniz suyunun desalinasyon (tuzlu suyun içindeki tuz ve diğer minerallerin arıtılarak suyun tatlı suya dönüştürülmesi) yoluyla arıtılmasını, depolanmasını ve gerektiğinde

kullanılabilir hale getirilmesini içerir. Bu süreç, geminin hem mürettebat sağlığı hem de mekanik aksamın işlevselliği açısından büyük önem taşımaktadır.

Üretilen tatlı su, geminin farklı bölümlerinde bulunan özel tanklarda hijyenik ve güvenli bir şekilde depolanır. Bu tanklar, genellikle paslanmaz çelik veya özel koruyucu kaplamalarla üretilmiş olup, depolanan suyun kalitesinin korunması ve tankların korozyon direncinin sağlanması için tasarlanmıştır. Tatlı su, gemi boyunca çeşitli kullanım alanlarına, basınç kontrolü sağlanarak boru hatları aracılığıyla iletilir. Boru hatları, suyun farklı bölgelere yönlendirilmesini ve su basıncının uygun şekilde ayarlanmasını sağlamak amacıyla çeşitli vana ve pompa sistemleri ile donatılmıştır. Bu sistemler, gemi operasyonlarının sorunsuz bir şekilde yürütülmesi için suyun verimli bir şekilde dağıtılmasını sağlar.

Su sisteminin hijyen ve verimliliğini sağlamak için filtreleme sistemleri kullanılmaktadır. Bu filtreler, suyu partiküller, mikrobiyolojik kirleticiler ve diğer safsızlıklardan arındırır. Ayrıca, suyun kalitesini korumak ve bakteri ile alg oluşumunu önlemek için düzenli kimyasal temizleme ve dezenfeksiyon işlemleri uygulanmaktadır. Bu yöntemler, suyun hijyenik kalmasını ve sistemin sorunsuz işlemlerini temin eder.

Su basıncını izlemek ve kontrol etmek amacıyla çeşitli sensörler ve kontrol panelleri kullanılmaktadır. Bu sistemler, suyun sürekli olarak belirlenen basınçta ve kalitede olmasını güvence altına alır. Tatlı su sisteminde meydana gelebilecek olası aksaklıklar durumunda, yedekleme sistemleri ve alternatif su kaynakları devreye girerek geminin su ihtiyacını kesintisiz olarak karşılamasını sağlar. Bu tür önleyici tedbirler, gemi operasyonlarının sürdürülebilirliğini ve güvenliğini artırır (Demirel, K. & Er, İ. D., 2008; URL-20). Tatlı su sisteminin temel bileşenleri Şekil 22'de gösterilmiştir.



Şekil 22. Tatlı su sisteminin temel bileşenleri

1.3. Uzman Sistemler

Makinelerin insan yerine karar verebilmesi, yapay zekâ çalışmalarının temel hedeflerinden biridir. Bu alandaki ilk adımlar, McCulloch ve Pitts (1943) tarafından ilk yapay nöron modeliyle atılmıştır. Bu model, insan beyninin çalışma prensiplerini taklit eden bilgisayar sistemlerinin düşünme yeteneğine benzetmeyi amaçlamıştır. Günümüz yapay sinir ağlarının temeli de bu modele dayanmaktadır.

Bir diğer önemli katkı, Hebb'in 1949'da ortaya koyduğu Hebbian öğrenme kuralıdır. Bu kural, nöronlar arasındaki bağlantıların nasıl güçlendiğini açıklayan bir teoridir ve modern yapay sinir ağlarının gelişiminde önemli bir adımdır (Hebb, 2005).

Alan Turing, 1950'de geliştirdiği Turing makinesi ve "Turing Testi" ile yapay zekanın gelişiminde bir başka kritik rol oynamıştır. Turing makinesi, teorik olarak herhangi bir matematiksel problemi çözebilen bir modeldir. Turing Testi ise makinelerin zeki olup olmadığını ölçmek için halen kullanılan bir yöntemdir (Turing, 2009).

1950'ler ve 1960'lar, yapay zekanın büyük beklentilerle araştırıldığı yıllardır. Ancak insan gibi düşünme ve yaratıcı faaliyetleri taklit etmede yaşanan zorluklar, bu teknolojinin sınırlarını göstermiştir. Bu dönemde, uzman sistemler yapay zekanın en başarılı uygulamalarından biri olarak ortaya çıkmıştır. Uzman sistemler, belirli bir alandaki uzmanların bilgi ve deneyimlerini dijital ortamda modelleyerek, bu bilgileri kullanarak karmaşık problemlere çözüm sunan yapay zekâ sistemleridir.

İlk uzman sistemlerden biri, Edward Feigenbaum tarafından geliştirilen DENDRAL'dır. Kimyasal analizlerde kullanılan bu sistem, yapay zekanın bilgi tabanlı sistemlerdeki başarısını göstermektedir (Feigenbaum & Buchanan, 2014). 1970'li yıllarda geliştirilen MYCIN, enfeksiyon hastalıklarının teşhisi için kullanılmış ve sağlık sektöründe yapay zekanın gücünü kanıtlamıştır (Shortliffe, 2012).

Uzman sistemlerin başarısı, bilginin doğru bir şekilde yapılandırılmasına bağlıdır. Davis vd. (1977) bu sistemlerin tıbbi teşhis süreçlerini optimize edebileceğini göstermiştir. Uzman sistemler, karar süreçlerini hızlandırarak daha tutarlı sonuçlar elde edilmesini sağlar.

1970'ler ve 1980'lerde uzman sistemler farklı disiplinlerde yaygınlaşmıştır. PROSPECTOR isimli sistem, jeolojik verileri analiz ederek maden yataklarının bulunmasında başarı sağlamıştır (Duda vd.,1981). Finans sektöründe ise EXPERT gibi sistemler, kredi değerlendirme ve yatırım analizi gibi süreçlerde kullanılmıştır (Birts vd., 1993).

1980'lerin sonlarına doğru, bulanık mantık ve yapay sinir ağları gibi yeni teknikler uzman sistemlere entegre edilmeye başlanmıştır. Zadeh'in geliştirdiği bulanık mantık, kesin olmayan verilerle esnek kararlar alınabilmesini sağlamıştır (Zadeh, 1965).

1990'lı yıllarda uzman sistemler, ticari uygulamalarda yaygınlaşmıştır. XCON gibi sistemler, bilgisayar konfigürasyonu ve üretim süreçlerinin optimizasyonunda kullanılmıştır (McDermott, 1982). Bu dönemde müşteri hizmetleri yönetimi ve üretim süreçlerinde uzman sistemlerin önemli rol oynadığı görülmüştür.

2000'li yıllarda yapay zekâ teknolojilerinde yaşanan ilerlemelerle uzman sistemler, öğrenme ve kendini geliştirebilme yeteneği kazanmıştır. CLIPS gibi yazılımlar, uzman sistemlerin geliştirilmesinde kullanılmaya başlanmış ve birçok sektörde yaygınlaşmıştır (Giarratano & Riley, 2005).

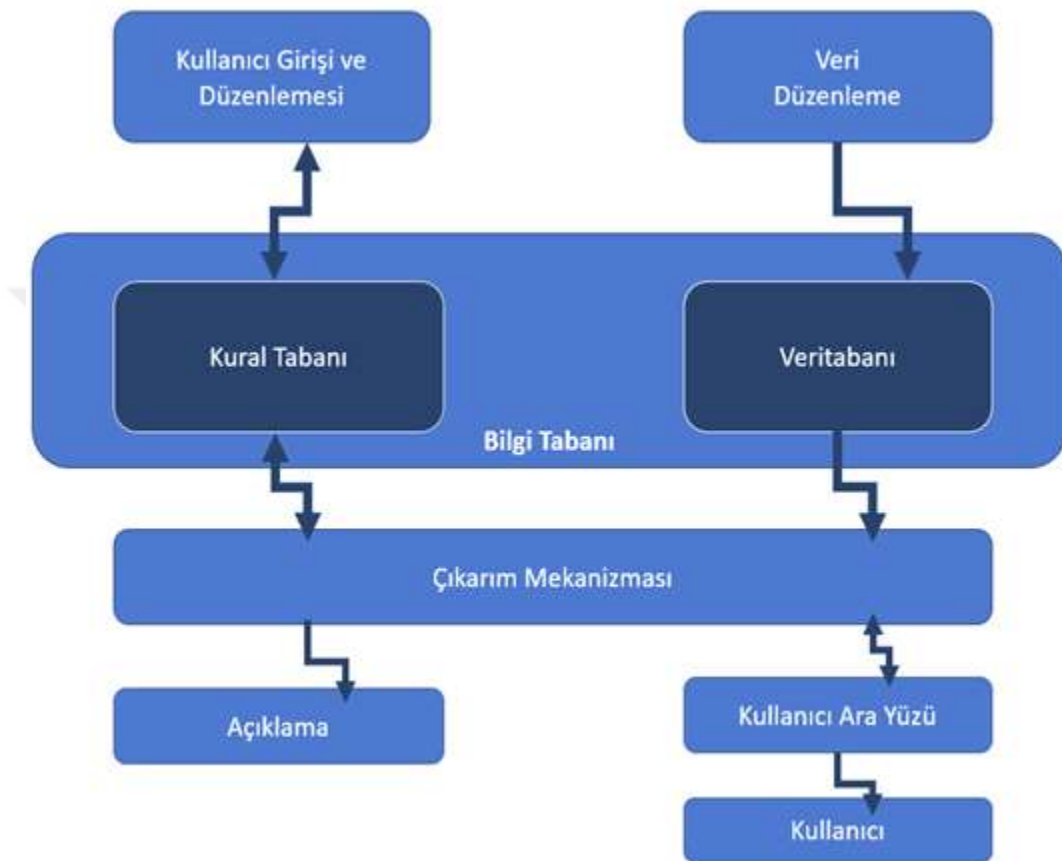
Günümüzde, uzman sistemler tıp, mühendislik, finans, hukuk ve eğitim gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Örneğin, IBM Watson gibi ileri düzey yapay zeka sistemleri, kanser teşhisi ve tedavi planlamasında doktorlara yardımcı olmaktadır (Ferrucci vd., 2010). Finans alanında, yapay zekâ destekli uzman sistemler yüksek frekanslı ticaret, portföy yönetimi ve kredi risk değerlendirmelerinde etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

1.3.1. Uzman Sistemlerin Yapısı

Uzman sistemler, belirli bir uzmanlık alanındaki bilgileri dijital ortamda modelleyerek, bu bilgileri kullanarak kararlar verebilen yapay zekâ tabanlı sistemlerdir. Bu sistemler, özellikle karmaşık ve uzmanlık gerektiren problemlerin çözümünde etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Temel amaçları, uzmanlardan alınan bilgi ve deneyimlerin bilgisayar ortamına aktarılması ve bu bilgilere dayanarak insan uzmanlarla benzer doğrulukta kararlar üretebilmektir. Bu sistemler, karmaşık sorunları hızlı ve tutarlı bir şekilde çözebilme yeteneğine sahiptir.

Uzman sistemler üç temel bileşenden oluşur. Birincisi, Bilgi Tabanıdır. Bilgi tabanı, sistemin çözüm üretebilmesi için gereken tüm bilgileri içerir ve genellikle "eğer-o halde" kurallarıyla organize edilir. Bilgi Tabanı, yıllarca biriktirilmiş uzmanlık ve deneyimlerin dijital ortamda saklandığı en kritik bileşendir. İkinci bileşen olan Çıkarım Motoru, bilgi tabanındaki verileri ve kuralları kullanarak problemlere çözüm üretir. Kullanıcıdan alınan veri, çıkarım motoru tarafından bilgi tabanı ile eşleştirilerek en uygun kararlar oluşturulur. Çıkarım motoru, mantıksal işlemler kullanarak çözüm önerileri üretir ve ileriye zincirleme

veya geriye zincirleme gibi farklı yöntemlerle çalışabilir. Son bileşen ise Kullanıcı Arayüzüdür. Bu arayüz, kullanıcıların sisteme veri girmesine ve sonuçları almasına olanak tanır. Kullanıcılar, belirli problemleri sisteme girer ve sistem bu bilgilere dayanarak çözüm üretir. Şekil 22’de uzman sistemlerin genel yapısı gösterilmektedir.



Şekil 23. Uzman sistemin genel yapısı (URL-21, 2024)

Bazı uzman sistemlerde, ek olarak Açıklama Sistemi de bulunur. Bu sistem, sistemin verdiği kararların nasıl alındığını açıklayarak kullanıcıların sonuçlara daha fazla güven duymasını sağlar.

1.3.2. Uzman Sistemlerin Çalışma Prensipleri

Uzman sistemler, belirli bir alandaki sorunları çözmek için genellikle birkaç adımda çalışır. İlk olarak, kullanıcı sisteme belirli bir problem hakkında bilgi sağlar. Bu bilgi, uzman sistemin bilgi tabanındaki kurallarla karşılaştırılarak analiz edilir. Bilgi tabanı, uzmanların

biriktirdiği bilgi ve deneyimlere dayanarak oluşturulmuştur ve sistem, bu bilgileri çıkarım motoru aracılığıyla işler. Çıkarım motoru, kullanıcının verdiği verilere göre mantıksal işlemleri kullanarak çözüm önerileri üretir. Son adımda, sistem kullanıcıya bu çözüm önerilerini sunar. Eğer sistemde bir açıklama mekanizması varsa, sistem bu önerilere nasıl ulaştığını da detaylı bir şekilde açıklar, böylece kullanıcılar karar sürecini daha iyi anlayabilirler.

Uzman sistemlerin birçok avantajı bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi, karmaşık problemlere hızlı ve etkili çözümler sunabilmeleridir. Büyük veri kümeleriyle çalışılması gereken durumlarda insan uzmanlardan daha hızlı sonuçlar üretebilirler. Ayrıca, uzman sistemler duygusal faktörlerden etkilenmez ve her zaman tutarlı kararlar verebilir. Bu, aynı problemi farklı zamanlarda aynı doğrulukla çözebilmeleri anlamına gelir. Bunun yanı sıra, nadir bulunan uzmanlık alanlarına kolay erişim sağlarlar. Özellikle belirli uzmanlık alanlarında az sayıda uzmanın bulunduğu durumlarda bu sistemler büyük bir boşluğu doldurur.

Ancak, uzman sistemlerin bazı dezavantajları da vardır. Bilgi tabanlarının sürekli güncel tutulması gerekir. Eğer bilgi tabanı eski veya hatalı bilgilerle doluysa, sistemin vereceği sonuçlar da yanıltıcı olabilir. Ayrıca, uzman sistemler insan uzmanların sezgisel ve yaratıcı düşünme yeteneklerini tam olarak taklit edemez. Bu da sistemlerin yaratıcı çözümler üretme konusunda sınırlı kalmasına neden olabilir. Yani, uzman sistemler her ne kadar güçlü araçlar olsa da insan uzmanların yerine tamamen geçmekten çok, onların kararlarını destekleyici bir araç olarak kullanılmaları daha yaygındır.

1.4. Uzman Sistem Tasarımında Kullanılan Araçlar

Uzman sistem tasarımı, karmaşık problemlerin çözümünde insan uzmanlığını simüle eden ve bu uzmanlıkla donatılmış sistemler geliştirmeyi amaçlayan bir süreçtir. Bu tür sistemler, belirli bir alandaki uzmanların bilgilerini ve deneyimlerini modelleyerek, kullanıcıların karmaşık problemleri çözmelerine yardımcı olur. Uzman sistemler, bu nedenle tıp, mühendislik, hukuk, finans gibi bilgi yoğun alanlarda sıklıkla kullanılmaktadır. Uzman sistem tasarımı hem bilgi temsili hem de karar destek mekanizmaları açısından zengin özelliklere sahip olduğundan, bu sistemlerin etkili bir şekilde çalışabilmesi için doğru araç ve teknolojilerin kullanılması önemlidir.

Bu tasarım sürecinde kullanılan çeşitli yazılım, programlama dilleri ve araçlar, sistemin performansını, doğruluğunu ve kullanıcı ile olan etkileşim kapasitesini artırır. Uzman sistemlerin bilgi tabanı, çıkarım mekanizmaları ve kullanıcı arayüzlerinin tasarımında farklı teknolojilerin birleşimi gerekmektedir. Aşağıda, uzman sistem tasarımında sıklıkla kullanılan bazı araçlar ve teknolojiler açıklanmıştır.

1.4.1. Python

Python, uzman sistem tasarımında en çok tercih edilen programlama dillerinden biridir. Geniş kütüphaneleri ve modüler yapısı sayesinde özellikle yapay zekâ (AI) ve makine öğrenimi (ML) temelli uzman sistemlerin geliştirilmesinde büyük avantaj sağlar. Python'un esnekliği hem hızlı prototipler oluşturmayı hem de kapsamlı ve ölçeklenebilir sistemler geliştirmeyi mümkün kılar.

Python'un basit ve anlaşılır sözdizimi, uzman sistem geliştirme sürecini hızlandırır. Diğer programlama dillerine kıyasla daha az karmaşık bir yapıya sahip olan Python, geliştiricilerin karmaşık algoritmalar ve mantık yapılarını kısa ve anlaşılır kodlarla yazmasına olanak tanır. Bu özellik, hızlı prototipleme süreçlerinde büyük bir avantaj sağlar ve özellikle araştırma veya deney aşamalarında zaman kazandırır. Python'un okunabilirliği, aynı zamanda ekipler arasında iş birliğini kolaylaştırır, çünkü kodun anlaşılması ve paylaşılması daha basittir.

1.4.1.1. Scikit-learn

Scikit-learn, Python'un en güçlü ve yaygın olarak kullanılan makine öğrenimi kütüphanelerinden biridir. Bu kütüphane, uzman sistemlerde kullanılan birçok öğrenme algoritmasını içerir ve kullanıcıların hızlı bir şekilde makine öğrenimi modelleri oluşturmasına olanak tanır. Scikit-learn hem gözetimli hem de gözetimsiz öğrenme algoritmalarını içerir ve özellikle sınıflandırma, regresyon, kümeleme gibi görevlerde kullanılır.

Scikit-learn, basit ve anlaşılır bir API'ye sahip olması sayesinde geliştiricilerin hızlı bir şekilde makine öğrenimi modelleri oluşturmasını, bu modelleri eğitmesini ve sonuçları analiz etmesini kolaylaştırır. Geniş algoritma desteği ile destek vektör makineleri (SVM), karar ağaçları ve rastgele ormanlar gibi popüler algoritmaları içeren Scikit-learn, uzman

sistemlerin farklı türde veri kümelerini işleyip analiz etmesine olanak tanır. Ayrıca, veri temizleme, boyut indirgeme ve öznitelik çıkarma gibi veri ön işleme işlemleri için de güçlü araçlar sunar. Bu özellikler, uzman sistemlerin doğruluğunu artırarak daha güvenilir tahminler ve öneriler sunmasına yardımcı olur.

1.4.1.2. Spacy

Python'un doğal dil işleme (NLP) araçları arasında öne çıkan Spacy, büyük ölçekli dil işleme uygulamaları için optimize edilmiş bir kütüphanedir. Uzman sistemlerin metin tabanlı bilgi kaynaklarından faydalanabilmesi için dil anlama kapasitesini genişletir. Spacy, uzman sistemlerde metin analizleri, duygu analizi ve bilgi çıkarımı gibi görevlerde yaygın olarak kullanılır.

Spacy, büyük veri kümeleri üzerinde hızlı ve verimli metin işleme imkânı sunarak uzman sistemlerin gerçek zamanlı metin analizleri yapabilmesini sağlar. Çok sayıda dili destekleyen önceden eğitilmiş dil modelleri sayesinde, farklı dillerdeki metinlerin analiz edilmesine olanak tanır. Spacy, metinlerden varlık tanıma (NER), cümle yapılarını çözümüleme (parsing) ve kök kelime bulma (lemmatization) gibi doğal dil işleme görevlerinde yüksek doğruluk sağlar. Bu özellikler, uzman sistemlerin metin tabanlı veri kaynaklarını daha etkili bir şekilde analiz etmesine ve anlamlı çıkarımlar yapmasına yardımcı olur.

1.4.1.3. Flask

Flask, Python tabanlı hafif ve esnek bir web geliştirme çerçevesidir. Uzman sistemlerin web tabanlı kullanıcı arayüzlerine entegre edilmesini sağlar. Flask, özellikle küçük ölçekli projelerde veya uzman sistemlerin hızlıca bir web arayüzüne taşınması gerektiğinde ideal bir çözümdür.

Flask, geliştiricilere minimum yapı ile hızlıca web uygulamaları oluşturma imkânı sunarak uzman sistemlerin basit ve hızlı bir şekilde web ortamına entegre edilmesini sağlar. Modüler yapısı sayesinde, geliştiricilere yalnızca ihtiyaç duydukları bileşenleri kullanma esnekliği sunar, bu da uzman sistemin özelliklerine uygun ve optimize edilmiş web arayüzleri oluşturmayı kolaylaştırır. Ayrıca, RESTful API desteği ile Flask, uzman

sistemlerin diğer uygulamalarla veri alışverişi yapmasını mümkün kılar ve bulut tabanlı veya çoklu platform uygulamalarıyla entegrasyon sağlar. Flask'ın esnek yapısı, uzman sistemlerin uzaktan erişimle farklı kullanıcı gruplarına hitap etmesine ve çeşitli cihazlar üzerinden kullanılmasına olanak tanır.

Python, geniş kütüphane desteği ve esnek yapısı sayesinde uzman sistem tasarımında güçlü bir araçtır. Scikit-learn, Spacy ve Flask gibi araçlar, uzman sistemlerin çeşitli ihtiyaçlarını karşılamak için mükemmel çözümler sunar. Scikit-learn ile güçlü makine öğrenimi modelleri oluşturulabilir, Spacy ile metin tabanlı analizler yapılabilir ve Flask ile uzman sistemler web arayüzlerine entegre edilebilir. Bu kombinasyon, Python'u uzman sistemler geliştirmede ideal bir programlama dili haline getirir.

1.4.2. HTML

HyperText Markup Language (HTML), web tabanlı uzman sistemlerinin kullanıcı arayüzlerini oluşturmak için kullanılan temel bir işaretleme dilidir. Kullanıcıların sistemle etkileşim kurabileceği sayfaların oluşturulmasında kritik bir rol oynar ve uzman sistemlerle yapılan veri alışverişini mümkün kılar.

HTML, veri girişi formları oluşturulmasını sağlayarak kullanıcılardan veri toplanmasına imkân tanır. Uzman sistemler, bu formlar aracılığıyla kullanıcı girdilerini alarak, karar verme sürecine katkıda bulunur ve böylece daha kişiselleştirilmiş ve doğru sonuçlar elde edilir.

Ayrıca, HTML, uzman sistemlerin verdiği tavsiyelerin, çözüm önerilerinin veya kararların kullanıcıya sunulmasını sağlar. Web tabanlı sistemlerde, HTML sayesinde sonuçlar anlaşılır ve etkili bir şekilde görüntülenir, bu da kullanıcı deneyimini iyileştirir.

Son olarak, HTML, diğer araçlarla birlikte kullanıldığında farklı cihazlarda kullanım (responsive tasarım) imkânı sunar. Bu sayede, uzman sistem arayüzleri çeşitli cihazlarla uyumlu hale gelir ve mobil cihazlardan bile sorunsuz bir şekilde kullanılabilir.

1.4.3. CSS

Cascading Style Sheets (CSS), HTML ile çalışarak uzman sistemlerin arayüzlerinin görsel tasarımını düzenlemek için kullanılır ve bu sayede kullanıcı dostu, profesyonel ve

çekici arayüzler oluşturulmasına katkı sağlar. CSS, kullanıcı deneyimini iyileştirerek, uzman sistemlerin daha etkili ve estetik bir biçimde kullanılmasını mümkün kılar.

CSS, renk düzenlemeleri yaparak uzman sistemlerin arayüzünü daha anlaşılır hale getirir. Karar destek sistemleriyle etkileşim sırasında renkler, görsel rehberlik sağlamak amacıyla kullanılabilir, bu da kullanıcıların daha kolay yönlendirilmesine yardımcı olur.

Ayrıca, CSS, yazı tipi stillerini ve genel düzeni optimize ederek arayüzün kullanıcı dostu olmasını sağlar. Karmaşık veri ve sonuçlar, CSS sayesinde kolay okunabilir bir şekilde sunulur, böylece kullanıcıların bilgiye erişimi ve sistemle etkileşimi daha rahat hale gelir.

CSS ile arayüze animasyonlar ve geçiş efektleri gibi dinamik öğeler eklenebilir. Bu etkileşimli öğeler, kullanıcı deneyimini zenginleştirir ve uzman sistemin daha etkili ve ilgi çekici bir şekilde kullanılmasına olanak tanır.

1.4.4. Java

Java, büyük ölçekli ve çok platformlu projelerde uzman sistemler geliştirilirken sıkça tercih edilen popüler bir programlama dilidir. Java'nın sunduğu platform bağımsızlığı, onu farklı cihazlar ve sistemler üzerinde çalışacak uzman sistemler için ideal bir seçenek haline getirir.

Java'nın nesne yönelimli programlama yapısı, karmaşık bilgi yapılarının ve verilerin yönetilmesinde büyük bir avantaj sağlar. Bu sayede, uzman sistemlerin bilgi tabanı etkin bir şekilde yönetilebilir ve karmaşık karar süreçleri daha kolay hale gelir.

Java'nın sunduğu çapraz platform desteği, "Write Once, Run Anywhere" (Bir kez yaz, her yerde çalıştır) felsefesi ile uyumlu olarak birçok farklı platformda çalışmayı mümkün kılar. Bu, uzman sistemlerin farklı ortamlarda entegre edilmesini ve çeşitli cihazlarda sorunsuz bir şekilde kullanılmasını sağlar.

Ayrıca, Java, büyük ölçekli projelerde sunduğu güçlü güvenlik ve yüksek performans özellikleri ile dikkat çeker. Java, güvenlik açısından çeşitli önlemler ve yerleşik mekanizmalar sunar. Örneğin, Java'nın "Security Manager" özelliği, uygulamaların belirli kısıtlamalar altında çalışmasını sağlayarak, hassas verilere yetkisiz erişimi engeller. Ayrıca, Java'nın bellek yönetim sistemi ve otomatik bellek temizleme (Garbage Collection) mekanizması, bellek sızıntılarını ve sistemde aşırı yüklenmeleri önleyerek uygulamanın kararlılığını artırır.

1.4.5. SQL

Uzman sistemlerde büyük veri kümelerinin işlenmesi ve yönetilmesi genellikle kaçınılmazdır. SQL (Structured Query Language), ilişkisel veri tabanlarını yönetmek, veriyi sorgulamak ve manipüle etmek için kullanılan standart bir dildir. Uzman sistemlerin bilgi tabanında yer alan verilerin etkin bir şekilde yönetilmesi ve işlenmesi için SQL yaygın olarak kullanılır.

SQL, uzman sistemlerde veri tabanı yönetimi açısından önemli bir rol oynar. Uzman sistemler, geniş bilgi tabanlarına ve kullanıcı girdilerine dayanır. SQL, bu verilerin saklanması, sorgulanması ve yönetilmesi için optimize edilmiş veri tabanı işlemleri sağlar, böylece sistemin performansı ve doğruluğu artar.

Ayrıca, uzman sistemlerin zamanla yeni bilgilerle güncellenmesi gerektiğinde SQL devreye girer. SQL, dinamik veri yönetimi yetenekleriyle, bilgi tabanının sürekli olarak güncel kalmasını ve yeni veri girişlerinin sisteme sorunsuz bir şekilde entegre edilmesini mümkün kılar.

SQL aynı zamanda veri sorgulama süreçlerinde de büyük avantajlar sunar. Kullanıcıların belirli sorgularını veya ihtiyaçlarını hızlı bir şekilde karşılamak için SQL sorguları kullanılarak veri üzerinde çeşitli analizler yapılabilir. Bu, uzman sistemlerin doğru ve hızlı bilgi sunmasını sağlayarak, kullanıcıya daha verimli bir hizmet sunmasına yardımcı olur.

1.5. Bayes Ağları ve Rekürsif Olasılık Hesaplama Yöntemi

Bayes ağları (Bayesian networks), olasılık teorisinin bir uzantısı olarak, karmaşık sistemlerdeki değişkenler arasındaki koşullu bağımlılık ilişkilerini modellemek için kullanılan yönlü asiklik grafik (Directed Acyclic Graph, DAG) yapısına dayanan bir yöntemdir. Bu grafiksel modeller, çok boyutlu olasılık dağılımlarını daha basit ve yönetilebilir bir biçimde ifade etmeye olanak tanır ve bu sayede, karmaşık sistemlerdeki belirsizlikleri yönetmek ve çeşitli değişkenler arasındaki ilişkileri görselleştirmek için etkili bir araç haline gelir. Her bir düğüm (node), bir rastgele değişkeni temsil ederken, düğümler arasındaki kenarlar (edges) değişkenler arasındaki koşullu bağımlılık ilişkilerini gösterir; böylece sistemdeki her bir değişken, diğerleriyle olan ilişkisine dayalı olarak analiz edilebilir. Cooper ve Herskovits (1992) tarafından ortaya konulan Bayes ağlarının temel

amacı, değişkenler arasındaki olasılıksal ilişkileri modellemek, bu ilişkilerin sistemin genel yapısına nasıl etki ettiğini anlamak ve gözlemler sonucunda bu ilişkilerde meydana gelen olasılık güncellemelerini etkin bir şekilde hesaplamaktır.

1.5.1. Bayes Teoremi ve Koşullu Olasılık İlişkisi

Bayes ağları, Bayes teoremi üzerine inşa edilmiştir. Bayes teoremi, bir olayın olasılığını gözlem ya da yeni bilgi edinilmesi durumunda nasıl güncelleyeceğimizi gösteren temel bir olasılık teorisidir. Teorem, iki olayın koşullu olasılıklarını ilişkilendirir ve bir olayın olasılığını, diğerine bağlı olarak hesaplar. Bayes teoremi şu formülle ifade edilir:

$$P(A/B) = \frac{P(B/A) \cdot P(A)}{P(B)} \quad (1)$$

Bayes teoreminin temelinde yer alan formülde, her terim belirli bir olasılığı ifade eder. $P(A|B)$, B olayının gerçekleştiği bilindiğinde A olayının olasılığıdır ve bu, koşullu olasılık olarak adlandırılır. $P(B|A)$, A olayının gerçekleştiği durumda B olayının olasılığıdır. $P(A)$, A olayının önsel (prior) olasılığıdır; yani herhangi bir gözlem yapılmadan önceki olasılıktır. $P(B)$ ise B olayının gerçekleşme olasılığıdır. Bayes teoremi, bir gözlem yapıldıktan sonra (bu örnekte B), bu gözlemin bir olayın (A) olasılığını nasıl etkilediğini hesaplamaya olanak tanır. Bu olasılıklar, sürekli olarak yeni gözlemlerle güncellenebilir, bu da Bayes teoremini belirsizlik altında karar alma süreçlerinde güçlü ve etkili bir araç haline getirir.

1.5.2. Bayes Ağlarının Yapısı

Bir Bayes ağı, değişkenler arasındaki koşullu bağımlılıkları ve bu bağımlılıklara ilişkin olasılıkları açık bir şekilde temsil eden yönlü asiklik grafik (DAG) yapısına sahiptir. Bu tür bir ağda, düğümler rastgele değişkenleri temsil ederken, kenarlar iki değişken arasındaki nedensel veya olasılıksal bağımlılığı ifade eder. Bir düğümden diğerine yönlü bir kenar, bu iki değişken arasında koşullu bir bağımlılık olduğunu gösterir. Bayes ağlarında her bir düğümün olasılık dağılımı, kendisine bağlı olan ebeveyn düğümlere koşullu olarak tanımlanır. Bu koşullu bağımlılık yapısı, büyük boyutlu olasılık dağılımlarının daha küçük

ve yönetilebilir bileşenlere ayrılmasını sağlar (Smith, 2010). Her bir düğüm için olasılık dağılımı, düğümün ebeveynlerine bağlı olarak ifade edilir:

$$P(X_i|Ebeveynleri) \quad (2)$$

Bu yapı, bir sistemdeki tüm değişkenlerin bir arada temsil edilmesini ve bu değişkenler arasındaki koşullu bağımlılıkların açıkça belirtilmesini sağlar. Bayes ağları, değişkenler arasındaki koşullu bağımlılıkların grafiksel olarak gösterilmesi ve bu bağımlılıklar üzerinden olasılıkların hesaplanmasına olanak tanır. Böylece, büyük boyutlu ve karmaşık olasılık problemleri daha basit bir biçimde çözülür.

1.5.3. Koşullu Bağımsızlık ve Olasılık Faktörizasyonu

Bayes ağları, değişkenler arasındaki koşullu bağımsızlıkları modelleyerek karmaşık sistemleri daha verimli bir şekilde analiz etmeyi sağlar. Koşullu bağımsızlık, bir değişkenin, diğer bazı değişkenler göz önünde bulundurulduğunda, belirli bir değişkenden bağımsız hale gelmesi durumudur. Bayes ağları bu koşullu bağımsızlıkları ifade etmek için güçlü bir araçtır ve her bir değişkenin sadece belirli ebeveyn düğümlere koşullu olduğunu varsayar. Bu koşullu bağımsızlıklar sayesinde, sistemdeki genel olasılık dağılımı şu şekilde faktörize edilebilir:

$$P(X_1, X_2, \dots, X_n) = \prod_{i=1}^n P(X_i|Ebeveynleri) \quad (3)$$

Bu faktörizasyon, çok boyutlu olasılık dağılımlarını daha basit alt dağılımlara ayırarak hesaplama yükünü azaltır. Her bir düğüm sadece kendi ebeveynlerine bağlı olduğu için, her bir değişkenin olasılık dağılımı bu ebeveynler temelinde hesaplanabilir. Bu da olasılıkların dinamik olarak güncellenmesine olanak tanır.

1.5.4. Bayes Ağlarının Avantajları

Bayes ağlarının önemli avantajlarından biri, çok boyutlu olasılık dağılımlarını basitleştirerek hesaplamaları daha verimli hale getirmesidir. Her bir düğümün yalnızca belirli bir alt kümeye koşullu bağımlı olması, büyük sistemlerde olasılık hesaplamalarını kolaylaştırır. Bu ağlar, modülerlik, dinamik güncelleme ve belirsizlik modelleme gibi ek avantajlar sunar.

Modüler yapısı sayesinde sistem, düğümler ve bu düğümler arasındaki koşullu bağımlılıklar şeklinde temsil edilir, böylece büyük ve karmaşık sistemlere yeni değişkenler kolayca eklenebilir veya çıkarılabilir. Ayrıca, Bayes ağları yeni veriler veya gözlemler geldikçe olasılıkların Bayes teoremi aracılığıyla dinamik olarak güncellenmesine olanak tanır. Bu, sürekli değişen ve belirsizlik içeren sistemlerde etkili tahminler yapılmasını sağlar. Belirsizlik altındaki karar süreçlerinde güçlü bir modelleme aracı olarak, eksik veya kısmi bilgiyle dahi güvenilir tahminler yapılabilir.

Bayes ağları, karmaşık sistemlerde değişkenler arasındaki ilişkileri incelemek için etkili bir yöntemdir ve tıbbi tanı sistemlerinde hastalıklar, belirtiler ve test sonuçları arasındaki ilişkileri modellemek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Tıpta, bu tür modeller tıbbi karar destek sistemlerinde oldukça faydalıdır (Koller & Friedman, 2009). Ayrıca, makine öğrenmesi alanında olasılıksal çıkarımlar ve sınıflandırma algoritmaları geliştirmek amacıyla da kullanılır. Naive Bayes gibi algoritmalar, veri setlerindeki bağımlılıkları modelleyerek sınıflandırma ve tahmin problemlerini çözmede önemli bir rol oynar (Murphy, 2012).

Finans ve risk analizinde, Bayes ağları piyasa verileri ve ekonomik göstergeler arasındaki ilişkileri analiz ederek riskleri daha iyi anlamaya yardımcı olur. Ayrıca, yapay zekâ ve robotik sistemlerde belirsiz çevre koşulları altında karar vermeyi kolaylaştırır. Bayes ağları, çevreden elde edilen verilerin analiz edilerek daha etkili kararlar alınmasını sağlar.

1.5.5. Bayes Ağları ve Bayes Teoreminin Bütünleşik Yapısı

Bayes ağları, Bayes teoreminin bir genellemesi olarak düşünülebilir. Bayes teoremi, iki olayın koşullu olasılıklarını güncelleyerek bir olayın gözlemler sonucunda nasıl değiştiğini gösterirken, Bayes ağları bu ilişkiyi geniş bir değişken setine uygular. Bayes ağı, Bayes teoreminin uygulanabilirliğini genişleterek, birçok olayın birbirine koşullu bağımlı

olduğu durumlarda olasılık güncellemelerini etkin bir şekilde yapar. Sistemdeki her bir düğümün olasılığı, Bayes teoremi kullanılarak gözlemlerle güncellenir ve bu süreç dinamik bir şekilde ağ genelinde gerçekleştirilir.

Bayes teoremi, her bir olayın koşullu olasılıklarını hesaplayarak olasılık güncellemeleri yaparken, Bayes ağları bu teoremin genişletilmiş bir versiyonunu sunarak daha karmaşık sistemlerde çoklu değişkenler arasındaki ilişkileri modelleme imkânı sağlar. Bu modeller, büyük ölçekli sistemlerde belirsizlik yönetimi, risk analizi ve karar destek süreçlerinde etkili sonuçlar verir. Bu nedenle, Bayes ağları ve Bayes teoremi, olasılıksal çıkarım ve belirsizlik altında karar alma süreçlerinde güçlü matematiksel araçlardır.

1.5.6. Rekürsif Olasılık Hesaplama Yöntemi

Rekürsif olasılık hesaplama, olaylar arasındaki bağımlılıkları ve bu bağımlılıkların olasılıkları nasıl etkilediğini modelleyen bir yöntemdir. Her olayın (örneğin bir arıza) diğer olaylarla olan etkileşimleri dikkate alınarak, olasılıkların dinamik olarak güncellenmesini sağlar. Bu güncelleme süreci, olaylar arasında tetikleme ve etkilenme ilişkilerine dayanır. Tetikleme olasılığı, bir olayın başka olayları tetikleme potansiyelini ifade ederken, etkilenme olasılığı, bir olayın diğer olaylar tarafından tetiklenme olasılığını ifade eder. Her iki durumda da olayların başlangıç olasılıkları belirlenir ve bu olasılıklar, olayların birbirleriyle olan ilişkilerine göre güncellenir (Hayter, 2014). Matematiksel olarak, tetikleme olasılığı şu şekilde ifade edilir:

$$P(A_i) = \frac{\sum_{j \in T(A_i)} P(A_j)}{\sum_k P_0(A_k)} \cdot P_0(A_i) \quad (4)$$

Bu formülde $P(A_i)$, arıza A_i 'nin güncellenmiş tetikleme olasılığını temsil eder; $P(A_i)$, A_i 'nin tetiklediği diğer arızalar kümesidir; ve $\sum_{j \in T(A_i)} P(A_j)$, A_i 'nin tetiklediği diğer arızaların olasılıklarının toplamıdır. Olasılıklar bu toplamlar üzerinden hesaplanır ve sistemdeki tüm başlangıç olasılıklarına göre normalize edilerek her arıza için güncel bir tetikleme olasılığı bulunur.

Benzer şekilde, etkilenme olasılığı da şu formülle hesaplanır:

$$P(A_i) = \frac{\sum_{j \in E(A_i)} P(A_j)}{\sum_k P_0(A_k)} \cdot P_0(A_i) \quad (5)$$

Bu formülde $P(A_i)$, arıza A_i 'nin güncellenmiş etkilenme olasılığını temsil eder; $T(A_i)$, A_i 'nin tetiklediği diğer arızalar kümesidir. Olaylar birbirlerini nasıl etkilediklerine göre dinamik bir şekilde hesaplanır. Başlangıç olasılıkları her iki hesaplamada da temel olarak kabul edilir ve olaylar arasındaki bağımlılıklar güncellendikçe sistemdeki olasılıklar değişir.

Rekürsif hesaplama, olaylar arasındaki bağımlılıkların döngüsel bir yapıda sürekli olarak birbirini etkilediği durumlarda kullanışlıdır. Her olay, diğer olayların olasılıklarına dayalı olarak sürekli güncellenir ve bu süreç, tüm sistemdeki olayların birbiriyle olan etkileşimlerini hesaba katar. Bu hesaplama yöntemi, karmaşık bağımlılıkların olduğu sistemlerde etkili bir şekilde kullanılır. Olaylar arasındaki ilişkiler iyi tanımlandığında, bu yöntem olasılıkların doğru bir şekilde hesaplanmasını sağlar. Ancak bu tür sistemlerde hesaplama maliyeti yüksektir çünkü her bir olayın olasılığı, diğer olayların olasılıklarına bağlı olarak hesaplanır ve bu hesaplamalar zaman alıcı olabilir. Sistemdeki bağımlılıkların doğru bir şekilde tanımlanmaması durumunda ise sonuçlar hatalı olabilir.

Sonuç olarak, rekürsif olasılık hesaplama yöntemi, karmaşık sistemlerde olaylar arasındaki etkileşimlerin modellenmesini sağlayan güçlü bir yaklaşımdır. Olasılıklar sürekli olarak güncellenir ve olaylar arasındaki tetikleme ve etkilenme ilişkilerine göre dinamik bir yapı sergiler. Bu yöntem, özellikle çok sayıda olayın birbirine bağlı olduğu durumlarda etkili bir hesaplama sağlar.

1.6. Lojistik Regresyon Modeli

Lojistik regresyon modeli, bağımlı değişkenin kategorik olduğu durumlarda kullanılan ve özellikle ikili (binary) sınıflandırma problemlerinde tercih edilen güçlü bir istatistiksel yöntemdir. Bu model, bağımsız değişkenlerle (girdi değişkenleri) bağımlı değişken (çıktı) arasındaki ilişkileri modelleyerek, bir gözlemin belirli bir sınıfa ait olma olasılığını tahmin eder. Kategorik bağımlı değişken genellikle iki sınıfa ayrılır, bu sınıflar genellikle 0 ve 1, ya da "başarılı/başarısız", "hasta/sağlıklı" gibi ikili değerlerdir. Bu bağlamda, lojistik regresyon modeli sınıflar arasındaki ayrımı sağlar ve belirli bir bağımsız değişken kombinasyonu için bir gözlemin hangi sınıfa ait olma olasılığını hesaplar.

Lojistik regresyonun temel amacı, iki sınıf arasındaki geçişin doğrusal bir fonksiyonla modellenemediği durumlarda sınıflandırma yapmaktır. Doğrusal regresyon modelinde olduğu gibi, lojistik regresyon modeli de bağımsız değişkenlerin (veya özelliklerin) bağımlı değişken üzerindeki etkisini değerlendirir, ancak bu etkileri daha esnek bir yapıda yorumlar. Lojistik regresyon, bağımlı değişkenin değerlerini 0 ile 1 arasında bir olasılık olarak çıkardığı için, model bağımsız değişkenlerin birleşimine bağlı olarak bir olayın gerçekleşme veya gerçekleşmeme olasılığını verir.

1.6.1. Lojistik Regresyonun Fonksiyonu

Hosmer ve Lemeshow (2000) tarafından ortaya konulan Lojistik regresyon modeli, bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi sigmoid fonksiyon, diğer adıyla lojistik fonksiyon aracılığıyla kurar. Bu fonksiyon, tahmin edilen değeri 0 ile 1 arasında bir olasılık olarak sınırlandıran doğrusal olmayan bir fonksiyondur. Sigmoid fonksiyonunun matematiksel ifadesi şu şekildedir:

$$P(y = 1/X) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n)}} \quad (6)$$

Bu denklemde, $P(y = 1/X)$ bağımlı değişkenin 1 (örneğin, "olumlu" ya da "başarılı") olma olasılığını ifade eder. Bu, modelin tahmin ettiği sınıflandırmadaki olumlu sınıfa ait olma olasılığıdır. $X_1, X_2, \dots, X_n$ bağımsız değişkenlerdir, yani modelin girdileridir. Bu değişkenler, modelin belirli bir sınıflamayı yapabilmesi için kullanılan özelliklerdir ve gözlemlerden elde edilen veri noktalarını temsil eder.

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ ise regresyon katsayılarıdır. Bu katsayılar, modelin bağımsız değişkenlerle bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi anlamlandırmasını sağlar. Her bir bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisini ölçerler ve bu katsayılar, modelin öğrenme süreci boyunca optimize edilir.

e , doğal logaritmanın tabanı (Euler sayısı) olup, yaklaşık olarak 2.718'dir. Sigmoid fonksiyonu bu katsayıların doğrusal kombinasyonunu alır ve sonuçları 0 ile 1 arasında bir olasılık değerine sıkıştırır ve gözlemlerin belirli bir sınıfa ait olma olasılıklarını hesaplar.

Sonuç olarak, tahmin edilen olasılık 0.5'ten büyükse gözlem genellikle 1 (pozitif sınıf) olarak sınıflandırılır, 0.5'ten küçükse gözlem 0 (negatif sınıf) olarak sınıflandırılır. Sigmoid

fonksiyonu, modelin doğrusal olmayan ilişkileri de yakalamasını ve doğrusal regresyonun yetersiz kaldığı durumlarda lojistik regresyonun daha başarılı olmasına katkı sağlar.

1.6.2. Lojistik Regresyonun İstatistiksel Yorumu

Lojistik regresyon modeli, bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi olasılıklar ve log-odds (logaritmik oran) üzerinden yorumlar. Bu, lojistik regresyon modelinin temelini oluşturan önemli bir kavramdır. Logit fonksiyonu aşağıda gösterildiği şekilde tanımlanır:

$$\text{logit}(P) = \log\left(\frac{P}{1-P}\right) \quad (7)$$

Burada, P , bir olayın gerçekleşme olasılığını ifade eder. Logit fonksiyonu, bu olasılığı odds'a (oran) çevirir ve bu oran üzerinden yorumlama yapılır. Bağımsız değişkenlerin katsayıları β log-odds üzerinde doğrusal bir etki yapar. Bu da her bir bağımsız değişkenin, bağımlı değişkenin odds'u (gerçekleşme olasılığı) üzerindeki etkisini hesaplamayı mümkün kılar. Bir değişkendeki bir birimlik artış, bağımlı değişkenin log-odds'unu nasıl etkilediğini gösterir.

1.6.3. Model Performans Analizi

Lojistik regresyon modelinin performansını analiz etmek, modelin ne kadar iyi sınıflandırma yaptığını ve tahminlerinin ne kadar doğru olduğunu değerlendirmek için önemlidir. Modelin doğruluğunu ve güvenilirliğini değerlendirmek için birkaç temel performans ölçütü ve analiz yöntemi kullanılır. Bu analizler, modelin hem eğitim hem de test verisi üzerindeki performansını değerlendirmeye yönelik araçlar sunar. Burada TP (True Positive) modelin pozitif tahmin ettiği ve gerçekten de pozitif olan gözlemleri, TN (True Negative) modelin negatif tahmin ettiği ve gerçekten de negatif olan gözlemleri, FP (False Positive) modelin pozitif tahmin ettiği ancak aslında negatif olan gözlemleri ve FN (False Negative): Modelin negatif tahmin ettiği ancak aslında pozitif olan gözlemleri ifade eder.

Doğruluk (Accuracy), modelin doğru tahminlerinin toplam tahminler içindeki oranını gösterir. Aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$Doğruluk = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (8)$$

Doğruluk, modelin genel performansını değerlendirmek için yaygın olarak kullanılır. Ancak, sınıfların dengesiz olduğu veri setlerinde tek başına güvenilir bir metrik olmayabilir.

Hassasiyet (Precision), modelin pozitif olarak tahmin ettiği gözlemlerden kaç tanesinin gerçekten pozitif olduğunu gösterir. Özellikle yanlış pozitif tahminlerin önemli olduğu durumlarda kullanışlıdır. Formülü aşağıda verilmektedir:

$$Hassasiyet = \frac{TP}{TP + FP} \quad (9)$$

Yüksek hassasiyet, modelin yanlış pozitif tahminlerden kaçınmada başarılı olduğunu gösterir.

Duyarlılık (Recall), modelin gerçekten pozitif olan tüm örnekler içerisinde ne kadarını doğru bir şekilde pozitif olarak tahmin ettiğini gösterir. Bu ölçüt, pozitif sınıfın tümü üzerindeki performansı değerlendirir ve formülü aşağıdaki gibidir:

$$Hassasiyet = \frac{TP}{TP + FN} \quad (10)$$

Duyarlılık, yanlış negatifleri minimize etmeye odaklanır.

F1 skoru, hassasiyet ve duyarlılığı birleştiren bir performans ölçüsüdür ve dengesiz veri setlerinde kullanışlıdır. Aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$F1 = 2 \times \frac{Hassasiyet \times Duyarlılık}{Hassasiyet + Duyarlılık} \quad (11)$$

F1 skoru, modelin hem yanlış pozitifleri hem de yanlış negatifleri dikkate alarak dengeli bir performans değerlendirmesi yapar.

1.6.4. Modelin Avantajları

Lojistik regresyon modeli, birçok farklı alanda sınıflandırma ve olasılık tahmini için yaygın olarak kullanılmaktadır. Genellikle bir olayın meydana gelme olasılığını belirlemek amacıyla tercih edilir ve bu nedenle oldukça geniş bir uygulama yelpazesine sahiptir. Tıpta, bir hastalığın var olup olmadığını tahmin etmek için kullanılır; örneğin, bir kişinin yaş, cinsiyet ve tıbbi geçmişi gibi faktörlere göre belirli bir hastalığa sahip olma olasılığı tahmin edilir. Finans alanında ise, bir müşterinin kredi kartı ödemelerini yapip yapamayacağını veya bir kredi başvurusunun onaylanıp onaylanmayacağını tahmin etmek için kullanılır. Pazarlamada, bir müşterinin belirli bir ürünü satın alma olasılığı veya bir reklam kampanyasına olumlu yanıt verme olasılığı lojistik regresyon ile hesaplanır. Sosyal bilimlerde ise, bir bireyin belirli bir politikaya destek verip vermeyeceğini veya belirli bir davranışı sergileme olasılığını tahmin etmek için lojistik regresyon modeli uygulanır.

Lojistik regresyon modeli, sunduğu çeşitli avantajlarla öne çıkar. Bu avantajlardan biri, sonuçlarının kolay yorumlanabilir olmasıdır. Lojistik regresyon, bağımsız değişkenlerin olayların gerçekleşme olasılığı üzerindeki etkisini doğrudan log-odds (logaritmik oran) üzerinden anlamlandırdığı için, modelin sonuçları kolayca anlaşılabilir. Ayrıca, model sadece sınıflandırma yapmakla kalmaz, aynı zamanda her gözlemin bir sınıfa ait olma olasılığını da sağlar, bu da sınıflandırma kararlarının güvenilirliğini değerlendirmek açısından önemli bir avantaj sunar. Lojistik regresyonun esnekliği de dikkate değer bir avantajdır; bağımlı değişkenin ikili olduğu durumlarda doğrusal regresyonun yetersiz kaldığı durumları etkili bir şekilde yönetir ve doğrusal olmayan ilişkileri yakalama kapasitesine sahiptir. Son olarak, lojistik regresyon, çok sayıda parametrelili ve karmaşık modellere kıyasla aşırı uyum (overfitting) riskini azaltır, bu da modelin genel uygulanabilirliğini ve güvenilirliğini artırır.

Sonuç olarak, lojistik regresyon modeli, sınıflandırma problemlerinde kullanılan güçlü ve etkili bir yöntemdir. İkili ve çok sınıflı sınıflandırmalarda, olasılık temelli yaklaşımı sayesinde güvenilir tahminler sağlar. Modelin hem esnek yapısı hem de sonuçlarının kolayca yorumlanabilir olması, lojistik regresyonu birçok farklı alanda etkili bir araç haline getirmiştir.

1.7. Oy Çokluğu Yöntemi

Oy çokluğu yöntemi, birden fazla uzmanın verdiği ikili (0-1) kararların, çoğunluk esasına göre birleştirilmesini sağlayan basit ama bilimsel temellere dayanan bir oylama yaklaşımıdır (May, 1952). Her uzman, i 'nin bileşen j üzerindeki etkisini 0 (etkisi yok) veya 1 (etkisi var) olarak değerlendirir. Bu şekilde K uzmandan elde edilen kararlar, her bileşen çifti (i,j) için aşağıdaki gibi toplanır:

$$S_{ij} = \sum_{k=1}^K M_{ij}^k \quad (12)$$

Burada M_{ij}^k , k -inci uzmanın değerlendirmesini temsil eder. Ortak kararın oluşturulabilmesi için, kararların belirli bir eşik değeriyle karşılaştırılması gerekir. Bu eşik değeri genellikle çoğunluk olarak belirlenir ve şu şekilde hesaplanır:

$$T = \left\lceil \frac{K}{2} \right\rceil \quad (13)$$

Yani, bir etki ilişkisinin kabul edilmesi için en az T sayıda uzmanın aynı yönde görüş bildirmesi gerekir. Nihai karar matrisi M_{ij}^* , aşağıdaki kurala göre oluşturulur:

$$M_{ij}^* = \begin{cases} 1, & \text{eğer } S_{ij} \geq T \\ 0, & \text{eğer } S_{ij} < T \end{cases} \quad (14)$$

Bu yöntem, bireysel hataları dengeleyerek grup içi uzlaşmaya dayalı daha güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlar. Aynı zamanda, kalabalıkların bilgeliği (wisdom of crowds) prensibine dayanarak kolektif kararın bireysel kararlardan daha doğru olabileceği varsayımını da destekler. Uzman görüşlerinin bütünleştirilmesinde tutarlı ve sistematik bir yapı sunar.

1.8. Literatür Çalışması

Literatür taraması sonucunda gemi makineleri ve uzman sistemler ile ilgili yapılan çalışmalar, artan tarih sırasına göre sunulmuştur.

Akagi ve Fujita (1987), gemilerin ön tasarım aşamasında kullanılmak üzere bir uzman sistem geliştirmişlerdir. Bu sistemin amacı, tasarım sürecini daha verimli ve sistematik hale getirmektir. Gemi tasarım süreci, tasarım değişkenleri ile bu değişkenlerin tasarım parametreleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi olarak tanımlanmıştır. Yazarlar, bu süreci modellemek için bir görsel ağ modeli kullanmış ve tasarım bilgisi unsurları arasındaki ilişkileri bu model aracılığıyla temsil etmişlerdir. Uzman sistem, nesne yönelimli bilgi temsilleri kullanarak, geminin temel ölçütleri (örneğin uzunluk, genişlik, yük kapasitesi gibi) gibi tasarım değişkenlerini bilgisayar ortamında yönetmektedir. Bu sayede, tasarım süreci hem sembolik hem de sayısal olarak işlenebilmektedir. Sistem, LISP ve FORTRAN dillerinde programlanan yazılımları birleştirerek hem kural tabanlı bilgi işleme hem de sayısal hesaplamalar yapabilmektedir. Sistemin etkinliği, bir dökme yük gemisinin ön tasarımına uygulanarak test edilmiştir. Sonuçlar, uzman sistemin gemi tasarım sürecini kolaylaştırarak daha verimli hale getirdiğini ve kullanılabilir olduğunu göstermektedir.

De Boer vd. (1997), büyük bir onarım atölyesinde süreç ve kapasite planlamasını iyileştirmek amacıyla geliştirilen bir karar destek sisteminin temel yapısını ve algoritmalarını tanıtmaktadır. Çalışma, çeşitli sınıflardaki donanma gemileri için onarım, revizyon ve modifikasyon programlarını yürüten bir tersanedeki proje deneyimlerinden esinlenmiştir. Çalışmada, büyük bakım projeleri için sipariş kabulü, süreç planlaması ve kapasite planlaması ile ilgili temel gereksinimler belirtilmiştir. Bu gereksinimlerle başa çıkmak için bir dizi prosedür ve algoritma geliştirilmiştir. Özellikle iş yüküne dayalı kapasite planlaması için bir prosedür, süreç planlamasını destekleyen bir veri tabanı sistemi ve kaynak kısıtlamalı proje planlamasını destekleyen bir sistem geliştirilmiştir. Sistem, Donanma Tersanesi'ndeki karar alma süreçlerine yönelik olarak tasarlanmış olsa da proje bazlı üretim ve bakım ortamlarının geniş bir yelpazesinde uygulanabilir nitelikte olduğu vurgulanmıştır.

Deris vd. (1999), gemi bakım planlamasını, tüm öncelik ve kaynak kısıtlamalarını karşılayarak gemi kullanılabilirliğini optimize eden bir süreç olarak ele almışlardır. Çalışmada, gemi bakım planlaması bir kısıt tatmin problemi (CSP) olarak modellenmiştir. CSP'nin değişkenleri, bakım faaliyetlerinin başlama zamanlarıdır ve bu değişkenlerin

değerleri, programın başlangıç ve bitiş sürelerini kapsamaktadır. Kraliyet Malezya Donanması'ndaki gemi bakım planlama probleminin çözümü için kısıt tabanlı akıl yürütme (CBR) yöntemi benimsenmiş ve bakım döngüsündeki ilk faaliyetlerin başlama zamanlarını belirlemek için genetik algoritma (GA) kullanılmıştır. Simülasyon sonuçları, bu hibrit algoritmanın etkinliğini göstermiştir.

Kowalski vd. (2000), gemi sistemleri otomasyonunun tasarımını desteklemek amacıyla geliştirilen bir uzman sistemin yapısını ve işlevlerini tanıtmaktadır. Bu sistem, gemi otomasyonu tasarım sürecinin kapsamlı bir analizine dayanmaktadır ve otomasyon tasarımına yönelik yöntemler ile prosedürler hakkında bilgi tabanlarını, otomatikleştirilmiş nesneler ve kontrol cihazlarına dair veri tabanlarını, ayrıca klaslama kuruluşlarının gerekliliklerini içermektedir. Sistemde, Matlab Simulink paketi ile bütünleşmiş çalışan bir simülasyon alt sistemi de bulunmaktadır. Uzman sistem, Exsys Developer kabuğu kullanılarak geliştirilmiş olup, kural tabanlı bilgi temsili, ileri ve geri zincirleme akıl yürütme yöntemleri, bulanık mantık ile belirsiz akıl yürütme işlemleri ve diğer yazılımlar ile veri tabanlarıyla entegrasyon yeteneklerine sahiptir. Veri tabanı ise MS Access yazılımı kullanılarak oluşturulmuştur.

Mokashi vd. (2002), gemilerde güvenilirliğe dayalı bakım (RCM) uygulamalarını incelemiştir. Çalışma, denizcilik ve havacılık sektörleri arasındaki kültürel farklılıkların, denizcilikte RCM'nin kaynak yoğun bir süreç olarak algılanmasına yol açtığını vurgulamaktadır. Bununla birlikte, RCM'nin uygulanabilirliğini artırmak için kritik bir sistemle başlanması önerilmiştir. Zaman ve emek tasarrufu sağlamak amacıyla, tersine mantık kullanılarak bakım görevlerinin analizinden arıza modlarının belirlenmesiyle süreç yönetilebilir hale getirilebilmektedir. Karara dayalı ağaçlar ve nicel yöntemlerin gerektirdiği arıza verilerinin sınırlamalarını aşmak için öznel niteliksel bir yaklaşım önerilmiş ve yakıt yağı arıtma sistemi test vakası olarak kullanılmıştır. Denizcilik sektöründe hem klaslama kuruluşları hem de ekipman tedarikçilerinin RCM ilkelerine duyduğu ilgi, bu yaklaşımın uygulanmasını mümkün kılmaktadır. Yazarlar, RCM'nin bir metodoloji değil, bir felsefe olarak ele alınmasının gemi personelinin bakım stratejisini planlamasına yardımcı olacağını savunmaktadır.

Arendt (2004), gemi güç sistemleri otomasyonu tasarımını desteklemek amacıyla geliştirilen bir uzman sistemin yapı ve işlevlerini incelemiştir. Sisteme etkileşimli olarak girilen tasarım verileri, üretim kuralları aracılığıyla tasarımın doğruluğu açısından değerlendirilmekte ve hatasız bulunması durumunda, Matlab-Simulink programı

kullanılarak bir simülasyon modeli oluşturulmaktadır. Simülasyon oturumunun ardından elde edilen sonuçlar uzman sisteme geri dönmektedir. Çalışmada, gemi güç alt sistemlerinin bilgi temsili, alt sistem bileşenlerinin model yapılarının seçimi ve simülasyon modellerinin üretim kurallarıyla oluşturulması süreçleri detaylıca açıklanmış ve gemi pervanesi alt sistemi için örnek bir simülasyon oturumu sunulmuştur.

Helvacıoğlu ve İnel (2005), gemi tasarım sürecinin bilgiye dayalı, dinamik, yinelemeli ve çok aşamalı bir algoritma olduğunu vurgulamışlar ve bu süreçte bilgi edinme, bilgi temsili ve akıl yürütme tekniklerinin uzman sistemlere özgü olarak geliştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Gemi tasarımını modellemeye katkı sağlamak amacıyla, CLIPS uzman sistem kabuğu ve nesne yönelimli bir kullanıcı arayüzü kullanarak ALDES (Accommodation Layout Design Expert System) adlı bir uzman sistem geliştirmişlerdir. Bu sistem, gemi yerleşim düzeni tasarımı için hiyerarşik çözümleme ve prototip yaklaşımı tekniklerini kullanmış ve konteyner gemilerinin genel yerleşim tasarımı üzerine bir uygulama örneği sunmuştur.

Kowalski vd. (2005), gemi makine dairesi otomasyonu tasarımına destek sağlayan bir uzman sistemde, vaka tabanlı akıl yürütme (CBR) yöntemlerini ele almışlardır. Çalışmada, vakaların benzerliğini hesaplamak için kullanılan CBR yöntemleri, ana tahrik otomasyonu örneği üzerinden veri tabanı uygulaması ve uzman sistemde uygulanmıştır. Bu yöntemler, veri tabanındaki benzer gemilerin bulunmasında kullanılmış ve sonuçlar karşılaştırılarak analiz edilmiştir. Ayrıca, veri tabanı uygulamasında kullanılan yöntemlerin doğrulanması amacıyla uzman sistemde bulanık mantık uygulanmıştır.

Cho (2006), proje ağılarındaki süre tahminlerini güncellemek amacıyla bir çerçeve önermektedir. Bu uzman sistemin ilk aşamasında, uzmanların bilgi ve sezgilerine dayalı olarak faaliyet sürelerinin korelasyon katsayıları elde edilir. Elde edilen korelasyon katsayıları ile faaliyet sürelerinin dağılımını güncellemek için doğrusal Bayes yaklaşımı uygulanır. Özellikle, tamamlanmış faaliyetlerin süreleri gözlemlendikçe, proje süreci boyunca gelecek faaliyetlerin süreleri tekrar tekrar güncellenebilir. Bu süreç, ağılardaki en uzun süren yolun sürekli takibini kolaylaştırır. Ayrıca, bu öğrenme ve güncelleme yöntemlerinin Excel tablosu üzerinde kolayca uygulanabileceği ve saha yöneticilerinin modeli gerçek projelerde kullanabileceği gösterilmiştir.

Lee vd. (2006), gemi tasarımı ve inşası için kullanılan çeşitli dağıtık uygulamaların ve bilgilerin bir araya getirilmesi, yönetilmesi, paylaşılması ve kullanılmasını sağlamak amacıyla internet tabanlı bir gemi teknik bilgi yönetim sistemi geliştirmişlerdir. Bu sistemde

yönetilen bilgiler, geminin yaşam döngüsünün tüm aşamalarını kapsayan dokümanlar olup, konsept tasarım, temel tasarım, detay tasarımı, inşaat, operasyon ve bakım süreçlerini içermektedir. Ayrıca, geliştirilen sistemle, eşzamanlı mühendislik ortamında uygulamaların ve veri tabanlarının entegre edilmesine yönelik bir çerçeve de önerilmiştir.

Podsiadlo ve Tarelko (2006), gemi güç santrallerinde tehlike bölgesi belirleme ve karar alma süreci geliştirme üzerine bir çalışma sunmaktadırlar. Gemi güç santralleri, özellikle bakım ve operasyon faaliyetlerinin yürütüldüğü alanlarda operatörler için en tehlikeli yerlerdir. Bu nedenle, gemi makineleri, operatörlerin güvenliğini en üst düzeyde sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Ancak, bu karmaşık güvenlik sorunları, basit teknik ekipmanlar için kullanılan geleneksel tasarım yöntemleriyle çözülemez. Sorunun çözüm yollarından biri, tasarım sürecinin erken aşamalarında operatör güvenliğini dikkate alacak araçların geliştirilmesidir. Bu çalışmada, gemi güç santrallerinde tehlike bölgesi tespiti için bilgisayar destekli bir sistemin prototipinin geliştirilme süreci ele alınmıştır.

Çebi vd. (2009), gemi yardımcı makinelerinin arızalarının giderilmesinde gemi personeline yardımcı olmak amacıyla SHIPAMTSOLVER adlı bir uzman sistem geliştirmişlerdir. Bu uzman sistem, PROLOG programlama dili kullanılarak yapılandırılmıştır ve teknik bilgi, sistem göstergeleri ve önceki arıza deneyimlerine dayalı kurallara göre gemi personeline en uygun eylem kodunu önermektedir. Sistem, gemi yardımcı makinelerinde meydana gelebilecek arızaların çözümünde hızlı ve etkili kararlar alınmasını sağlamak üzere tasarlanmıştır. Örnek bir uygulama olarak, SHIPAMTSOLVER, gemi soğutma sisteminde olası bir arıza senaryosu üzerinde test edilmiştir. Sistemin ticari gemilerde kullanılması, özellikle manevra pozisyonlarında ve kritik sularda yapılan seyirlerde, arızalara karşı yanıt süresini kısaltarak, düzeltici eylemler konusunda etkili bir karar desteği sağlamaktadır.

Aikhuele vd. (2017a), bir Açık Deniz Devriye Botu motorunda arızanın kök nedenini tespit etmek amacıyla Intuitionistic Fuzzy (Sezgisel Bulanık) TOPSIS modeline dayalı bir yöntem geliştirmişlerdir. Çalışma, makine bileşenleri arasındaki etkileşim arızalarına odaklanarak mevcut yöntemlerin kısıtlamalarını ele almış ve arıza modu tanımlama ile analizinde alternatif bir yaklaşım sunmuştur. Sonuçlar, motor arızalarının erken tespitinin sistemlerin birbirine bağımlılığı nedeniyle zor olduğunu ortaya koysa da uzman görüşlerine dayalı olarak geliştirilen Intuitionistic Fuzzy TOPSIS modelinin bu tür arızaların daha kolay tespit edilmesini sağladığını göstermiştir.

Aikhuele vd. (2017b), deniz dizel motoru yardımcı sistemlerinde arıza tespiti için aralık-değerli Intuitionistic Fuzzy TOPSIS modelini tanıtmışlardır. Bu model, arıza kök nedenini belirlemek ve dizel motor sistemindeki en çok etkilenen alanları tespit etmek amacıyla uzman görüşlerine dayanmaktadır. Geliştirilen puan fonksiyonu, alternatiflerin sezgisel bulanık pozitif ideal çözüm (IFPIS) ve negatif ideal çözüm (IFNIS) ile olan ayrım ölçülerini hesaplamak için kullanılmış, ayrıca kriter ağırlıkları sezgisel bulanık entropi yöntemi ile belirlenmiştir. Çalışma, motor sistemlerindeki arıza modlarının tanımlanması ve analizine yönelik alternatif bir yöntem sunmayı amaçlamıştır. Sonuçlar, motor sistemlerinin birbirine bağımlılığı nedeniyle arıza tespitinin zor olduğunu ortaya koysa da Sezgisel Bulanık çok kriterli karar verme yöntemi ile arızaların kolaylıkla teşhis edilebileceği gösterilmiştir.

Balin vd. (2018), gemi ana makinesinin yardımcı sistemlerinde meydana gelen arızaların neden ve etkilerini incelemek amacıyla bulanık DEMATEL modelini önermişlerdir. Gemi makine dairesi, yönetsel koşullarla ilgili çeşitli ihtiyaçları karşılayan karmaşık bir yapıya sahiptir ve basit bir mekanik hata bile, insan hatalarıyla birleştiğinde büyük kayıplara yol açabilir. Bu çalışmada, soğutma, yağlama, yakıt ve soğutma yağı sistemlerinde meydana gelen arızaların nedenleri ve bu sorunların sistemi ne derece etkilediği analiz edilmiştir. Yardımcı sistemlerde hata tespiti ve analizini desteklemek için DEMATEL yöntemi kullanılmış, karar verme sürecinde belirsizliklerle başa çıkmak ve insan yargılarını yönetmek için bulanık kümeler uygulanmıştır. Sonuçlar, yakıt yağı pompa arızalarının sistem üzerinde en büyük etkiye sahip olduğunu, hava soğutucu sorunlarının ise ikinci en yüksek etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Aikhuele ve Turan (2018), yerel olarak üretilen bir Açık Deniz Devriye Botu motorunda erken arıza tespiti için değiştirilmiş üstel puan fonksiyonuna dayalı bir Sezgisel Bulanık İdeal Çözüme Benzerlik Yoluyla Tercih Sıralama Tekniği (TOPSIS) modelini tanıtmışlardır. Çalışma, özellikle bileşen etkileşim arızalarına odaklanmış ve uzman görüşlerine dayalı olarak arızaların kök nedenlerini ve motor sistemlerini en çok etkileyen unsurları belirlemeyi amaçlamıştır. Bu araştırma, geleneksel ürün geliştirme ve arıza modları tanımlama yöntemlerine alternatif bir çözüm sunmayı hedeflemiştir. Sonuçlar, uzman görüşlerine dayalı bu bulanık çok kriterli karar verme yöntemi ile arızaların erken tespit edilebileceğini göstermiştir.

Gil vd. (2020), gemi kazalarının önlenmesine yönelik Karar Destek Sistemleri (DSS) üzerine bir bibliyometrik analiz ve sistematik inceleme yapmışlardır. Artan deniz trafiği ve

gemi boyutları, deniz taşımacılığında yeni güvenlik sorunlarını gündeme getirmiştir. Bu durum, azalan mürettebatla güvenli operasyonları desteklemek amacıyla hem akademide hem de endüstride DSS ile ilgili yeni kavramların hızla yayılmasına neden olmuştur. Ancak, bu alandaki çalışmaların durumu ve önerilen kavramların teknoloji olgunluk düzeyine ilişkin kapsamlı bir değerlendirme eksikliği bulunmaktadır. Bu çalışmada, (1) ilgili akademik alanın yapısının ve içeriğinin daha iyi anlaşılması, (2) bilimsel ağların haritalanması ve (3) analiz edilen sistemlerin Teknoloji Olgunluk Düzeyinin (TRL) değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bibliyometrik yöntemler kullanılarak güvenlik ve kaza önleme odaklı gemi operasyonları için DSS alanı incelenmiştir. Sonuçlar, çarpışma önleme ve gemi yönlendirme gibi belirli DSS kategorilerinde önemli gelişmeler olduğunu, ancak hala çözülmesi gereken sorunların bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca, akademik literatürdeki araç ve kavramların düşük teknoloji olgunluk düzeyinde olduğu, bu nedenle kavramsal aşamaların ötesine geçilerek gerçek operasyon ortamlarında doğrulama çalışmalarına ihtiyaç duyulduğu vurgulanmıştır.

Xu vd. (2020), deniz dizel motorlarının arıza teşhisi için yeni bir İnanç Kuralı Tabanlı (BRB) uzman sistem geliştirmişlerdir. Bu sistem, eşzamanlı olarak birden fazla BRB alt sistemi ile çalışarak, her alt sistemin kendine özgü çıktılarına dayalı olarak kanıt temelli çıkarım yapmaktadır. Yenilikçi bu modelleme yaklaşımı, deniz dizel motorlarında bir arada bulunabilen arıza modlarını belirlemeyi hedeflemektedir. BRB alt sistemleri, arıza özellikleri ile arıza modları arasındaki doğrusal olmayan ilişkileri modellemek için kullanılmıştır. Başlangıçta uzman deneyimine dayanan BRB uzman sistemi, deniz dizel motorları çalıştırıldıkça biriken veri örnekleri ile optimize edilebilmektedir. Ayrıca, bilgi ve veri eksiklikleri nedeniyle bazı BRB alt sistemlerinde belirsizlik de dikkate alınmıştır. Sistem, deniz dizel motorlarında anormal aşınma tespitine uygulanmış ve performansı yapay sinir ağı (ANN), destek vektör makinesi (SVM) ve ikili lojistik regresyon modeli ile beş katlı çapraz doğrulama yöntemi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, BRB uzman sisteminin olasılıksal arıza teşhisinde üstün doğruluk ve kararlılık sergilediğini, ayrıca eşzamanlı arızaları etkili bir şekilde tanımlayabildiğini göstermiştir.

Demirel (2021), deniz dizel motorlarının yardımcı sistemlerindeki kritik arızalara yol açabilecek insan hatası olasılıklarını değerlendirmiştir. İnsan hatası, denizcilik sektöründe risk ve tehlikeler açısından önemli bir rol oynamaktadır. Gemi, makine dairesindeki tüm operasyonların dikkatle yürütülmesi durumunda güvenli bir seyir sağlayabilir. Bu çalışmada, deniz dizel motorlarının yardımcı sistemlerinde insan hatasından kaynaklanabilecek 20 arıza

sistematiik olarak incelenmiştir. İnsan hatalarının olasılıklarını belirlemek için Bilişsel Güvenilirlik ve Hata Analizi Yöntemi (CREAM) kullanılmıştır. Uzmanların yanıtlarıyla değerlendirilen bu yöntemle, insan hatasının arızalar üzerindeki olasılıkları belirlenmiş ve kritik olanlar vurgulanmıştır.

Kokotos ve Kyriakakis (2021), denizcilikte risk değerlendirmesi için dinamik bir uzman sistemin prototip uygulamasını önermiştir. Bu sistemin temel amacı, gemi kazalarının öngörölmesidir. Doğrulama süreci, sahil güvenlik resmi soruşturma raporlarından toplanan verilere dayanmaktadır. C5 algoritmasına (karar ağaçları oluşturmak için kullanılan bir sınıflandırma algoritması) dayalı bir sınıflandırıcı, gerçek dünyadaki veri sınırlamalarına (gürültülü ve eksik veri değerleri gibi) rağmen çalışabilmektedir. C5 algoritması, karar ağaçları oluşturmak ve bilgi edinimi ile temsili için kullanılan modeller geliştirmek üzere kullanılmıştır. Optimal karar kuralları, en önemli öngörücü değişken ile kaza kaynağı arasındaki bağımlılığı tahmin etmektedir. İki zaman dilimi karşılaştırıldığında, insan hatasından kaynaklanan kazaların azaldığı ve bu sonucun IMO raporlarıyla uyumlu olduğu görölmüştür. Elde edilen kalıplar, deniz güvenliğinin çeşitli yönlerine dair içęörü sağlamakta ve gelecekteki durumlar için karar almada yardımcı olarak kullanılabilir.

Sørensen vd. (2022), gemilerde yakıt tüketimini azaltmak için geliştirilen modüler bir karar destek sistemini tanıtmışlardır. Gemi operasyonlarında enerji verimliliğine artan ilgiye rağmen, birçok gemide bu konu hala ikincil düzeydedir. Operasyonel uygulamalarda yapılacak değişikliklerle yakıt tüketiminde önemli azalmalar sağlanabilir, ancak başarılı bir enerji yönetim sistemi için karar destek sisteminin kurulması gerekmektedir. Bu çalışmada, yakıt tüketimini azaltmak amacıyla gemiler için bir karar destek sistemi sunulmaktadır. Sistemin gereksinimleri, mürettebatla yapılan görüşmeler ve gemilerdeki gözlemler yoluyla belirlenmiştir. Sistem, jeneratörlerin kullanımını analiz ederek yakıt verimliliğini optimize etmeyi hedeflemektedir. Yapılan analizler, jeneratörlerin optimal çalışmadığını göstermiş, ancak mürettebat bu yazılımı kullanarak jeneratörleri daha verimli organize edebilmiş ve en uygun yükleme aralığını bulabilmiştir.

Ceylan vd. (2023); gemilerde, insan-makine-yazılım etkileşimlerinden kaynaklanan karmaşık yapıların taşıdığı geniş çaplı riskleri incelemişlerdir. Çalışmada, yakın geçmişte meydana gelen bir gemi kazası, kural tabanlı Bulanık Hata Türleri ve Etkileri Analizi (FFMEA) yöntemiyle analiz edilmiştir. Geleneksel FMEA, olay öncesi risk analizi için kullanılırken, bu çalışmada, bulanık ortamda bir kaza analiz aracı olarak kullanılmıştır. Dökme yük gemisi vakası, uzman görüşleriyle belirlenen 15 temel nedene dayalı olarak

değerlendirilmiştir. En kritik faktörler, geminin teknik özellikleri hakkında yetersiz durum farkındalığı (R7), ana makine soğutma suyu sızıntısının köprüye geç bildirilmesi (R5) ve ana makinenin durdurulmadan tamir edilemeyeceğine dair bilgi eksikliği (R6) olarak belirlenmiştir. Risk Öncelik Numarası (RPN) ve Bulanık RPN (FRPN) çıktıları karşılaştırılmış ve kritik faktörler için düzeltici önlemler önerilmiştir. Bu araştırma, kural tabanlı FFMEA'nın kaza analiz süreçlerinde etkili bir yöntem olduğunu ve gemi güvenliği konusunda risk azaltıcı tedbirler almak için önemli bir rehber sunduğunu göstermektedir.

Kandemir ve Celik (2023), gemi bakım operasyonlarının İnsan Güvenilirliği Analizi (HRA) temelli denetimini dijital bir platform üzerinden gerçekleştirmek amacıyla bir güvenlik denetim aracı geliştirmişlerdir. Bu araç, gemi üzerindeki bakım çalışmalarında güvenlik denetçilerinin proaktif tedbirler almasına yardımcı olmayı hedeflemektedir. Geliştirilen sistem, Deniz Bakım ve Operasyonları İnsan Güvenilirliği Analizi (MMOHRA) kavramına dayanmaktadır ve kritik görevlerin belirlenmesi ile kurtarma işlemlerinin zamanında ve tutarlı bir şekilde uygulanmasını sağlamaktadır. Temel olarak, kural tabanlı bir mekanizma, genel görev türü seçimi, EPC'lerin atanması ve insan hatası olasılığı (HEP) hesaplaması gibi işlemleri desteklemektedir. Sistem, operasyon adımlarının HEP değerlerini otomatik olarak hesaplayıp görselleştirmekte ve yönetmektedir. Önerilen araç, SIRE 2.0 ve DryBms gibi güncel denetim rejimlerine uygun olup, gemi personelinin denetiminde insan faktörünü etkin şekilde kontrol edebilecek yüksek bir kullanım potansiyeline sahiptir. Çalışma, ayrıca gemi filosu seviyesinde genişletilmiş bir insan güvenilirliği veritabanı oluşturma yönünde ileri araştırma potansiyeli sunmaktadır.

Xu vd. (2023), deniz makineleri arızalarının tespitinde kullanılan geleneksel yöntemlerin zaman alıcı ve deneyime bağlı olmasından kaynaklanan sorunları çözmek amacıyla, çok başlıklı dikkat mekanizmasına dayalı bir sinir ağı (MANet) temelli veri odaklı bir çerçeve önermişlerdir. MANet, çok başlıklı dikkat mekanizması, evrişim katmanları ve artık (Res) yapısını birleştirerek hem global hem de lokal arıza özelliklerini etkili bir şekilde çıkarmaktadır. Uzun vadeli sinyal dizilerinde global korelasyon özellikleri, makinelerin durum değişikliklerini karakterize ederken, evrişim katmanları anlık durum bilgilerini ortaya çıkarmaktadır. Res yapısı ise gradyan yayılımı sorunlarını hafifletmektedir. Çalışma, bir deniz makinesi arıza teşhisi vakası üzerinde gerçekleştirilmiş ve MANet'in doğruluk ve güvenilirlik açısından üstün performansı, diğer yöntemlerle karşılaştırılarak doğrulanmıştır. Farklı motor yükleri ve uygulama senaryoları altında elde edilen sonuçlar, MANet'in

genelleme performansının da güçlü olduğunu göstermiştir. Bu yöntem, deniz makineleri için gerçek zamanlı arıza teşhisinde yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır

Liv vd. (2024), deniz tipi santrifüj fanlar için karşıt öğrenmeye dayalı bir hata teşhis yöntemi geliştirmişlerdir. Çalışma, farklı çalışma koşullarındaki özellik dağılımlarını uyumlu hale getirmeyi hedeflemiştir. Dalga Paketi Dönüşümü (WPT) yöntemi kullanılarak titreşim sinyalinden gereksiz bilgiler çıkarılmış ve iki bağımsız sınıflandırıcı ile karşıt öğrenme gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma sınırlarının hedef özelliklerden uzak tutulması için ceza terimleri eklenmiştir. Bu yöntem, değişken koşullarda %95'in üzerinde teşhis doğruluğu sağlamıştır.

1.8. Tez Çalışmasının Amacı ve Kapsamı

1.8.1. Amaç

Bu tez çalışmasının amacı, gemi makine sistemlerinde meydana gelebilecek arızaları tanımlayabilen, çözüm önerileri sunabilen ve olası etkilerini değerlendirebilen bütüncül bir uzman sistem tasarımı gerçekleştirmektir. Gemi operasyonlarında kullanılan makine sistemlerinde meydana gelen arızalar, operasyonel süreçleri aksatabilir ve ciddi sonuçlar doğurabilir. Bu nedenle, gemi makine sistemlerinde oluşabilecek arızaların zamanında ve doğru şekilde tespit edilmesi, bu arızaların nedenlerinin belirlenmesi ve uygun çözüm yollarının sunulması büyük önem taşımaktadır. Çalışmada geliştirilecek uzman sistem, gemi personelinin arıza durumlarında daha hızlı ve doğru kararlar almasına yardımcı olarak operasyonel güvenliği artırmayı ve bilişsel hataları azaltmayı hedeflemektedir.

1.8.2. Kapsam

Çalışma kapsamında, gemi makine dairesinde bulunan; acil durum jeneratörü sistemi, acil yangın pompası sistemi, ana jeneratör, ana ve acil durum rezervuarı, baş itici sistemi, demirleme vinci ve ırgatlar, dümen makineleri, fanlar ve üfleyiciler, gemi ana makinesi, gıda soğutma ünitesi, hava kompresörü, ısı eşanjörü, kanalizasyon sistemi, kazan, klima sistemi, kontrol havası kurutucusu, separatörler, tatlı su üretim sistemi, yağlı su separatörü ve yakma ünitesi olmak üzere toplam 20 temel sistem dikkate alınmıştır. Bu sistemlere bağlı olmak

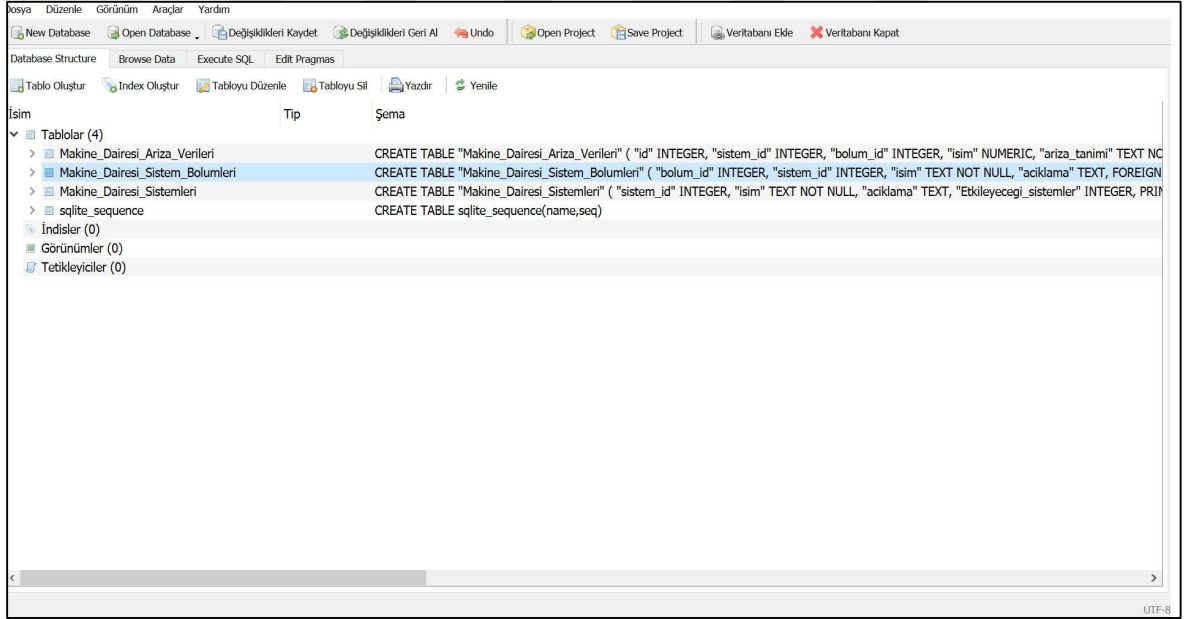
üzere 137 alt bölüm belirlenmiştir. Uzman sistemin kullandığı veri tabanı; üç tane uzmanın görüşü ve literatürdeki güvenilir kaynaklar referans alınarak, 137 alt bölümde gerçekleşme ihtimali bulunan 546 arızanın tanımını, çözümünü ve tetikleyebilecekleri arızaları kapsayacak şekilde oluşturulmuştur.



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Veri Tabanının Oluşturulması

Tez çalışmasının amaç ve kapsamı doğrultusunda makine dairesine ait arıza verilerinin ve sistem bileşenlerinin sistematik bir şekilde kaydedilmesi amacıyla bir veritabanı oluşturulmuştur. Bu veritabanı, farklı sistemlerin bileşenlerini, arızalarını ve bu arızalarla ilgili çözüm önerilerini detaylı bir biçimde içermektedir. SQL sorguları kullanılarak oluşturulmuş bu veri tabanının genel yapısı Şekil 24’te gösterilmektedir. Tablolar arasındaki ilişkiler, sistemlerin daha kolay yönetilebilmesine olanak tanımaktadır. Veri tabanı dört tablodan oluşmakta olup, “sqlite_sequence” otomatik artan kimlikler (ID) için kullanılan bir sistem tablosudur. Bu tablo, veri tabanındaki diğer tabloların otomatik artan değerlerini takip eder. Diğer üç Tablo 2.1.1., 2.1.2., ve 2.1.3. numaralı başlıkların altında tanıtılmıştır.

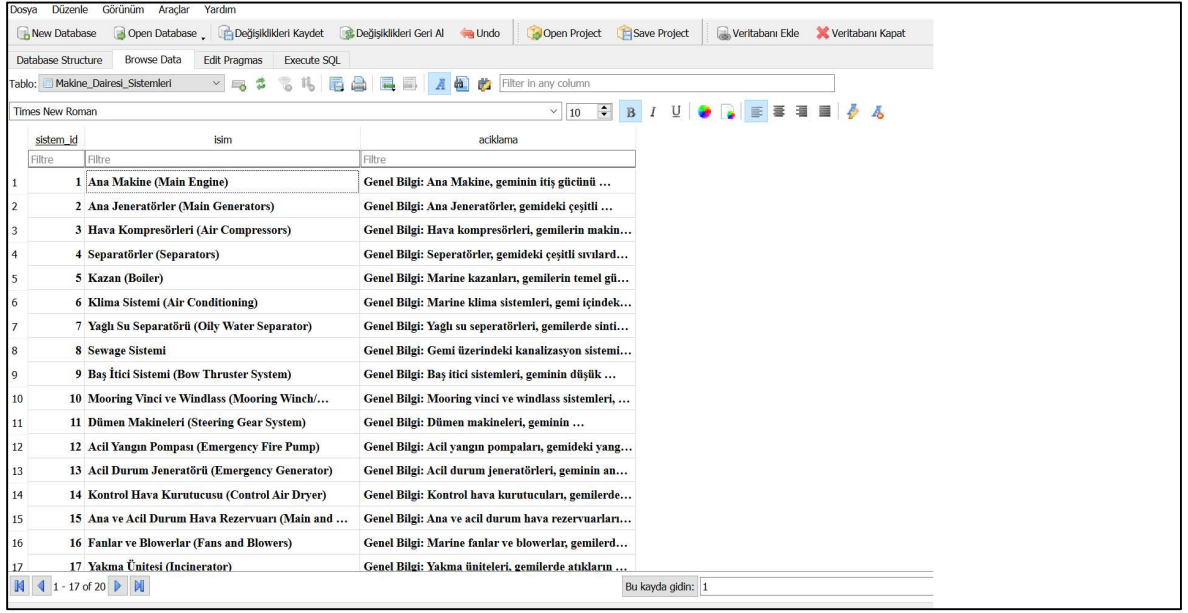


Şekil 24. Veri tabanının genel görünümü

2.1.1. Sistemler Tablosu

Veri tabanında “Makine_Dairesi_Sistemleri” adıyla kaydedilen bu tablo geminin makine sistemleri hakkında bilgiler sunmaktadır. Örneğin, ana makine, jeneratörler, hava

kompresörleri gibi sistemlerin isimleri ve açıklamaları detaylı bir şekilde kayıt altına alınmıştır. Bu açıklamalar, ilgili sistemlerin görevlerini ve önemli bileşenlerini içermektedir. Ayrıca, her bir sistemle ilgili ekstra bilgi sütunu da bulunmaktadır. Veri tabanında 20 adet farklı sistem kaydı yer almaktadır. Bu tabloda “sistem_id” sistemin kimliğini sayı olarak saklayan, otomatik artan birincil anahtar olarak verilmiştir. Şekil 25’te sistemlerin bilgilerini içeren tablo görülmektedir.



sistem_id	isim	aciklama
1	Ana Makine (Main Engine)	Genel Bilgi: Ana Makine, geminin itiş gücünü ...
2	Ana Jeneratörler (Main Generators)	Genel Bilgi: Ana Jeneratörler, gemideki çeşitli ...
3	Hava Kompresörleri (Air Compressors)	Genel Bilgi: Hava kompresörleri, gemilerin makin...
4	Separatörler (Separators)	Genel Bilgi: Separatörler, gemideki çeşitli sıvı...
5	Kazan (Boiler)	Genel Bilgi: Marine kazanları, gemilerin temel gü...
6	Klima Sistemi (Air Conditioning)	Genel Bilgi: Marine klima sistemleri, gemi içindek...
7	Yağlı Su Separatörü (Oily Water Separator)	Genel Bilgi: Yağlı su separatörleri, gemilerde sinti...
8	Sewage Sistemi	Genel Bilgi: Gemi üzerindeki kanalizasyon sistemi...
9	Baş İtici Sistemi (Bow Thruster System)	Genel Bilgi: Baş itici sistemleri, geminin düşük ...
10	Mooring Vinci ve Windlass (Mooring Winch/...	Genel Bilgi: Mooring vinci ve windlass sistemleri, ...
11	Dümen Makineleri (Steering Gear System)	Genel Bilgi: Dümen makineleri, geminin ...
12	Acil Yangın Pompası (Emergency Fire Pump)	Genel Bilgi: Acil yangın pompaları, gemideki yang...
13	Acil Durum Jeneratörü (Emergency Generator)	Genel Bilgi: Acil durum jeneratörleri, geminin an...
14	Kontrol Hava Kurutucusu (Control Air Dryer)	Genel Bilgi: Kontrol hava kurutucuları, gemilerde...
15	Ana ve Acil Durum Hava Rezervuarı (Main and ...)	Genel Bilgi: Ana ve acil durum hava rezervuarları...
16	Fanlar ve Blowerlar (Fans and Blowers)	Genel Bilgi: Marine fanlar ve blowerlar, gemilerde...
17	Yakma Ünitesi (Incinerator)	Genel Bilgi: Yakma üniteleri, gemilerde atıkların ...

Şekil 25. Sistemler tablosu

2.1.2. Bölümler Tablosu

Veri tabanında “Makine_Dairesi_Sistem_Bolumleri” adıyla kaydedilen bu tablo geminin sistemlerini oluşturan bölümler hakkında bilgiler sunmaktadır. Örneğin, silindir bloğu, krank mili, piston gibi bileşenlerin hem isimleri hem de bu bileşenlerle ilgili açıklayıcı bilgiler bulunmaktadır. Bu açıklamalar, ilgili bölümlerin görevlerini içermektedir. Veri tabanında 137 adet farklı bölüm kaydı yer almaktadır. Bu tabloda “bolum_id” bölümün kimliğini sayı olarak saklayan, otomatik artan birincil anahtar olarak verilmiştir. Burada “sistem_id”, sistemler tablosuna referans vermektedir ve her bölümün ait olduğu sistem bilgisi bulunmaktadır. Şekil 26’da bölümlerin bilgilerini içeren tablonun kısmi görüntüsü görülmektedir.

bolum_id	sistem_id	isim	aciklama
1	1	Silindir Bloğu (Cylinder Block)	Silindir bloğu, motorun temel ...
2	1	Krank Mili (Crankshaft)	Krank mili, pistonların doğrusal ...
3	1	Bağlantı Kolu (Connecting Rod)	Bağlantı kolu, piston ve krank mili ...
4	1	Piston	Piston, silindir içinde ileri-geri ...
5	1	Silindir Gömleği (Cylinder Liner)	Silindir gömleği, pistonun içinde ...
6	1	Silindir Yağlama Sistemi (Cylinder ...)	Silindir yağlama sistemi, silindir ...
7	1	Çapraz Kafa (Crosshead)	Kros kafası, piston ve bağlantı kolu...
8	1	Turboşarj (Turbocharger)	Turboşarj, egzoz gazlarının ...
9	1	Egzoz Sistemi (Exhaust System)	Egzoz sistemi, yanma sonucu oluşan ...
10	1	Yağlama Sistemi (Lubrication System)	Yağlama sistemi, motorun hareketli ...
11	1	Soğutma Sistemi (Cooling System)	Soğutma sistemi, motorun çalışma ...
12	1	Karter (Crankcase/Karter)	Karter, motor yağı için bir rezervua...
13	1	Krank Mili Yatakları (Crankshaft ...)	Krank mili yatakları, krank milinin ...
14	1	Eksantrik Mili (Camshaft)	Eksantrik mili, supapların ...
15	1	Yakıt Enjektörleri (Fuel Injectors)	Yakıt enjektörleri, yakıtı yüksek ...
16	1	Supaplar (Valves)	Supaplar, yanma odasına hava girişin...
17	1	Egzoz Manifoldu (Exhaust Manifold)	Egzoz manifoldu, silindirlerden çık...

Şekil 26. Bölümler tablosu

2.1.3. Arızalar Tablosu

Veri tabanında “Makine_Dairesi_Ariza_Verileri” adıyla kaydedilen bu tablo gemi makine sistemlerinde yaşanabilecek olası arızalar hakkında bilgiler sunmaktadır. Arızalar hakkında bilgiler Tablo 1’de görülen çeşitli kaynakların araştırılması ile derlenmiştir. Derlenen ve oluşturulan arızalar tablosu Tablo 2’de profil bilgileri verilen uzmanların bilgisine başvurularak kontrol edilmiştir.

Tablo 1. Arızalar tablosu oluşturulurken kullanılan kaynaklar

Sistem No	Sistem Adı	Bölüm Sayısı	Arıza Sayısı	Kullanılan Kaynaklar
1	Gemi Ana Makinesi	19	103	Calder, 1992; MAN Diesel & Turbo SE., 2012; McGeorge, 2013; Taylor, 1996; URL-1.
2	Ana Jeneratörler	9	40	Calder, 1992; McGeorge, 2013; URL-2.
3	Hava Kompresörleri	8	33	Küçükşahin, 2011; McGeorge, 2013; Taylor, 1996; URL-3.

Tablo 1'in devamı

4	Separatörler	7	24	Demirel, K. & Er, İ. D., 2008; Taylor, 1996; URL-4.
5	Kazan	7	21	Demirel, K. & Er, İ. D., 2008; Küçükşahin, 2011; URL-5.
6	Klima Sistemi	6	18	Küçükşahin, 2011; McGeorge, 2013; URL-6.
7	Yağlı Su Separatörü	6	18	Demirel, K. & Er, İ. D., 2008; URL-7.
8	Kanalizasyon Sistemi	4	12	Demirel, K. & Er, İ. D., 2008; Sun vd., 2009; URL-8.
9	Baş İtici Sistemi	6	24	McGeorge, 2013; URL-9.
10	Demirleme Vinci ve Irgat Sistemi	6	23	Taylor, 1996; URL-10.
11	Dümen Makineleri	6	24	McGeorge, 2013; Taylor, 1996; URL-11.
12	Acil Yangın Pompası Sistemi	6	24	Küçükşahin, 2011; Taylor, 1996; URL-12.
13	Acil Durum Jeneratörü Sistemi	7	26	McGeorge, 2013; Taylor, 1996; URL-13.
14	Kontrol Hava Kurutucusu	5	16	McGeorge, 2013; URL-14.
15	Ana ve Acil Durum Hava Rezervuarı	6	22	Demirel, K. & Er, İ. D., 2008; Küçükşahin, 2011; URL-15.
16	Fanlar ve Üfleyiciler	5	20	Küçükşahin, 2011; Taylor, 1996; URL-16.
17	Yakma Ünitesi	6	24	Demirel, K. & Er, İ. D., 2008; URL-17.
18	Gıda Soğutma Sistemi	6	23	McGeorge, 2013; Taylor, 1996; URL-18.
19	Isı Eşanjörü	6	26	Küçükşahin, 2011; McGeorge, 2013; Taylor, 1996; URL-19.
20	Tatlı Su Üretim Sistemi	6	25	Demirel, K. & Er, İ. D., 2008; URL-20.

Tablo 2. Tez çalışmasında bilgisine başvurulmuş katılımcıların profili

Katılımcılar	Katılımcı Tecrübesi	Katılımcıların Çalıştığı Mevcut Kurum, Alanı ve Eğitim Düzeyi
Uzman 1	Uzakyol Vardiya Mühendisi	Üniversite, Gemi Makineleri, Doktora
Uzman 2	Uzakyol Vardiya Mühendisi	Üniversite, Gemi Makineleri, Doktora
Uzman 3	Uzakyol Vardiya Mühendisi	Üniversite, Gemi Makineleri, Doktora

Veri tabanının bu tablosunda 546 arıza için; arıza ismi “isim”, arızanın tanımı “ariza_tanimi”, arıza çözümü için “cozum”, arızanın tetikleyebileceği arızaların ve sonuçların yer aldığı bilgiler ise “tahmin_edilen_etki” sütununda yer almaktadır. Bu tabloda “id” arızanın kimliğini sayı olarak saklayan, otomatik artan birincil anahtar olarak verilmiştir. Burada her arıza için; “sistem_id” sistemler tablosunda bulunduğu sistemi, “bolum_id” bölümler tablosunda bulunduğu bölümü referans olarak sunmaktadır. Şekil 27’de arızaların bilgilerini içeren tablonun kısmi görüntüsü görülmektedir. Ayrıca tüm arızaların benzersiz kimliği olan “id” bilgisi ile, bulunduğu sistem, bulunduğu bölüm, arıza ismi, arıza tanımını, arıza için önerilen çözümü ve arızanın yaratabileceği etkileri içeren tablolar Ekler bölümünde sunulacaktır.

Yukarıda bahsedilen SQL yapıları, veri tabanının oluşturulma sürecini sistematik bir biçimde tanımlamakta ve makine dairesine ait verilerin yönetimini sağlamaktadır.

id	sistem_id	bolum_id	isim	ariza_tanimi	cozum	tahmin_edilen_etki
1	1	1	Silindir Bloğunun Çatlaması	Gemi ana makinelerinde, silindir bloğunun çatlama...	Çatlama bir silindir bloğu genellikle tamir edileme...	Silindir bloğundaki çatlaklar, motorun aşırı ısınmasın...
2	2	1	Silindir Bloğunda Distorsiyon	Gemi ana makinelerinde distorsiyon, blokta termal ve ...	Distorsiyonun derecesine göre silindir bloğu yenide...	Distorsiyon, motor performansında azalmaya, yakıt ...
3	3	1	Söğütme Kanallarının Tıkanması veya Sızıntısı	Gemi ana makinelerinde, söğütme kanallarının tıkanma...	Tıkanmış söğütme kanalları temizlenmeli, sızıntılar...	Söğütme sorunları, motorun aşırı ısınmasına, silindir ka...
4	4	1	Silindir Bloğunda Korozyon	Silindir bloğu, deniz suyu ile temas veya uygun olmayan...	Korozyona uğrayan bölgeler temizlenmeli ve ...	Korozyon, söğütme sıvısı ve yağ sızıntılarına, ayrıca mot...
5	5	1	Krank Milinde Çatlaklar ve Kırılmalar	Gemi ana makinelerinde, krank milli aşırı mekanik ...	Çatlaklar veya kırılmalar tespit edildiğinde, genelli...	Bu tür bir hasar, motorun tamamen durmasına, yağlamı...
6	6	1	Krank Mil Yataklarında Aşınma	Gemi ana makinelerinde krank mil yatakları, yağlama ...	Yataklarda aşınma tespit edildiğinde, yataklar ...	Yatak aşınması, motorun performansında düşüğe, yağ ...
7	7	1	Krank Milinde Eğilme veya Bükülme	Gemi ana makinelerinde krank mil, aşırı yüklenme, ...	Hafif eğilmeler hidrolik pres kullanılarak ...	Eğilmiş bir krank mil, motorun diğer parçalarında (örn...
8	8	1	Yağ Sızıntısı	Gemi ana makinelerinde krank mil yatakları hasa...	Yağ sızıntısı tespit edildiğinde, sızıntının kaynağı ...	Yağ sızıntısı, motorun aşırı ısınmasına, krank mil hasar...
9	9	1	Krank Mil Yüzeyinde Mikro Çatlaklar	Gemi ana makinelerinde krank milin yüzeyinde mikro...	Mikro çatlaklar tespit edildiğinde, genellikle krank ...	Mikro çatlaklar büyüdüğünde, motorun ani durmasına,
10	10	1	Krank Milinde Eksantrik Aşınma	Gemi ana makinelerinde krank mil, eksantrik aşınma ...	Eksantrik aşınma tespit edildiğinde, krank milinin ...	Eksantrik aşınma, motorun dengesiz çalışmasına, titreş...
11	11	1	Krank Mil Üzerinde Çapak veya Metal Kalıntıları	Gemi ana makinelerinde krank milin yüzeyinde veya ...	Yağ kanalları ve krank mil yüzeyi dikkatlice ...	Metal kalıntıları, motorun yağlama sistemini tıkayarak i...
12	12	1	Krank Milinde Malzeme Yorgunluğu	Gemi ana makinelerinde krank milinde malzeme ...	Malzeme yorgunluğu tespit edildiğinde, genellikle ...	Malzeme yorgunluğu, krank milinin kırılmasına, motori...
13	13	1	Krank Milinde Termal Stres	Gemi ana makinelerinde krank mil, sürekli olarak yük...	Termal stresin önlenmesi için motorun söğütme ...	Termal stres, malzeme zayıflamasına, çatlaklara ve kran...
14	14	1	Dış Motor Söğütme Sıvısı Sızıntısı	Gemi ana makinelerinde dış söğütme sıvısı sızıntıları, su...	Sızıntının kaynağı tespit edilip onarılmalı veya ilgili...	Söğütme sıvısı sızıntısı, motorun aşırı ısınmasına ve cidd...
15	15	1	Aşınmış veya Çatlaklı Silindir	Gemi ana makinelerinde, silindir içinde aşınma, yanma ...	Aşınmış silindirler için, silindirlerin çapı artırılarak...	Aşınmış veya çatlaklı silindirler, yanma verimliliğini ...
16	16	1	Gözenekli Motor Bloğu	Gemi motor bloklarının döküm işlemi sırasında meydana...	Gözenekli blokta genellikle değiştirilmelidir. Bazı ...	Gözenekli blok, sürekli sızıntılara ve motorun güvenilirli...
17	17	1	Krank Karteri Havalandırma Sorunları	Gemi ana makinelerinde krank karteri havalandırma ...	Havalandırma sistemi düzenli olarak kontrol edilm...	Havalandırma sorunları, yağ basıncında düşüğe ve moto...

Şekil 27. Arızalar tablosu

2.2. Hiyerarşik Yapı Görüntülerinin Oluşturulması

Bu bölümde veri tabanında bulunan gemi makine sistemlerinde meydana gelmesi muhtemel arızaların sistemler, bölümler ve arızalar arasındaki ilişkilerini modellemek için Bayes ağları oluşturulmuş ve bu ağlar görselleştirilmiştir. Bu görevi yapması için yazılan Pyhton kodu şekillerde verilerek ve bu kodların yaptığı işlemler aşağıda açıklanmıştır.

```
import sqlite3
import pandas as pd
import numpy as np
from pgmpy.models import BayesianNetwork
from pgmpy.factors.discrete import TabularCPD
from pgmpy.inference import VariableElimination
import matplotlib.pyplot as plt
import networkx as nx
from sklearn.feature_extraction.text import CountVectorizer
from sklearn.metrics.pairwise import cosine_similarity
from mdptoolbox.mdp import ValueIteration

# Veritabanına bağlanma
conn = sqlite3.connect(r'Veritabanı Yolu')

# Tüm verilerin çekilmesi
df = pd.read_sql_query("SELECT * FROM Makine_Dairesi_Ariza_Verileri", conn)

# Sistem, bölüm ve arıza gruplarının oluşturulması
systems_df = pd.read_sql_query("SELECT DISTINCT sistem_id FROM Makine_Dairesi_Ariza_Verileri", conn)
departments_df = pd.read_sql_query("SELECT DISTINCT bolum_id, sistem_id FROM Makine_Dairesi_Ariza_Verileri", conn)
faults_df = pd.read_sql_query("SELECT id, bolum_id, sistem_id, isim FROM Makine_Dairesi_Ariza_Verileri", conn)
```

Şekil 28. Hiyerarşik yapı kodu: 1. Bölüm

Şekil 28’de verilen kod parçasında, ilk olarak gerekli kütüphaneler (sqlite3, pandas, numpy, pgmpy, matplotlib, networkx, sklearn ve mdptoolbox) sisteme dahil edilmekte, ardından sqlite3 kullanılarak veri tabanına bağlantı sağlanmaktadır. "Makine_Dairesi_Ariza_Verileri" adlı tablodaki tüm veriler Pandas DataFrame formatında çekilmekte olup, bu veriler makine dairesine ait arızalarla ilgili bilgileri içermektedir. Ayrıca, benzersiz sistem kimlikleri (sistem_id) sorgulanarak sistemlerin tespiti yapılmakta ve bölümler ile ilişkili sistem bilgileri de ayrı bir sorguyla elde edilmektedir. Her bir arızanın bölüm ve sistem ilişkisini gösteren ve arıza isimlerini içeren detaylı veri seti de sorgulanarak işlenmek üzere Pandas DataFrame'e aktarılmaktadır.

```
# Tüm sistemi içeren bir grafiğin oluşturulması
G_all = nx.DiGraph()

# Her sistem için ayrı bir Bayes ağı oluşturulması
for system_id in systems_df['sistem_id']:
    G_system = nx.DiGraph()

    # Sisteme bağlı bölümlerin bulunması
    departments = departments_df[departments_df['sistem_id'] == system_id]

    for _, department in departments.iterrows():
        department_id = department['bolum_id']

        # Bölüme bağlı arızaların bulunması
        faults = faults_df[faults_df['bolum_id'] == department_id]

        for _, fault in faults.iterrows():
            fault_name = fault['isim']

            # İsimler bazında ilişkilerin eklenmesi
            G_system.add_edge(f"Sistem {system_id}", f"Bölüm {department_id}")
            G_system.add_edge(f"Bölüm {department_id}", fault_name)

    # Sistemin genel ağı eklenmesi
    G_all.add_edges_from(G_system.edges())

    # Bayes ağının oluşturulması
    new_model = BayesianNetwork(list(G_system.edges()))

    # CPD'lerin oluşturulması
    new_cpds = []
```

Şekil 29. Hiyerarşik yapı kodu: 2. Bölüm

Şekil 29’da verilen kod parçası, bir sistemdeki arızalar ve bölümler arasındaki ilişkileri modellemek amacıyla yönlü bir grafik (directed graph) oluşturur ve her sistem için Bayes ağları (Bayesian Networks) tasarlar. İlk adımda, sistemler, bölümler ve arızalar arasındaki tüm ilişkileri temsil edecek bir grafik “G_all = nx.DiGraph()” ifadesiyle başlatılır. Her bir sistem (system_id) için ayrı bir Bayes ağı oluşturulur ve bu ağ, o sisteme bağlı bölümler ve arızalar temel alınarak yapılandırılır. Sisteme bağlı bölümler, “departments_df” adlı DataFrame’den filtrelenerek elde edilir ve her bölümle ilgili arızalar “faults_df” üzerinden bulunur. Arızalar, sistem ve bölüm ilişkilerine göre grafik üzerine eklenir, böylece sistem-

bölüm-arıza hiyerarşisini görselleştiren bir yönlü grafik yapısı ortaya çıkar. Bu alt grafikler, genel ağa eklenerek tüm sistemleri kapsayan büyük bir grafik ve her sistem için bir Bayes ağı modeli oluşturulur. Bu model, o sistemin grafiğine dayalı olarak “BayesianNetwork(list(G_system.edges()))” ifadesiyle tanımlanır. Bayes ağı tanımlandıktan sonra, modelin olasılık hesaplamalarını yapabilmesi için Koşullu Olasılık Dağılımları (Conditional Probability Distributions - CPDs) oluşturulur. Bu CPD'ler, her düğümün olasılıklarını ebeveynlerine bağlı olarak belirler.

```

for node in new_model.nodes():
    parents = new_model.get_parents(node)

    if not parents:
        # Ebeveyni olmayan düğümler için basit bir CPD oluşturulması
        cpd = TabularCPD(variable=node, variable_card=2, values=[[0.7], [0.3]])
    else:
        # Ebeveynleri olan düğümler için CPD oluşturulması
        parent_card = [2] * len(parents)
        num_rows = 2
        num_cols = np.prod(parent_card)
        values = np.random.rand(num_rows, num_cols)
        values = values / values.sum(axis=0)

        cpd = TabularCPD(variable=node, variable_card=2, values=values,
                        evidence=parents, evidence_card=parent_card)

    new_cpds.append(cpd)

# CPD'lerin modele eklenmesi
new_model.add_cpds(*new_cpds)

# Modelin geçerli olup olmadığının kontrol edilmesi
try:
    assert new_model.check_model()
except ValueError as e:
    print(f"Sistem {system_id} için hata: {str(e)}")
    continue # Hatalı bir modelle devam etmeme uyarısı

# Bayes Ağı'nın Görselleştirilmesi (İsimler ile)
plt.figure(figsize=(15, 10))
pos = nx.spring_layout(G_system, k=0.15, iterations=20)
nx.draw(G_system, pos, with_labels=True, node_size=500, node_color="lightgreen",
        font_size=8, font_weight="bold", edge_color="gray")
plt.title(f"Sistem {system_id} İçin Bayes Ağı (İsim Bazında)")
filename = f'Klasör Yolu'
plt.savefig(filename, format='PNG')
plt.close()

print(f"Sistem {system_id} için Bayes ağı ve CPD'ler başarıyla oluşturuldu ve kaydedildi.")

# Tüm sistemi içeren genel Bayes Ağı'nın Görselleştirilmesi (İsimler ile)
plt.figure(figsize=(25, 20))
pos_all = nx.spring_layout(G_all, k=0.15, iterations=50)
nx.draw(G_all, pos_all, with_labels=True, node_size=500, node_color="lightblue",
        font_size=8, font_weight="bold", edge_color="gray")
plt.title("Tüm Sistemlerin Genel Bayes Ağı (İsim Bazında)")
plt.savefig('Dosya yolu', format='PNG')
plt.close()

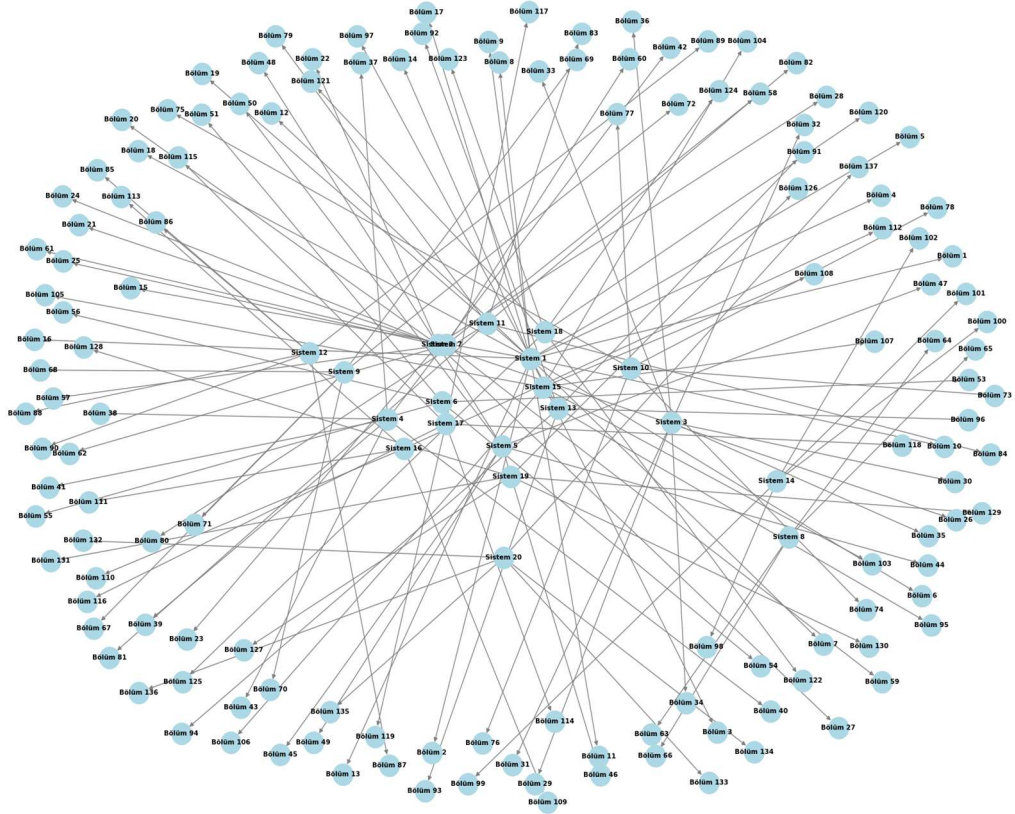
print("Tüm sistemlerin genel Bayes ağı başarıyla oluşturuldu ve kaydedildi.")

```

Şekil 30. Hiyerarşik yapı kodu: 3. Bölüm

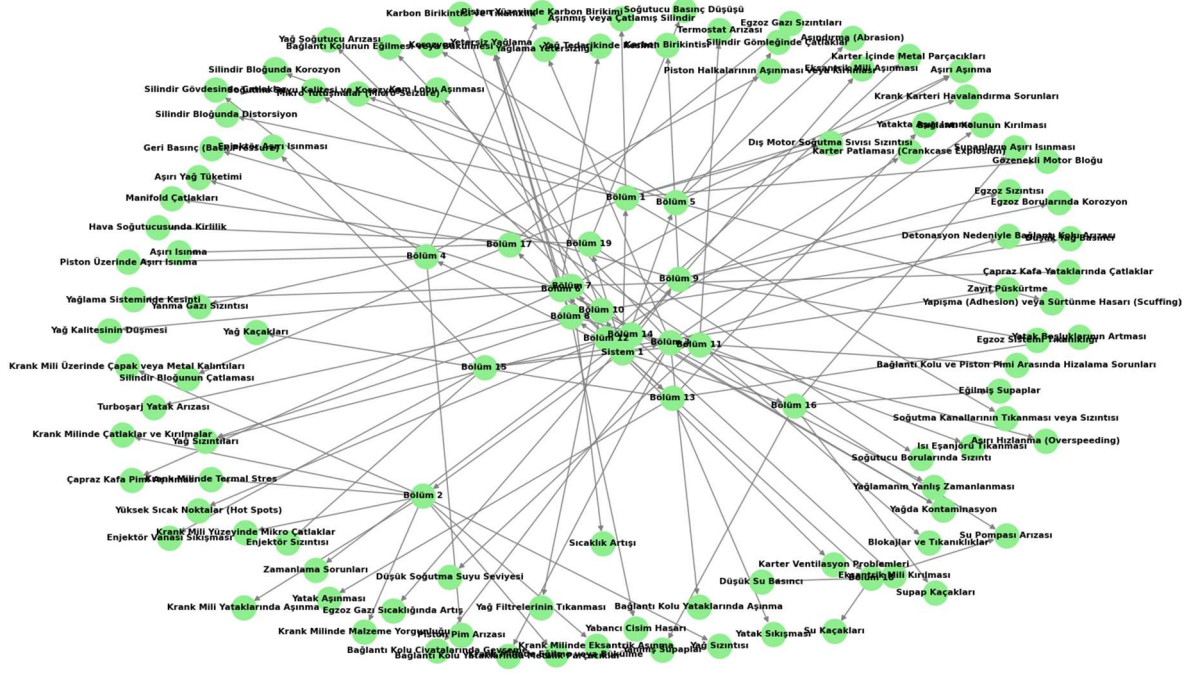
Şekil 30’da görülen kod parçası öncelikle her bir düğüm (node) için koşullu olasılık dağılımları (CPD) oluşturur. Eğer düğümün ebeveyni yoksa basit bir olasılık dağılımı atanır, ebeveynleri varsa bu ebeveynlerin olası durum sayısına göre bir olasılık matrisi üretilir. Olasılık matrisinin sütunlarının toplamının 1 olmasına dikkat edilerek CPD oluşturulur ve Bayes ağı modeline eklenir. Modelin doğruluğu “new_model.check_model()” fonksiyonu ile kontrol edilir. Eğer model geçersizse hata mesajı ekrana yazdırılır ve bir sonraki modelle devam edilir.

Her sistem için oluşturulan Bayes ağı, networkx kütüphanesi ile görselleştirilir. “spring_layout” algoritmasıyla düğümlerin yerleşimi belirlenir ve sistem-bölüm-arıza ilişkileri isimler ile etiketlenir. Görselleştirme işlemi tamamlandıktan sonra grafik bir PNG dosyasına kaydedilir. Benzer şekilde, tüm sistemleri içeren genel Bayes ağı da görselleştirilir ve ilişkiler daha geniş bir grafikte gösterilerek dosyaya kaydedilir.

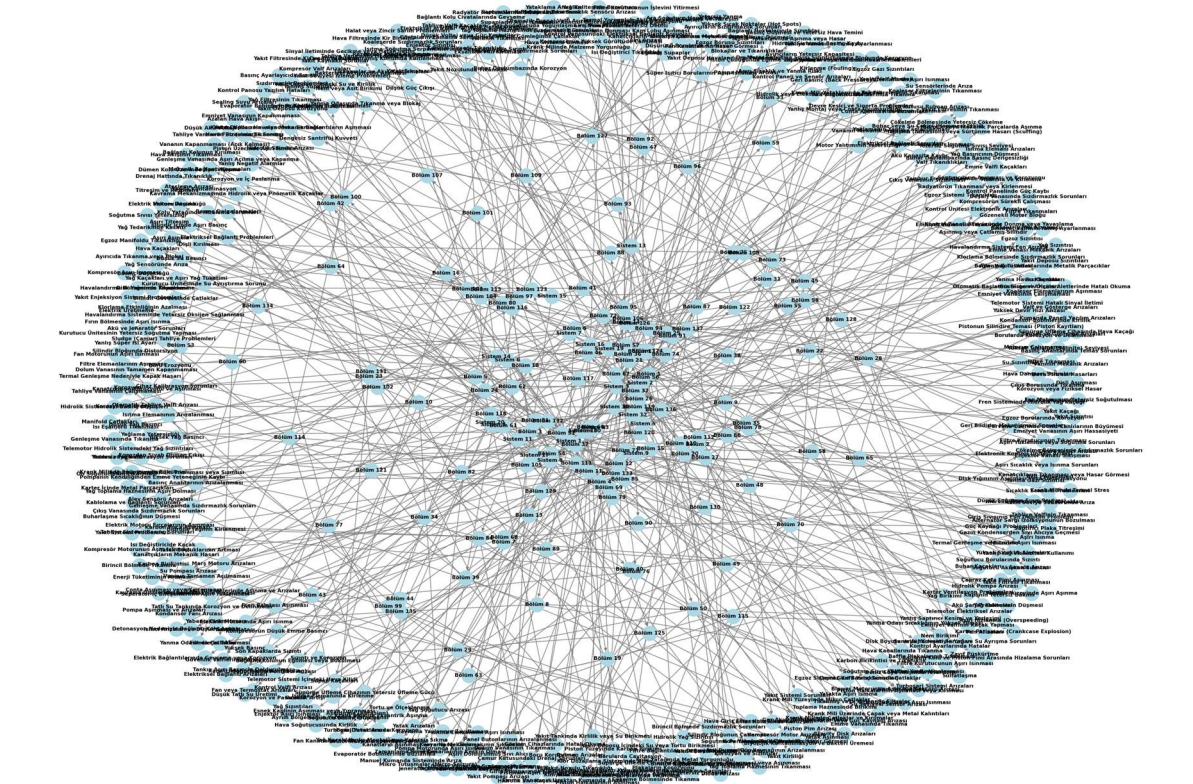


Şekil 31. Sistemler ve bölümlerinin hiyerarşik görüntüsü

Kodun çalıştırılması ile veri tabanında bulunan sistemler ve o sistemleri oluşturan bölümlerin hiyerarşik görüntüsü Şekil 31’de görülmektedir.



Şekil 32. Ana makine arızalarının hiyerarşik yapısı



Şekil 33. Veri tabanında bulunan tüm arızalar için hiyerarşik yapı

Kodun çalıştırılması ile örnek olarak sunulan ana makineyi oluşturan bölümlerde yaşanabilecek arızaların hiyerarşik görüntüsü aşağıda Şekil 32’de verilmiştir.

Şekil 33’te oluşturulan tüm arızaların hiyerarşik görüntüsü için kod tüm arızaları hedefleyecek biçimde güncellenmiş ve ilgili ağ ortaya konmuştur.

2.3. Veri Madenciliği ile Etkileşim Yükünün Azaltılması

Sunulan tez çalışmasının amaçları arasında, olası arızaların birbirleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi yer almaktadır. Bu bağlamda, arızaların tahmin edilen etkilerinin analiz edilmesi, özellikle karmaşık sistemlerde arızaların nasıl bir zincirleme reaksiyona yol açabileceğini anlamak açısından kritik öneme sahiptir. Çalışmada, arızaların birbirlerini tetikleyip tetiklemeyeceği ve hangi arızaların birbiriyle bağlantılı olabileceği değerlendirilirken iki arızanın birbiri ile karşılaştırılması ve etkileşimlerinin sistematik biçimde incelenmesi hedeflenmektedir. 546 arızanın aralarında olan etkileşiminin incelenmesi her denemeden yaklaşık 150000 sözel değerlendirmenin yapılması anlamına gelmektedir. Bu etkileşim yükünün azaltılması amacı ile iki farklı yöntem kullanılmış ve bu yöntemler aşağıda sunulmuştur.

2.3.1. Uzman Görüşü ile Sistemler Arası Etkileşimlerin Belirlenmesi

Bu yöntemde sistemlerin birbirleriyle olan olası etkileşimlerinin, uzman bilgisi ışığında değerlendirildiği ve analiz edildiği bir yaklaşım ortaya konmaktadır. Bu tür bir analiz, sistemlerin işleyişi hakkında bilgi sahibi olan uzmanların tecrübelerinden yararlanarak, sistemler arası doğrudan veya dolaylı etkileşimlerin olup olmadığını belirlemeyi amaçlar.

Örneğin, uzmanlar, klima sisteminin ana makine üzerinde doğrudan bir etkisi olmadığını belirtebilir. Bu tür bilgiler, sistemler arasında nedensel bir ilişki olmadığını gösterir. Benzer şekilde, tatlı su seperatörünün kompresörde bir arızayı tetikleyemeyeceği bilgisi, uzmanların belirlediği ve arızaların potansiyel etkilerini daraltan bir başka örnektir. Bu tür bilgilerin, sistemler arasındaki potansiyel etkileşimleri daha doğru bir şekilde anlamak ve karmaşık analiz süreçlerinde gereksiz ilişkileri dışarıda bırakmak açısından büyük bir değer taşıdığı düşünülmektedir.

Uzman görüşü, sistemler arasındaki bağımsızlık veya nedensel ilişkiyi tespit etmekte önemli bir role sahiptir. Bu sayede, bir arızanın başka bir sistemi etkileme olasılığı olup olmadığını doğru bir şekilde belirlemek ve analiz sürecini optimize etmek mümkün olur. Örneğin, bir sistemde meydana gelen arızaların başka hangi sistemleri etkileyebileceği veya hangi sistemlerin etkilenmeyeceği, uzmanların deneyimleri doğrultusunda belirlenir ve bu bilgi, hem veri madenciliği hem de arıza analiz süreçlerinde karar destek mekanizmasının temelini oluşturur.

Sonuç olarak, uzman görüşüyle sistemler arası etkileşimlerin belirlenmesi, karmaşık sistemlerde gereksiz analiz yükünü hafifletir, olasılık senaryolarını daraltır ve daha hedefli bir arıza analiz sürecine katkı sağlar.

Bu bilgiler ışığında veritabanında bulunan 20 sistemde yaşanan arızaların başka sistemlerde arızaları tetikleyip tetiklemeyeceği Tablo 2’de profil bilgileri verilen uzmanlar tarafından anket yoluyla değerlendirilmiş olup, birbirleri üzerinde etken olmayan arızaların etkileşim analiz yükü ortadan kaldırılmıştır. Uzmanların yaptığı anketler Oy Çokluğu Yöntemi ile birleştirilerek Şekil 32’de görülen anket sonucu ortaya çıkmış, her uzmana ait anket eklerde verilmiştir. Bütünleşik anket sonucu doğrultusunda, veri tabanında bulunan “Makine_Dairesi_Sistemleri” tablosunda her sistemin “etkileyeceği_sistemler” sütununa arıza tetikleme potansiyeli taşıdığı sistemler işlenmiştir. Her sistem kendi içinde arıza tetikleme potansiyeli değerlendirilerek Şekil 35’te, yeni yapı oluşturulmuştur.

Sistem karşılaştırıldığı sistem üzerinde etkili midir? Arızaları tetikler mi?	Ana Makine	Ana Jeneratörler	Hava Kompresörleri	Separatörler	Kazan	Klima Sistemi	Yağlı Su Separatörü	Sewage Sistemi	Baş İtici Sistemi	Demirleme Vinci ve İrgatlar	Dümen Makineleri	Acil Yangın Pompası	Acil Durum Jeneratörü	Kontrol Hava Kurutucusu	Ana ve Acil Durum Hava Rezervuarı	Fanlar ve Blowerlar	Yakma Ünitesi	Gıda Soğutma Sistemi	Isı Eşanjörü	Tatlı Su Sistemi
Ana Makine	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Ana Jeneratörler	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Hava Kompresörleri	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Separatörler	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Kazan	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Klima Sistemi	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Yağlı Su Separatörü	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Sewage Sistemi	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Baş İtici Sistemi	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Demirleme Vinci ve İrgatlar	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Dümen Makineleri	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Acil Yangın Pompası	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Acil Durum Jeneratörü	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Kontrol Hava Kurutucusu	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Ana ve Acil Durum Hava Rezervuarı	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Fanlar ve Blowerlar	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Yakma Ünitesi	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Gıda Soğutma Sistemi	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Isı Eşanjörü	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
Tatlı Su Sistemi	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒

Şekil 34. Uzmanlar tarafından doldurulan anketlerin bütünleşik hali

	sistem_id	isim	aciklama	Etkileyecegi_sistemler
1	1	Ana Makine (Main Engine)	Genel Bilgi: Ana Makine, geminin iti...	1, 5, 19
2	2	Ana Jeneratörler (Main Generators)	Genel Bilgi: Ana Jeneratörler, ...	2, 19
3	3	Hava Kompresörleri (Air Compressors)	Genel Bilgi: Hava kompresörleri, ...	1, 2, 3, 15
4	4	Separatörler (Separators)	Genel Bilgi: Seperatörler, gemideki ...	1, 2, 4
5	5	Kazan (Boiler)	Genel Bilgi: Marine kazanları, ...	1, 2, 4, 5
6	6	Klima Sistemi (Air Conditioning)	Genel Bilgi: Marine klima sistemleri...	6
7	7	Yağlı Su Separatörü (Oily Water ...)	Genel Bilgi: Yağlı su seperatörleri,...	7
8	8	Sewage Sistemi	Genel Bilgi: Gemi üzerindeki ...	8
9	9	Baş İtici Sistemi (Bow Thruster ...)	Genel Bilgi: Baş itici sistemleri, ...	9
10	10	Mooring Vinci ve Windlass (Mooring ...)	Genel Bilgi: Mooring vinci ve ...	10
11	11	Dümen Makineleri (Steering Gear ...)	Genel Bilgi: Dümen makineleri, ...	11
12	12	Acil Yangın Pompası (Emergency Fire ...)	Genel Bilgi: Acil yangın pompaları, ...	12
13	13	Acil Durum Jeneratörü (Emergency ...)	Genel Bilgi: Acil durum ...	13
14	14	Kontrol Hava Kurutucusu (Control Air...)	Genel Bilgi: Kontrol hava ...	1, 2, 14
15	15	Ana ve Acil Durum Hava Rezervuarı ...	Genel Bilgi: Ana ve acil durum hava ...	1, 2, 15
16	16	Fanlar ve Blowerlar (Fans and ...)	Genel Bilgi: Marine fanlar ve ...	1, 2, 16
17	17	Yakma Ünitesi (Incinerator)	Genel Bilgi: Yakma Uniteleri, ...	17
18	18	Gıda Soğutma Sistemi (Provision ...)	Genel Bilgi: Gıda soğutma sistemleri...	18

Şekil 35. Yeni yapısı ile sistemler tablosu

2.3.2. Lojistik Regresyon Analizi

Lojistik regresyon, bağımsız değişkenler (sistem ID, bölüm ID, anahtar kelimeler) ile bağımlı değişken (bir arızanın başka bir arızayı tetikleyip tetiklememesi) arasındaki ilişkiyi modellemek için kullanılmıştır. Lojistik regresyon, özellikle ikili sınıflandırma problemlerinde yaygın olarak kullanılır ve bu projede de verilerin doğasına uygunluğu nedeniyle tercih edilmiştir. Bu model, belirli bir olayın (bu durumda bir arızanın başka bir arızayı tetiklemesi) olasılığını tahmin etmeye çalışır.

Şekil 36’da görülen kod bölümü, makine dairesi arıza verilerini içeren bir SQLite veritabanından verileri alarak, belirli anahtar kelimelere dayalı bir lojistik regresyon modeli oluşturur ve bu modeli eğitir. İlk olarak, SQLite veritabanına bağlanılır ve “Makine_Dairesi_Ariza_Verileri” tablosundaki veriler bir pandas DataFrame’e çekilir. Bu verilerde, “ariza_tanimi” ve “tahmin_edilen_etki” adlı iki metin sütunu incelenir. Arızaları ve olası etkileri tanımlayan bu sütunlarda, belirli arıza türlerini ifade eden anahtar kelimeler ("korozyon", "çatlama", "aşırı ısınma", vb.) aranır. Anahtar kelimelerin her biri için ikili birer özellik sütunu oluşturulur. Bu sütunlar, anahtar kelimenin ilgili metin sütunlarında geçip geçmediğine göre 1 (var) ya da 0 (yok) değerini alır.

```

import sqlite3
import pandas as pd
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.linear_model import LogisticRegression
from sklearn.metrics import accuracy_score, precision_score, recall_score, f1_score

# Veritabanına bağlanma
conn = sqlite3.connect('Veritabanı yolu')

# Verinin Pandas DataFrame'e çekilmesi
df = pd.read_sql_query("SELECT * FROM Makine_Dairesi_Ariza_Verileri", conn)

# İlgili sütunlar
text_columns = ['ariza_tanimi', 'tahmin_edilen_etki']

# Anahtar kelimeler
keywords = ["korozyon", "çatlama", "aşırı ısınma", "sızıntı", "distorsiyon", "hasar",
"krılma", "arıza", "potansiyel"]

# Anahtar kelimeler için ikili özellikler oluşturulur
for keyword in keywords:
    df[keyword] = df[text_columns].apply(lambda x: int(keyword in x['ariza_tanimi'].
lower() or keyword in x['tahmin_edilen_etki'].lower()), axis=1)

# Hedef değişken: tahmin_edilen_etki sütunundaki anahtar kelimelerden biri varsa 1,
yoksa 0 olarak girilir
df['target'] = df[keywords].apply(lambda x: 1 if x.sum() > 0 else 0, axis=1)

# Bağımsız değişkenler
X = df[keywords]
y = df['target']

# Eğitim ve test seti ayrılır
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=
42)

# Lojistik Regresyon Modelini Eğitilir
model = LogisticRegression()
model.fit(X_train, y_train)

```

Şekil 36. Lojistik regresyon analizi kodu: 1. Bölüm

Daha sonra, bu anahtar kelimelerden herhangi birinin arıza tanımı veya tahmin edilen etkide bulunup bulunmadığını kontrol ederek bir hedef değişken oluşturulur. Eğer herhangi bir anahtar kelime tespit edilirse hedef değişken 1, aksi takdirde 0 olarak atanır. Bu hedef değişken, verilerin bağımlı değişkeni olurken, anahtar kelimelerle oluşturulan sütunlar bağımsız değişkenler olarak kullanılır.

Veri seti, modelin performansını değerlendirebilmek için eğitim ve test olmak üzere ikiye ayrılır. Verilerin %80'i modelin eğitimi için, %20'si ise test için ayrılır. Son olarak, bağımsız ve bağımlı değişkenler kullanılarak bir lojistik regresyon modeli eğitilir.

```

# Test seti üzerinde tahminler
y_pred = model.predict(X_test)

# Model Performans Metriklerinin Hesaplanması
accuracy = accuracy_score(y_test, y_pred)
precision = precision_score(y_test, y_pred)
recall = recall_score(y_test, y_pred)
f1 = f1_score(y_test, y_pred)

# Performans Metriklerinin bir DataFrame olarak oluşturulması
metrics_df = pd.DataFrame({
    'Metric': ['Accuracy', 'Precision', 'Recall', 'F1 Score'],
    'Value': [accuracy, precision, recall, f1]
})

# Performans metriklerini model_performance_metrics.xlsx dosyasına kaydedilmesi
metrics_path = 'Dosya yolu'
metrics_df.to_excel(metrics_path, index=False)

# Tüm veri seti üzerinde tahminler
y_pred_full = model.predict(X)

# Sonuçların birleştirilmesi
df['Predicted Label'] = y_pred_full

# id sütununun varlığını kontrol edilmesi, yoksa oluşturulması
if 'id' not in df.columns:
    df.reset_index(inplace=True)
    df.rename(columns={'index': 'id'}, inplace=True)

# Sadece id ve Predicted Label sütunlarını içeren sonuçların final_model_results.xlsx
dosyasına kaydedilmesi
results_df = df[['id', 'Predicted Label']]
results_df.to_excel('Dosya yolu', index=False)

print(f"Performans metrikleri {metrics_path} dosyasına kaydedildi.")
print(f"Sonuçlar final_model_results.xlsx dosyasına kaydedildi.")

```

Şekil 37. Lojistik regresyon analizi kodu: 2. Bölüm

Şekil 37’de verilen kod, eğitilmiş lojistik regresyon modelini test etmek ve performansını değerlendirmek için çeşitli adımlar içerir. İlk olarak, model test veri seti üzerinde tahminler yapar (y_pred), ardından modelin performansını ölçmek için doğruluk (accuracy), kesinlik (precision), geri çağırma (recall) ve F1 puanı (F1 score) gibi performans metrikleri hesaplanır. Bu metrikler daha sonra bir pandas DataFrame’e dönüştürülerek, belirtilen dosya yoluna (metrics_path) bir Excel dosyası olarak kaydedilir.

Sonrasında, model tüm veri seti üzerinde tahminler gerçekleştirir ve bu tahmin edilen etiketler veri setine (df) eklenir. Eğer veri setinde bir id sütunu yoksa, indeks sütunu kullanılarak bir id sütunu oluşturulur. Sonuç olarak, sadece id ve modelin tahmin ettiği etiketleri (Predicted Label) içeren bir DataFrame oluşturulur ve bu sonuçlar da yine belirtilen dosya yoluna bir Excel dosyası olarak kaydedilir.

Son olarak, ekranda kullanıcıya performans metriklerinin ve sonuçların dosyalara başarıyla kaydedildiğini belirten mesajlar verilir.

Tablo 3. Lojistik regresyon performans metrik değerleri

Performans Metriği	Değer
Doğruluk	0.9455
Kesinlik	1
Geri Çağırma	0.9231
F1 Skoru	0.96

Tablo 3'te görülen lojistik regresyon performans metrik değerleri gözönüne alındığında, modelin yüksek bir doğruluk ve F1 skoru olduğu görülmektedir. Özellikle kesinlik metriği 1 değerini almış, yani modelin yaptığı pozitif tahminlerin hepsi doğru olarak sonuçlanmıştır. Ancak geri çağırma değeri 0.9231 olarak sonuçlanmış, yani modelin bazı gerçek pozitifleri kaçırmış olabileceği görülmektedir. Bu metriklerin genel olarak iyi performans gösteren bir modele işaret ettiğini söylemek mümkündür.

Şekil 38'de yeni yapısı ile arızalar tablosu görülmektedir. 1 veya 0 değerlerini alan "ariza_tetikleme_potansiyeli" sütunu her arızanın başka bir arızayı tetikleme potansiyeli için bir filtre görevi görmektedir ve arızaların etkileşimlerinin belirlenmesinde veri analizi yükünü azaltmaktadır.

isim	ariza_tanimi	cozum	tahmin_edilen_etki	ariza_tetikleme_potansiyeli
1. Silindir Bloğunun Çatlaması	Gemi ana makinelerinde, silindir bloğunun...	Çatlamış bir silindir bloğu genellikle tamir...	Silindir bloğundaki çatlaklar, motorun aşırı...	1
2. Silindir Bloğunda Distorsiyon	Gemi ana makinelerinde distorsiyon, blokt...	Distorsiyonun derecesine göre silindir bloğ...	Distorsiyon, motor performansında ...	0
3. Silindir Bloğunda Tıkanması veya ...	Gemi ana makinelerinde, soğutma ...	Tıkanmış soğutma kanalları temizlenmeli, ...	Soğutma sorunları, motorun aşırı ısınmasın...	1
4. Silindir Bloğunda Korozyon	Silindir bloğu, deniz suyu ile temas veya ...	Korozyona uğrayan bölgeler temizlenmeli ...	Korozyon, soğutma sıvısı ve yağ ...	1
5. Silindir Bloğunda Çatlaklar ve Kırılmalar	Gemi ana makinelerinde, krank mili aşırı ...	Çatlaklar veya kırılmalar tespit edildiğinde...	Bu tür bir hasar, motorun tamamen ...	1
6. Silindir Bloğunda Aşınma	Gemi ana makinelerinde krank mili yatakl...	Yataklarda aşınma tespit edildiğinde, yatak...	Yatak aşınması, motorun performansında ...	1
7. Silindir Bloğunda Eğilme veya Bükülme	Gemi ana makinelerinde krank mili, aşırı ...	Hafif eğilmeler hidrolik pres kullanılarak ...	Eğilmiş bir krank mili, motorun diğer ...	1
8. Silindir Bloğunda Yağ Sızıntısı	Gemi ana makinelerinde krank mili veya ...	Yağ sızıntısı tespit edildiğinde, sızıntının ...	Yağ sızıntısı, motorun aşırı ısınmasına, kra...	1
9. Silindir Bloğunda Yataklarda Mikro Çatlaklar	Gemi ana makinelerinde krank milinin ...	Mikro çatlaklar tespit edildiğinde, genellik...	Mikro çatlaklar büyüdüğünde, motorun ani...	1
10. Silindir Bloğunda Eksantrik Aşınma	Gemi ana makinelerinde krank mili, ...	Eksantrik aşınma tespit edildiğinde, krank ...	Eksantrik aşınma, motorun dengesiz ...	0
11. Silindir Bloğunda Çapak veya Metal ...	Gemi ana makinelerinde krank milinin ...	Yağ kanalları ve krank mili yüzeyi dikkatli...	Metal kalıntıları, motorun yağlama sistemi...	1
12. Silindir Bloğunda Malzeme Yorgunluğu	Gemi ana makinelerinde krank milinde ...	Malzeme yorgunluğu tespit edildiğinde, ...	Malzeme yorgunluğu, krank milinin ...	1
13. Silindir Bloğunda Yüksek Milinde Termal Stres	Gemi ana makinelerinde krank mili, sürekl...	Termal stresin önlenmesi için motorun ...	Termal stres, malzeme zayıflamasına, ...	1
14. Silindir Bloğunda Soğutma Sıvısı Sızıntısı	Gemi ana makinelerinde dış soğutma sıvısı...	Sızıntının kaynağı tespit edilip onarılmalı ...	Soğutma sıvısı sızıntısı, motorun aşırı ...	1
15. Silindir Bloğunda Aşınmış Silindirler	Gemi ana makinelerinde, silindir içinde ...	Aşınmış silindirler için, silindirlerin çapı ...	Aşınmış veya çatlamış silindirler, yanma ...	0
16. Silindir Bloğunda Gözenekli Motor Bloğu	Gemi motor bloklarının döküm işlemi ...	Gözenekli bloklar genellikle değiştirilmeli...	Gözenekli blok, sürekli sızıntılara ve ...	1

Şekil 38. Yeni yapısı ile arızalar tablosu

2.4. Arıza Etkileşimlerinin Belirlenmesi

Bu adımın amacı, makine dairesindeki sistemler ve arızalar arasındaki etkileşimleri analiz ederek, arızaların birbirini nasıl tetikleyebileceğini belirlemek ve bu etkileşimleri bir Bayes Ağı ile görselleştirerek anlamlı hale getirmektir. Yazılan Python kodu, her arızanın başka hangi arızaları tetikleyebileceğini ya da hangi arızalardan etkilendiğini tespit etmeye çalışır. Bu sayede, arızaların birbirini tetikleme potansiyeli ortaya çıkmakta ve bu bilgi, arıza tetikleme ve etkilenme olasılık değerlerini hesaplamamıza yardımcı olmaktadır. Kod, OpenAI'ın embedding modelini kullanarak arızalar için metin tabanlı vektörler (embedding) oluşturur ve bu vektörler arasındaki benzerliklere dayanarak arızalar arasındaki olası etkileşimleri tespit eder. Bu benzerlik hesaplamaları sonucunda, belirli bir eşik değeri aşan arızalar arasında etkileşim olduğu varsayılır. Sonuç olarak, bu arıza etkileşimleri bir Bayes Ağı ile modellenir. Ağda, düğümler arızaları, kenarlar ise arızaların birbirini nasıl etkilediğini gösterir. Bu modelleme sayesinde arıza zincirleri veya yayılma desenleri kolayca görselleştirilebilir, bu da teknik ekiplerin arıza yönetimini daha etkili bir şekilde yapmalarını sağlar. Sonuçlar Excel dosyasına kaydedilir ve grafik olarak görselleştirilir, böylece arızaların etkileri daha anlaşılır bir hale getirilir. Bu yaklaşım, sistemdeki en kritik arızaların ve potansiyel domino etkilerinin belirlenmesine yardımcı olur.

```
import spacy
import sqlite3
import pandas as pd
import numpy as np
import networkx as nx
import matplotlib.pyplot as plt
import os
from openai.embeddings_utils import cosine_similarity, get_embedding
import openai

# OpenAI API anahtarının eklenmesi
openai.api_key = 'Anahtar'

# spaCy NLP modelini yüklenmesi
nlp = spacy.load('en_core_web_sm')

# Veritabanına bağlanma
db_path = r'C:\Users\bedir\Desktop\bayes-markov\ariza_database.db'
conn = sqlite3.connect(db_path)

# Sistemler arası etkileşimlerin yüklenmesi
sistemler_df = pd.read_sql_query("SELECT sistem_id, Etkileyecegi_sistemler FROM makine_dairesi_sistemleri", conn)
sistemler_df['Etkileyecegi_sistemler'] = sistemler_df['Etkileyecegi_sistemler'].apply(
    lambda x: [int(i.strip()) for i in x.split(',') if isinstance(x, str) else [x] if
    isinstance(x, int) else []])
```

Şekil 39. Arıza etkileşimlerinin belirlenmesi kodu: 1.Bölüm

Şekil 39’da görülen kod parçasında, makine dairesindeki sistemler arasındaki etkileşimlerin analiz edilebilmesi amacıyla veritabanına bağlantı sağlanmakta ve gerekli veriler yüklenmektedir. İlk aşamada, veritabanı işlemleri ve doğal dil işleme süreçleri için gereken kütüphaneler projeye dahil edilmektedir. OpenAI’nin embedding servisini kullanabilmek için API anahtarı tanımlanmakta ve spaCy’nin doğal dil işleme modeli yüklenmektedir. Sonrasında, SQLite veritabanına bağlanılarak “makine_dairesi_sistemleri” tablosundan sistemler arası etkileşim verileri sorgulanmakta ve bu tablo, her sistemin diğer sistemler üzerindeki etkisini belirten “Etkileyecegi_sistemler” sütununu içermektedir. Bu sütun, bir sistemin etkilediği diğer sistemlerin ID’lerini virgülle ayrılmış bir dize formatında barındırabilmektedir. Kod, bu veriyi temizleyerek liste formatına dönüştürmekte ve daha sonraki analizlerde kullanılmak üzere düzenli hale getirmektedir. Bu işlem, sistemler arasındaki etkileşimlerin doğru bir şekilde anlaşılabilmesi için gerekli temel veri hazırlığını sağlamayı amaçlamaktadır.

Kod parçasında, makine dairesindeki arızalara ilişkin veriler veritabanından çekilmekte, bu veriler üzerinde çeşitli işlemler yapılmakta ve sonuçlar bir Excel dosyasına kaydedilmekte veya mevcut bir dosya yüklenmektedir. İlk olarak, “Makine_Dairesi_Ariza_Verileri” tablosundan arızaların ID’si, ait oldukları bölüm ve sistem bilgileri, arıza ismi, tetikleme potansiyeli ve tahmin edilen etkileri gibi bilgiler veritabanına yapılan bir sorgu aracılığıyla elde edilmektedir. Bu sorgu, yalnızca tetikleme potansiyeline sahip arızaları (ariza_tetikleme_potansiyeli = 1) getirecek şekilde düzenlenmiş olup, arızalar ID’ye göre sıralanmaktadır. Her bir arıza için, arıza ID’si ve isminin birleşiminden oluşan benzersiz bir kimlik oluşturulmakta ve bu kimlik “unique_id” olarak tanımlanmaktadır.

Bir sonraki aşama olan Şekil 40’da verilen kod parçasında, sistemler arasındaki etkileşimler, daha önce yüklenmiş olan veriler aracılığıyla bir sözlük yapısında organize edilmektedir. Bu sözlük, her bir sistemin hangi diğer sistemler üzerinde etkili olabileceğini ve hangi sistemlerle etkileşim halinde olduğunu göstermektedir. Bu etkileşim verilerinin kaydedileceği ya da mevcut verilerin geri yükleneceği bir Excel dosyası tanımlanmaktadır. Eğer belirlenen Excel dosyası hali hazırda mevcutsa, sistemler arası etkileşim sonuçları bu dosyadan yüklenmektedir. Ancak, dosyanın mevcut olmaması durumunda, yeni bir DataFrame oluşturulmakta ve sistem arızalarına dair etkileşim sonuçlarını saklamak amacıyla gerekli sütunlar tanımlanmaktadır. Bu sütunlar, her arıza için "Arıza", "Toplam Etkileme Oranı", "Toplam Etkilenme Oranı", "Etkilediği Arızalar" ve "Etkilendiği Arızalar"

başlıkları altında detaylandırılmıştır. Bu süreç, arıza verilerini daha kapsamlı bir şekilde düzenlemeyi sağlayarak, ileride gerçekleştirilecek etkileşim hesaplamaları ve analizler için gerekli olan temel veri yapısını oluşturmakta ve analizlerin daha sistematik bir şekilde yürütülmesine olanak tanımaktadır.

```
# Arıza verilerinin çekilip ve ID'ye göre sıralanması
faults_df = pd.read_sql_query(
    "SELECT ariza.id, ariza.bolum_id, ariza.sistem_id, ariza.isim,
    ariza.ariza_tetikleme_potansiyeli, ariza.tahmin_edilen_etki, sistem.isim as
    sistem_adi, bolum.isim as bolum_adi, ariza.ariza_tanimi FROM
    Makine_Dairesi_Ariza_Verileri ariza LEFT JOIN makine_dairesi_sistemleri sistem ON
    ariza.sistem_id = sistem.sistem_id LEFT JOIN makine_dairesi_sistem_bolumleri
    bolum ON ariza.bolum_id = bolum.bolum_id WHERE ariza.ariza_tetikleme_potansiyeli
    = 1 ORDER BY ariza.id ASC",
    conn
)

# Her arıza için benzersiz bir kimlik (ID) ve isim kombinasyonu kullanılması
faults_df['unique_id'] = faults_df['id'].astype(str) + "_" + faults_df['isim']

# Sistem etkileşimlerini bir sözlükte tutulması
system_interactions = dict(zip(sistemler_df['sistem_id'], sistemler_df[
    'Etkileyecigi_sistemler']))

# Excel dosyasını oluşturma veya var olan dosyayı yükleme
output_file = 'C:/Users/bedir/Desktop/bayes-markov/fault_interactions.xlsx'
os.makedirs(os.path.dirname(output_file), exist_ok=True) # Gerekli klasörleri oluştur

if os.path.exists(output_file):
    df_results = pd.read_excel(output_file)
else:
    df_results = pd.DataFrame(columns=['Arıza', 'Toplam Etkileme Oranı', 'Toplam
    Etkilenme Oranı', 'Etkilediği Arızalar', 'Etkilendiği Arızalar'])
```

Şekil 40. Arıza etkileşimlerinin belirlenmesi kodu: 2. Bölüm

Şekil 41’de sunulan kod parçasında, yönlü bir grafik yapısı olan DiGraph oluşturulur ve tüm arızalar üzerinde bir döngü başlatılır. Her bir arıza için, benzersiz kimlik olan fault_id belirlenir ve bu arızanın bulunduğu sistemin diğer hangi sistemleri etkileyebileceği “system_interactions” sözlüğünden alınır. Arızanın tahmin edilen etkisi olan metin temizlenerek embedding yöntemi ile vektör haline getirilir. Bu embedding, arızanın metin temelli vektörleştirilmiş bir temsili olup, diğer arızalarla benzerlik hesaplaması yapılırken kullanılacaktır.

Daha sonra, etkileşimde olabileceği hedef sistemlerdeki diğer arızalar tespit edilir ve bu arızaların metinleri de embedding haline getirilir. Embedding’ler arasında benzerlik hesaplaması yapılarak, benzerlik skoru %89’un üzerinde olan ve kendisiyle aynı olmayan arızalar, potansiyel olarak tetiklenebilecek arızalar olarak belirlenir. Bu arızalar, bir listeye eklenir ve ardından Bayes Ağına düğümler ve yönlü kenarlar eklenerek görselleştirilir. Ağda

döngülerin oluşmasını engellemek amacıyla, eklenmek istenen her bir etkileşim bağlantısı için döngü kontrolü yapılır ve döngü oluşturan bağlantılar engellenir.

```
# Bayes Ağı ve grafiği hazırlama
G = nx.DiGraph()

# Tüm arızalar için döngüye başlama
for _, fault in faults_df.iterrows():
    fault_id = fault['unique_id']

    try:
        print(f"İşlenen Arıza: {fault_id}") # İşlemdeki arızayı göster

        target_systems = system_interactions.get(fault['sistem_id'], [])

        affected_faults = []

        # Embed işleminde hata olmaması için metinleri temizle
        effect_text = fault['tahmin_edilen_etki'].encode('ascii', 'ignore').decode('ascii')
        effect_embedding = get_embedding(effect_text, engine="text-embedding-ada-002")

        for target_system in target_systems:
            possible_faults = faults_df[faulsts_df['sistem_id'] == target_system]
            for _, target_fault in possible_faults.iterrows():
                # Hedef arıza için metinleri birleştir
                target_text = f"İsim: {target_fault['isim']}, Tanım: {target_fault['ariza_tanimi']}"
                target_text = target_text.encode('ascii', 'ignore').decode('ascii')

                # Embedding oluşturma
                target_embedding = get_embedding(target_text, engine="text-embedding-ada-002")
                similarity_score = cosine_similarity(effect_embedding, target_embedding)

                if similarity_score > 0.89 and fault_id != target_fault['unique_id']:
                    # Benzerlik eşiği ve kendini tetiklemeyi engelleme
                    affected_faults.append(target_fault['unique_id'])
                    print(f"Arıza {fault_id} ({fault['isim']}) tahmin edilen etkiyle {target_fault['isim']} arızasını tetikleyebilir.")

            # Arıza etkileşimlerini ağı ekleme
            for affected_fault in affected_faults:
                if affected_fault not in G.nodes or fault_id not in G.nodes or not nx.has_path(G, affected_fault, fault_id):
                    G.add_edge(fault_id, affected_fault)
                else:
                    print(f"Döngü engellendi: {fault_id} -> {affected_fault}")

    except Exception as e:
        print(f"Hata oluştu, devam ediliyor: {str(e)}")
        continue
```

Şekil 41. Arıza etkileşimlerinin belirlenmesi kodu: 3. Bölüm

Şekil 42’de verilen kod parçası, makine dairesindeki arızalar arasındaki etkileşimlerin analiz edilmesi ve bu etkileşimlerin Excel’de sayısal olarak hem de resim formatında sunulmasını amaçlamaktadır. Kod, öncelikle her arıza için, o arızanın etkilediği diğer arızaları ve kendisinin etkilendiği arızaları tespit eder. Bu tespit edilen etkileşimler, her arıza için toplam etkileme ve etkilenme oranları hesaplanarak bir veri çerçevesine eklenir. Arızalar ve etkileşimlerine ilişkin bu veriler, daha sonra bir Excel dosyasına kaydedilmekte ve tablo halinde sunulmaktadır.

```

# Tüm arızalar için etkilediği ve etkilendiği arızaları belirleme
for _, fault in faults_df.iterrows():
    fault_id = fault['unique_id']
    affected_faults = list(G.successors(fault_id)) if fault_id in G.nodes else []
    predecessors_faults = list(G.predecessors(fault_id)) if fault_id in G.nodes else []

    total_affected_faults = len(affected_faults)
    total_predecessors = len(predecessors_faults)

    # Arıza başına verileri toplama
    new_result = pd.DataFrame({
        'Arıza': [fault_id.split('_')[0]],
        'Toplam Etkileme Oranı': [total_affected_faults],
        'Toplam Etkilenme Oranı': [total_predecessors],
        'Etkilediği Arızalar': [' ', '.join([af.split('_')[0] for af in affected_faults
        ])],
        'Etkilendiği Arızalar': [' ', '.join([pred.split('_')[0] for pred in
        predecessors_faults])]
    })

    df_results = pd.concat([df_results, new_result], ignore_index=True)

# Sonuçlar kaydedildiğinde Excel dosyasını güncelleme
if not df_results.empty:
    df_results.to_excel(output_file, index=False, sheet_name='Arıza Etkileşimleri')

    print("Sonuçlar başarıyla kaydedildi.")
else:
    print("Kaydedilecek veri bulunamadı.")

# Bayes ağını görselleştirme
if len(G.edges()) > 0:
    plt.figure(figsize=(20, 15))
    pos = nx.spring_layout(G, k=0.15, iterations=30)
    nx.draw(G, pos, with_labels=True, node_size=600, node_color="lightblue", font_size=
    =8, font_weight="bold")

    edges = G.edges()
    nx.draw_networkx_edges(G, pos, edgelist=edges, edge_color='red')

    plt.title("Arızalar Arası Etkileşim Bayes Ağı")
    plt.savefig('C:/Users/bedir/Desktop/bayes-markov/fault_interaction_network.png',
    format='PNG')
    plt.close()

    print("Arızalar arası etkileşim ağı başarıyla görselleştirildi ve kaydedildi.")
else:
    print("Hiçbir etkileşim bulunamadı.")

```

Şekil 42. Arıza etkileşimlerinin belirlenmesi kodu: 4. Bölüm

Etkileşimlerin görselleştirilmesi aşamasında ise, NetworkX kütüphanesi kullanılarak bir Bayes Ağı oluşturulur. Ağı oluşturan düğümler, arızaları temsil ederken, kenarlar arızalar arasındaki etkileşimleri göstermektedir. Bu ağ yapısı, grafiksel olarak çizilip bir PNG dosyası olarak kaydedilmekte ve görselleştirilen bu ağ, arızalar arasındaki ilişkilerin kolayca anlaşılmasını sağlamaktadır. Eğer herhangi bir etkileşim tespit edilmezse, bu durum kullanıcıya rapor edilir. Kod, sonuç olarak arızalar arasındaki etkileşimlerin hem sayısal hem de görsel analiziyle sistemin genel arıza yapısını ve etkileşimlerini ortaya koyar.

Bu bölümde verilen kodun bütün olarak çalıştırılması sonucunda, gemi makine sistemlerinde yaşanan olası arızalar arasındaki potansiyel etkileşimler analiz edilerek kapsamlı sonuçlar elde edilmiştir. Arızaların birbirini tetikleyip tetiklemeyeceği, OpenAI'nın

embedding (gömme) modeline dayalı olarak metin benzerliği ile hesaplanmış ve bu ilişkiler bir Bayes Ağı kullanılarak görsel olarak sunulmuştur. Bayes Ağı, düğümler aracılığıyla arızaları, kenarlar aracılığıyla ise bu arızalar arasındaki etkileşimleri temsil etmiştir. Bahsekonu görsel Bulgular ve Tartışma bölümünde sunulmuştur. Ayrıca, her bir arızanın tetiklediği ya da etkilendiği diğer arızalar tespit edilerek Excel dosyasına kaydedilmiştir.

2.5. Arıza Olasılıklarının Hesaplanması

Bu çalışmada, sistemde meydana gelen arızaların birbirlerini nasıl etkilediği yönlü bir grafik yapısı ile modellenmiş ve bu yapı üzerinde arıza olasılıklarının hesaplanması amaçlanmıştır. Her bir arızanın doğrudan veya dolaylı olarak tetiklediği ya da etkilendiği diğer arızalar üzerinden olasılıksal yayılımı dikkate alınmıştır. Bu kapsamda, uygun hesaplama yönteminin belirlenmesi sürecinde iki yaklaşım değerlendirilmiştir: Bayes Teoremi ve rekürsif olasılık hesaplama yöntemi.

Bayes Teoremi, koşullu olasılıkların hesaplanmasında teorik olarak güçlü bir temele sahiptir. Ancak bu yöntem, olaylar arası istatistiksel bağıntıların gözlemsel verilere dayanarak hesaplanmasını gerektirir. Kullanılan veri setinde yalnızca arızalar arasındaki yönlü ilişkiler bulunmakta, bu ilişkilerin gerçekleşme sıklıklarına ya da koşullu olasılık değerlerine dair herhangi bir bilgi yer almamaktadır. Bu nedenle Bayes yönteminin uygulanabilirliği veri düzeyinde sınırlıdır. Buna rağmen, yöntem performans açısından da test edilmiştir. Yapılan denemelerde, Bayes hesaplamalarının sürekli olarak güncellenen olasılık değerleri nedeniyle bellek kullanımını aşırı derecede artırdığı ve hesaplama sürecinde bilgisayarın yanıt vermeyerek kapanmasına neden olduğu gözlemlenmiştir.

Bu sınırlamalar doğrultusunda, rekürsif olasılık hesaplama yöntemi tercih edilmiştir. Bu yöntemde, her bir arıza için etkilediği veya etkilendiği diğer arızaların güncel olasılıkları üzerinden hesaplama yapılır. Hesaplama, yönlü grafik yapısındaki tüm bağlantıları takip ederek etkilerin zincirleme yayılmasını dikkate alır. Böylece yalnızca doğrudan değil, dolaylı etkiler de hesaba katılır. Rekürsif yapı, olasılık yayılımını mantıksal olarak modellenilebilir ve hesaplama açısından kontrol edilebilir bir biçimde yürütmeyi mümkün kılar. Aşağıda etkilenme olasılığı en yüksek bulunan 8 numaralı arıza (Krank Milinde Yağ Sızıntısı) için olasılık hesaplama örneği verilmiştir.

A_8 , 8 numaralı arıza; E_8 , 8 numaralı arızayı etkileyen arızalar kümesi; $\hat{P}_{geri}(A_8)$, 8 numaralı arızanın hesaplanmak istenen etkilenme olasılığı; $P_0 = 0.5$, başlangıç olasılığı (sabit) ; $N = 222$, toplam arıza sayısı; $\sum P_0 = N \cdot P_0 = 111$, sistem toplam başlangıç olasılığı; $\hat{P}(A_j)$, arıza A_j 'nin (etkileyen arıza) olasılığı olmak üzere:

8 numaralı arıza toplam 20 arızadan etkilenmekte olup bu arızalar; $\hat{P}(A_5) = 0,002577$, $\hat{P}(A_6) = 0,002571$, $\hat{P}(A_7) = 0,002574$, $\hat{P}(A_{11}) = 0$, $\hat{P}(A_{12}) = 0$, $\hat{P}(A_{19}) = 0,005125$, $\hat{P}(A_{23}) = 0$, $\hat{P}(A_{46}) = 0$, $\hat{P}(A_{61}) = 0,002567$, $\hat{P}(A_{63}) = 0,005128$, $\hat{P}(A_{64}) = 0$, $\hat{P}(A_{67}) = 0,001279$, $\hat{P}(A_{71}) = 0$, $\hat{P}(A_{78}) = 0,000003$, $\hat{P}(A_{79}) = 0$, $\hat{P}(A_{85}) = 0,001279$, $\hat{P}(A_{100}) = 0,002558$, $\hat{P}(A_{101}) = 0,001289$, $\hat{P}(A_{146}) = 0,000003$, $\hat{P}(A_{198}) = 0$ olasılık değerlerine sahiptir. 8 numaralı arızanın etkilenme olasılığı hesap formülü 15 numaralı denklemde, hesap sonucu ise 16 numaralı denklemde görülmektedir.

$$\hat{P}_{geri}(A_8) = \frac{\sum \hat{P}(A_j)}{\sum P_0} \cdot P_0 \quad (15)$$

$$\hat{P}_{geri}(A_8) = \frac{0.02667}{111} \cdot 0.5 = 0.0001202 \quad (16)$$

Bu bağımlılık ilişkilerini tespit etmek ve değerlendirmek için yazılan kod, bu hesaplamaları gerçekleştirdikten sonra özellikle en yüksek olasılıklara sahip arızalar için hiyerarşik yapıları grafikler aracılığıyla görselleştirir. Böylece, sistemin en kritik arızaları ve bu arızaların tetikleme potansiyeli olan diğer arızalar arasındaki etkileşimler daha net bir şekilde anlaşılabilir hale gelir. Ayrıca, hesaplanan sonuçlar Excel dosyasına kaydedilerek hem ileri hem de geri olasılıkların karşılaştırılması ve kapsamlı analizlerin yapılması sağlanmaktadır. Bu işlemleri gerçekleştirme amacıyla yazılan kodun çeşitli bölümleri ve bu bölümlerin gerçekleştirdiği spesifik işlemler aşağıda ayrıntılı bir şekilde açıklanmaktadır.

Şekil 43'de görülmekte olan kod parçası, bir arızanın olasılığını, tetiklediği diğer arızalar üzerinden hesaplamaya yönelik bir fonksiyon içermektedir. "calculate_individual_probability" adı verilen bu fonksiyon, belirli bir arıza numarasına bağlı olarak ilgili arızanın olasılığını güncelleyerek nihai olasılık değerini sağlar. Fonksiyonun ilk adımı, söz konusu arıza numarasının daha önce hesaplanıp hesaplanmadığını kontrol etmektir. Eğer arızanın olasılığı daha önce hesaplanmışsa,

fonksiyon doğrudan güncellenmiş olasılık değerini geri döndürür. Ancak, eğer hesaplanmamışsa ve arıza bir döngü içinde ziyaret ediliyorsa, varsayılan olarak başlangıç olasılığı olan 0,5 değeri geri döndürülmektedir. Bu durum, olasılık hesaplaması yapılırken döngülerin yaratacağı belirsizliklerin önüne geçmeyi amaçlar.

```
import pandas as pd
import networkx as nx
import matplotlib.pyplot as plt

def calculate_individual_probability(fault_number, trigger_dict, initial_probs,
updated_probs, visited):
    if fault_number in updated_probs:
        return updated_probs[fault_number]

    if fault_number in visited:
        return initial_probs.get(fault_number, 0.5)

    visited.add(fault_number)

    triggered_faults = trigger_dict.get(fault_number, [])
    total_prob = 0

    for fault in triggered_faults:
        if fault not in updated_probs:
            total_prob += calculate_individual_probability(fault, trigger_dict,
initial_probs, updated_probs, visited)
        else:
            total_prob += updated_probs[fault]

    if total_prob > 0:
        updated_prob = (total_prob * initial_probs.get(fault_number, 0.5)) / sum(
initial_probs.values())
    else:
        updated_prob = initial_probs.get(fault_number, 0.5)

    updated_probs[fault_number] = updated_prob
    visited.remove(fault_number)
    return updated_prob
```

Şekil 43. Arıza olasılıklarının hesaplanması kodu: 1. Bölüm

Eğer arıza daha önce hesaplanmamışsa ve bir döngü içinde değilse, ilgili arızanın tetiklediği diğer arızaların olasılıkları üzerinden hesaplama devam eder. Bu aşamada, tetiklenen arızaların olasılıkları toplanarak bir toplam olasılık değeri elde edilir. Eğer bu toplam olasılık sıfırdan büyükse, arızanın olasılığı, tetiklenen arızaların toplam olasılığı ile başlangıç olasılığı dikkate alınarak güncellenir. Aksi durumda, yani tetiklenen arızaların olasılık toplamı sıfır olduğunda, varsayılan olasılık değeri kullanılmaya devam edilir. Güncellenen olasılık değeri, hesaplanan olasılıkların saklandığı bir sözlüğe kaydedilir ve böylece bir sonraki hesaplamada yeniden işlenmesine gerek kalmaz. Bu yöntem, arızaların birbirleri üzerindeki tetikleyici etkilerine dayalı olarak olasılıkların dinamik bir şekilde güncellenmesini ve optimize edilmesini sağlamaktadır.


```

def calculate_probabilities(data):
    trigger_dict = {}
    for index, row in data.iterrows():
        fault_number = row['ariza_no']
        triggered_faults = row['Etkilediği Arızalar']
        if pd.isna(triggered_faults):
            triggered_fault_list = []
        elif isinstance(triggered_faults, str):
            triggered_fault_list = [int(fault) for fault in triggered_faults.split(', ') if fault.isdigit()]
        elif isinstance(triggered_faults, (int, float)):
            triggered_fault_list = [int(triggered_faults)]
        else:
            triggered_fault_list = []
        trigger_dict[fault_number] = triggered_fault_list

    initial_probs = {row['ariza_no']: 0.5 for index, row in data.iterrows()}
    updated_probs = {}

    for fault_number in initial_probs.keys():
        if fault_number not in updated_probs:
            calculate_individual_probability(fault_number, trigger_dict, initial_probs, updated_probs, set())

    return updated_probs

def calculate_reverse_probability(fault_number, affected_dict, initial_probs, updated_probs, visited):
    if fault_number in updated_probs:
        return updated_probs[fault_number]

    if fault_number in visited:
        return initial_probs.get(fault_number, 0.5)

    visited.add(fault_number)

    affecting_faults = affected_dict.get(fault_number, [])
    total_prob = 0

    for fault in affecting_faults:
        if fault not in updated_probs:
            total_prob += calculate_reverse_probability(fault, affected_dict, initial_probs, updated_probs, visited)
        else:
            total_prob += updated_probs[fault]

    if total_prob > 0:
        updated_prob = (total_prob * initial_probs.get(fault_number, 0.5)) / sum(initial_probs.values())
    else:
        updated_prob = initial_probs.get(fault_number, 0.5)

    updated_probs[fault_number] = updated_prob
    visited.remove(fault_number)
    return updated_prob

```

Şekil 44. Arıza olasılıklarının hesaplanması kodu: 2. Bölüm

Şekil 44’de verilen kodda bulunan “calculate_probabilities” fonksiyonu bir arızanın tetiklediği diğer arızalar üzerinden olasılık hesaplamak amacıyla tasarlanmıştır. İlk adımda, her arızanın hangi diğer arızaları tetiklediğini belirlemek amacıyla bir sözlük (trigger_dict) oluşturulur. Arızalarla ilgili veriler hem sayısal hem de metinsel formatta olabileceğinden, bu veriler uygun şekilde işlenir. Örneğin, tetiklenen arızalar listesi boş olduğunda ya da veriler uygun formatta olmadığında, listeye gerekli düzenlemeler yapılır. Fonksiyon her arıza için başlangıç olasılığını 0,5 olarak atar ve bu değerler initial_probs isimli bir sözlükte

saklanır. Ardından, “calculate_individual_probability” fonksiyonu çağrılarak, her bir arızanın tetikleme olasılığı hesaplanır. Eğer bir arızanın olasılığı daha önce hesaplanmışsa, bu değer “updated_probs” adlı sözlükte saklanır ve yeniden hesaplanması gerekmez. Bu süreç, arızalar arasındaki tetikleme ilişkilerine dayalı olarak olasılıkların dinamik şekilde güncellenmesini sağlar.

“calculate_reverse_probability” fonksiyonu ise bir arızanın diğer arızalar tarafından tetiklenme olasılığını hesaplar. Bu işlemde, her bir arızanın kendisini etkileyen diğer arızalara bağlı olasılığı hesaplanır. Fonksiyon, etkileyen arızaların olasılıklarını toplamak için “affected_dict” adlı bir sözlük kullanır. Arızayı etkileyen diğer arızaların olasılıkları toplanarak bir toplam olasılık değeri elde edilir ve arızanın olasılığı bu değere göre güncellenir. Eğer bu toplam olasılık sıfırdan büyükse, olasılık güncellenir; toplam sıfır olduğunda ise varsayılan başlangıç olasılığı olan 0,5 değeri kullanılır. Güncellenen olasılıklar “updated_probs” sözlüğüne kaydedilir ve hesaplama sonuçları geri döndürülür.

Her iki fonksiyon da arızalar arasındaki bağımlılık ilişkilerine dayalı olarak olasılık hesaplamaları yapar. “calculate_probabilities” fonksiyonu, arızaların diğer arızaları tetikleme olasılıklarını değerlendirirken, “calculate_reverse_probability” fonksiyonu, arızaların diğer arızalar tarafından nasıl etkilendiğini hesaplamaya odaklanır.

Şekil 45’de görülen fonksiyon bir arızanın diğer arızalar tarafından nasıl etkilendiğini analiz ederek olasılıkları hesaplar. Öncelikle, veri kümesindeki her arıza için hangi arızaların onu etkilediğini belirlemek üzere bir sözlük (affected_dict) oluşturulur. Verilerde bir arızanın etkilendiği arızalar, string ya da sayısal formatta olabilir. Fonksiyon, bu verileri uygun bir şekilde işleyerek etkilenen arızalar listesini oluşturur. Eğer arıza başka arızalar tarafından etkilenmiyorsa, liste boş olur. Daha sonra, her arıza için başlangıç olasılığı 0,5 olarak belirlenir ve bu olasılıklar “initial_probs” adlı bir sözlükte saklanır. Olasılıkların güncellenmiş versiyonları “updated_probs” sözlüğüne kaydedilecektir. Her arıza için, “calculate_reverse_probability” fonksiyonu çağrılarak arızanın etkilenme olasılığı hesaplanır. Bu hesaplama, daha önce yapılmamışsa gerçekleştirilir ve sonuçlar “updated_probs” içine kaydedilir. Sonuç olarak, bu fonksiyon her arıza için diğer arızalar tarafından tetiklenme olasılıklarını hesaplayıp, güncellenmiş olasılıkları geri döndürür.

```

def calculate_reverse_probabilities(data):
    affected_dict = {}
    for index, row in data.iterrows():
        fault_number = row['ariza_no']
        affecting_faults = row['Etkilendiği Arızalar']
        if pd.isna(affecting_faults):
            affecting_fault_list = []
        elif isinstance(affecting_faults, str):
            affecting_fault_list = [int(fault) for fault in affecting_faults.split(', ') if fault.isdigit()]
        elif isinstance(affecting_faults, (int, float)):
            affecting_fault_list = [int(affecting_faults)]
        else:
            affecting_fault_list = []
        affected_dict[fault_number] = affecting_fault_list

    initial_probs = {row['ariza_no']: 0.5 for index, row in data.iterrows()}
    updated_probs = {}

    for fault_number in initial_probs.keys():
        if fault_number not in updated_probs:
            calculate_reverse_probability(fault_number, affected_dict, initial_probs, updated_probs, set())

    return updated_probs

```

Şekil 45. Arıza olasılıklarının hesaplanması kodu: 3. Bölüm

```

# Excel dosyasını yükleyin
file_path = r'C:\Users\bedir\Desktop\olasilik89\bayes_olasilik.xlsx'
data = pd.read_excel(file_path)

# Sütun adlarını temizle (boşlukları kaldır)
data.columns = data.columns.str.strip()

# Sütun adını yeniden adlandır
data = data.rename(columns={'Arıza No': 'ariza_no'})

# Olasılıkları hesapla (Etkilediği Arızalar)
updated_probs = calculate_probabilities(data)

# Ters olasılıkları hesapla (Etkilendiği Arızalar)
reverse_probs = calculate_reverse_probabilities(data)

# Sonuçları dataframe'e ekle
data['updated_probability_final'] = data['ariza_no'].map(updated_probs)
data['reverse_probability_final'] = data['ariza_no'].map(reverse_probs)

# 0.5 olan değerleri ele alalım
filtered_data = data[
    (data['updated_probability_final'] != 0.5) |
    (data['reverse_probability_final'] != 0.5)
]

filtered_data.loc[filtered_data['updated_probability_final'] == 0.5,
'updated_probability_final'] = 0
filtered_data.loc[filtered_data['reverse_probability_final'] == 0.5,
'reverse_probability_final'] = 0

```

Şekil 46. Arıza olasılıklarının hesaplanması kodu: 4. Bölüm

Şekil 46’da verilen kod, bir Excel dosyasındaki arızalarla ilgili verileri alarak, her arızanın diğer arızalar üzerindeki etkisini (tetikleme olasılığı) ve bu arızalardan nasıl etkilendiğini (ters olasılık) hesaplar. İlk olarak, veriler Excel’den okunur ve sütun adları düzenlenir. Daha sonra, her bir arızanın diğer arızaları tetikleme olasılıkları ve diğer arızalardan etkilenme olasılıkları hesaplanır. Bu olasılıklar, ilgili arıza numaralarıyla

eşleştirilerek DataFrame'e eklenir. Son olarak, olasılık değeri 0,5 olan veriler filtrelenir ve bu değerler sıfıra dönüştürülerek analiz için daha anlamlı hale getirilir.

```
# Tüm hiyerarşiyi çizmek için yardımcı fonksiyon
def plot_full_hierarchy(data, root_fault, column_name, title_prefix,
output_path_prefix):
    G = nx.DiGraph()
    stack = [root_fault]
    visited = set()

    while stack:
        current = stack.pop()
        if current in visited:
            continue
        visited.add(current)
        G.add_node(current)
        if column_name == 'updated_probability_final':
            related_faults = data.loc[data['ariza_no'] == current, 'Etkilediği
Arızalar'].values[0]
        else:
            related_faults = data.loc[data['ariza_no'] == current, 'Etkilendiği
Arızalar'].values[0]

        if isinstance(related_faults, str) and related_faults.strip():
            related_faults = [int(fault) for fault in related_faults.split(' ') if
fault.isdigit()]

        if isinstance(related_faults, list) and len(related_faults) > 0:
            for fault in related_faults:
                if fault not in visited:
                    G.add_edge(current, fault)
                    stack.append(fault)

    pos = nx.spring_layout(G, k=1.0, iterations=50)
    plt.figure(figsize=(12, 8))
    nx.draw(G, pos, with_labels=True, node_size=2000, node_color='lightblue',
font_size=12, font_weight='bold', edge_color='gray')
    plt.title(f"{title_prefix} - Arıza No: {root_fault}")
    plt.savefig(f"{output_path_prefix}_{root_fault}.png")
    plt.close()

# En yüksek 3 olasılığa sahip arızalar için hiyerarşi
def plot_top_hierarchies(data, column_name, title_prefix, output_path_prefix):
    top_faults = data.nlargest(3, column_name)['ariza_no'].tolist()
    for fault_number in top_faults:
        plot_full_hierarchy(data, fault_number, column_name, title_prefix,
output_path_prefix)

# En yüksek tetikleme olasılıklarına sahip arızalar için hiyerarşi
plot_top_hierarchies(filtered_data, 'updated_probability_final', 'En Yüksek Tetikleme
Olasılığına Sahip Arızalar', r'C:\Users\bedir\Desktop\olasilik89\updated_hierarchy')

# En yüksek etkilenme olasılıklarına sahip arızalar için hiyerarşi
plot_top_hierarchies(filtered_data, 'reverse_probability_final', 'En Yüksek Etkilenme
Olasılığına Sahip Arızalar', r'C:\Users\bedir\Desktop\olasilik89\reverse_hierarchy')

# Sonucu Excel olarak kaydetmek isterseniz
output_cleaned_path =
r'C:\Users\bedir\Desktop\olasilik89\guncellenmis_olasiliklar_cleaned.xlsx'
filtered_data.to_excel(output_cleaned_path, index=False)

print(f"Dosya kaydedildi: {output_cleaned_path}")
```

Şekil 47. Arıza olasılıklarının hesaplanması kodu: 5. Bölüm

Şekil 47’de sunulan kod, arızalar arasındaki tetikleme ve etkilenme olasılıklarına dayalı ilişkileri grafiksel olarak görselleştiren ve bu sonuçları kaydeden bir yapıyı oluşturur. İlk olarak, “plot_full_hierarchy” fonksiyonu, seçilen bir kök arızadan başlayarak bu arızanın diğer arızalarla olan bağımlılık ilişkilerini yönlü bir grafik şeklinde çizer. Bu grafik, arızanın

diğer arızaları tetikleme veya bu arızalardan etkilenmesi durumlarını gösterir ve sonuç PNG dosyası olarak kaydedilir. “plot_top_hierarchies” fonksiyonu ise en yüksek tetikleme ve etkilenme olasılıklarına sahip 3 arızayı seçip, bu arızalar için hiyerarşi grafikleri oluşturur. Son olarak, hesaplanan olasılıklar ve grafikler, ilgili dosyalara kaydedilir ve böylece arızalar arasındaki ilişkilerin analiz edilmesi sağlanır.

Tüm kodun çalışması sonucunda, bir sistemdeki arızalar arasındaki tetikleme ve etkilenme olasılıkları hesaplanır ve bu olasılıklar kullanılarak arızalar arasındaki ilişkiler görselleştirilir. Her arıza için, diğer arızaları tetikleme ve diğer arızalardan etkilenme olasılıkları belirlenir. Olasılığı 0,5 olan, yani belirsiz durumdaki arızalar filtrelenip sıfıra dönüştürülerek daha anlamlı sonuçlar elde edilir. En yüksek tetikleme ve etkilenme olasılıklarına sahip arızalar için, arızalar arasındaki hiyerarşik ilişkiler yönlü grafikler halinde çizilir. Son olarak, bu hesaplanan olasılıklar ve oluşturulan grafikler, hem Excel hem de PNG dosyaları olarak kaydedilir, böylece sistemdeki arızaların nasıl etkileşimde bulunduğu hem sayısal hem de görsel olarak analiz edilebilir hale gelir.

2.6. Arızaların Sınıflandırılması

Bu bölümde, bir Excel dosyasından olasılık verilerini okuyarak bir SQLite veritabanında bulunan makine dairesi arıza verileri tablosunun güncellenmesi için yazılan kod anlatılmaktadır. Kod, olasılık değerlerini normalize ettikten sonra, bu olasılık değerlerine dayalı olarak belirli renk kodlarını atar. Bu işlem, her bir arıza için olasılık değerlerinin renk skalasına göre görselleştirilmesini sağlar. Renk skalası, olasılığın büyüklüğüne göre (Kırmızı, Turuncu, Sarı, Yeşil, Mavi, Beyaz) atanır. Kod, yeni sütunları ekleyerek (etkilenme_renk ve etkileme_renk) güncellemeleri yapar ve NULL değerleri "Beyaz" olarak ayarlar. Son olarak, güncellemeler veritabanına kaydedilir.

Şekil 48’de verilen kod parçası, bir SQLite veritabanında bulunan “makine_dairesi_ariza_verileri” adlı tabloya yeni sütunlar eklemek için kullanılır. İlk olarak, etkilenme_renk adında bir sütun eklemeye çalışır. Eğer bu sütun zaten mevcutsa, bir sqlite3.OperationalError hatası verir; ancak kod bu hatayı yakalayıp üzerinde herhangi bir işlem yapmadan geçer (yani, programın akışını bozmadan devam eder). Aynı mantıkla, ikinci sütun olan etkileme_renk de tabloya eklenir. Eğer bu sütun da zaten varsa, hata yakalanır ve geçilir. Bu işlemler, tabloda henüz bulunmayan iki sütunu eklemeyi hedefler ve hata oluşsa dahi kodun çalışmasını durdurmaktan ilerler.


```

import pandas as pd
import sqlite3

# Excel dosyasını okuma
excel_file = 'C:/Users/bedir/Desktop/renk/guncellenmis_olasiliklar_cleaned.xlsx'
df = pd.read_excel(excel_file)

# Veritabanına bağlanma
db_file = 'C:/Users/bedir/Desktop/renk/ariza_database.db'
conn = sqlite3.connect(db_file)
cursor = conn.cursor()

# Veritabanında sütunları ekleme (eğer yoksa)
try:
    cursor.execute("ALTER TABLE makine_dairesi_ariza_verileri ADD COLUMN etkilenme_renk TEXT")
except sqlite3.OperationalError:
    pass # Sütun zaten varsa hata verir, hatayı pass geçme

try:
    cursor.execute("ALTER TABLE makine_dairesi_ariza_verileri ADD COLUMN etkileme_renk TEXT")
except sqlite3.OperationalError:
    pass # Sütun zaten varsa hata verir, hatayı pass geçme

```

Şekil 48. Arızaların sınıflandırılması kodu: 1. Bölüm

Şekil 49’de verilen kod parçası, bir SQLite veritabanında bulunan arıza verileri tablosuna dayalı olarak, olasılık değerlerine göre renk kodlarını belirleyip bu renkleri tabloya ekleyerek güncelleme işlevini gerçekleştirir. İlk adımda, olasılık değerlerinin belirli bir aralığa göre değerlendirilmesini sağlayan “get_color” adlı bir fonksiyon tanımlanır. Bu fonksiyon, her olasılık değeri için bir renk atar: yüksek olasılıklar için "Kırmızı", orta düzeyde olasılıklar için "Turuncu", "Sarı", "Yeşil" gibi renkler atanırken, düşük olasılıklar için "Mavi" ve olasılık değeri bulunmayan durumlar için varsayılan olarak "Beyaz" rengi döndürülür.

Daha sonra, Excel'den okunan “updated_probability_final” ve “reverse_probability_final” sütunlarındaki olasılık verileri normalize edilerek 0 ile 1 arasında yeniden ölçeklendirilir. Bu işlem, olasılık değerlerinin tabloya daha uyumlu bir şekilde eklenebilmesini sağlar. Her satırdaki arıza numarası kullanılarak, olasılık değerleri ile ilgili renkler belirlenir ve veri tabanındaki “etkilenme_renk” ve “etkileme_renk” adlı iki yeni sütuna bu renkler eklenir.

Son olarak, veri tabanındaki NULL değerlerin hepsi, hem “etkilenme_renk” hem de “etkileme_renk” sütunlarında "Beyaz" olarak güncellenir. Bu işlemler tamamlandıktan sonra, veri tabanına yapılan tüm değişiklikler kaydedilir ve veritabanı bağlantısı güvenli bir şekilde kapatılır. Kodun sonunda, güncelleme işleminin başarıyla tamamlandığını bildiren bir mesaj ekrana yazdırılır, böylece kullanıcıya işlem sonucunun başarıyla gerçekleştirildiği

bilgisi verilir. Bu yapı, olasılık bazlı verilerin görselleştirilmesini ve veritabanında daha anlamlı bir biçimde işlenmesini sağlar.

```
# Olasılıklara göre renk kodları
def get_color(probability):
    if probability >= 0.5:
        return "Kırmızı"
    elif probability >= 0.35:
        return "Turuncu"
    elif probability >= 0.25:
        return "Sarı"
    elif probability >= 0.15:
        return "Yeşil"
    elif probability > 0:
        return "Mavi"
    else:
        return "Beyaz"

# Olasılıkları normalize etme (0-1 arası)
df['updated_probability_final'] = df['updated_probability_final'] / df[
    'updated_probability_final'].max()
df['reverse_probability_final'] = df['reverse_probability_final'] / df[
    'reverse_probability_final'].max()

# Her bir ariza_no için güncelleme işlemi
for index, row in df.iterrows():
    ariza_no = row['ariza_no'] # Burada sütun adı olarak 'ariza_no' kullanılıyor
    etkilenme_olasilik = row.get('updated_probability_final', None)
    etkileme_olasilik = row.get('reverse_probability_final', None)

    etkilenme_renk = get_color(etkilenme_olasilik) if etkilenme_olasilik is not None
    else "Beyaz"
    etkileme_renk = get_color(etkileme_olasilik) if etkileme_olasilik is not None else
    "Beyaz"

    cursor.execute("""
        UPDATE makine_dairesi_ariza_verileri
        SET etkilenme_renk = ?,
            etkileme_renk = ?
        WHERE id = ?
    """, (etkilenme_renk, etkileme_renk, ariza_no))

# Null değerleri "Beyaz" olarak güncelle
cursor.execute("""
    UPDATE makine_dairesi_ariza_verileri
    SET etkilenme_renk = 'Beyaz'
    WHERE etkilenme_renk IS NULL
""")
cursor.execute("""
    UPDATE makine_dairesi_ariza_verileri
    SET etkileme_renk = 'Beyaz'
    WHERE etkileme_renk IS NULL
""")

# Değişiklikleri kaydet ve bağlantıyı kapat
conn.commit()
conn.close()

print("Veritabanı güncelleme işlemi tamamlandı.")
```

Şekil 49. Arızaların sınıflandırılması kodu: 2. Bölüm

Şekil 50’de güncellenmiş arızalar tablosunun ekran görüntüsü görülmektedir.

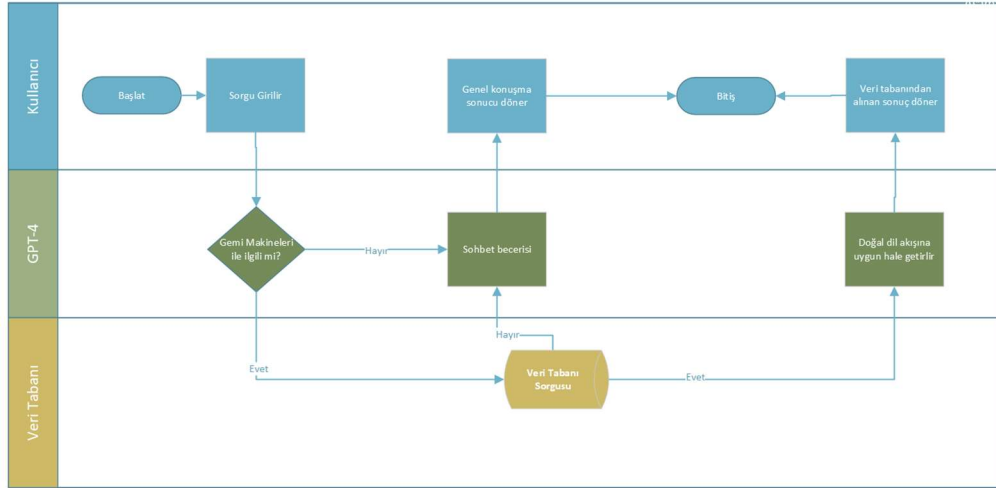
i	ame	etiklenme_seviyesi	etiklenme_Seviyesi
1	r, motoru...	1 arızanın diğer arızalar tarafından oluşma(tetiklenme) potansiyeli renk bazında: Yeşil	arızanın diğer arızaları tetikleme potansiyeli renk bazında: Beyaz
2	nsında ...	0 arızanın diğer arızalar tarafından oluşma(tetiklenme) potansiyeli renk bazında: Beyaz	arızanın diğer arızaları tetikleme potansiyeli renk bazında: Beyaz
3	ı aşırı ...	1 arızanın diğer arızalar tarafından oluşma(tetiklenme) potansiyeli renk bazında: Yeşil	arızanın diğer arızaları tetikleme potansiyeli renk bazında: Turuncu
4	yag ...	1 arızanın diğer arızalar tarafından oluşma(tetiklenme) potansiyeli renk bazında: Yeşil	arızanın diğer arızaları tetikleme potansiyeli renk bazında: Beyaz
5	ımanen ...	1 arızanın diğer arızalar tarafından oluşma(tetiklenme) potansiyeli renk bazında: Yeşil	arızanın diğer arızaları tetikleme potansiyeli renk bazında: Sarı
6		1 arızanın diğer arızalar tarafından oluşma(tetiklenme) potansiyeli renk bazında: Mavi	arızanın diğer arızaları tetikleme potansiyeli renk bazında: Yeşil
7	run diğer...	1 arızanın diğer arızalar tarafından oluşma(tetiklenme) potansiyeli renk bazında: Mavi	arızanın diğer arızaları tetikleme potansiyeli renk bazında: Yeşil
8	ınması...	1 arızanın diğer arızalar tarafından oluşma(tetiklenme) potansiyeli renk bazında: Yeşil	arızanın diğer arızaları tetikleme potansiyeli renk bazında: Kırmızı
9	de, motor...	1 arızanın diğer arızalar tarafından oluşma(tetiklenme) potansiyeli renk bazında: Beyaz	arızanın diğer arızaları tetikleme potansiyeli renk bazında: Beyaz
10	dengesiz ...	0 arızanın diğer arızalar tarafından oluşma(tetiklenme) potansiyeli renk bazında: Beyaz	arızanın diğer arızaları tetikleme potansiyeli renk bazında: Beyaz
11	ı ağılama ...	1 arızanın diğer arızalar tarafından oluşma(tetiklenme) potansiyeli renk bazında: Kırmızı	arızanın diğer arızaları tetikleme potansiyeli renk bazında: Beyaz
12	ı milinin ...	1 arızanın diğer arızalar tarafından oluşma(tetiklenme) potansiyeli renk bazında: Sarı	arızanın diğer arızaları tetikleme potansiyeli renk bazında: Beyaz
13	ı lamasma, ...	1 arızanın diğer arızalar tarafından oluşma(tetiklenme) potansiyeli renk bazında: Beyaz	arızanın diğer arızaları tetikleme potansiyeli renk bazında: Mavi
14	run aşırı ...	1 arızanın diğer arızalar tarafından oluşma(tetiklenme) potansiyeli renk bazında: Beyaz	arızanın diğer arızaları tetikleme potansiyeli renk bazında: Turuncu
15	irler, yan...	0 arızanın diğer arızalar tarafından oluşma(tetiklenme) potansiyeli renk bazında: Beyaz	arızanın diğer arızaları tetikleme potansiyeli renk bazında: Beyaz
16	ı tırlara ve ...	1 arızanın diğer arızalar tarafından oluşma(tetiklenme) potansiyeli renk bazında: Beyaz	arızanın diğer arızaları tetikleme potansiyeli renk bazında: Mavi

Şekil 50. Arızaların sınıflandırılması sonrası arızalar tablosu

2.7. Uzman Sistemin Oluşturulması

Bu bölümde, gemi makine sistemlerinde meydana gelen arızalar hakkında danışmanlık veren, çözüm önerileri sunan, aynı zamanda gelecekte oluşabilecek arızaları tahmin eden bir uzman sistem oluşturulmaktadır. “ShipMach. Expert” isimli bu sistem kullanıcının yazdığı mesajları doğal dil işleme (NLP) teknikleri kullanarak analiz eder ve bu mesajlardan terimler çıkararak arızaya dair anahtar bilgileri elde eder. Ardından, yerel bir SQLite veritabanında gemi makineleri ile ilgili arıza kayıtlarını sorgular ve kullanıcı mesajıyla en yüksek benzerliği taşıyan arıza kaydını bulur. Bu benzerlik ölçümü, Sentence-BERT modeli kullanılarak hesaplanır ve kullanıcının mesajıyla veritabanındaki kayıtlar arasındaki benzerlik skorlarına göre sonuçlar döndürülür.

Elde edilen arıza bilgileri, GPT-4 modeline gönderilerek doğal bir dilde kullanıcıya çözüm önerileri sunulur. Sistem, arızanın etkilerini ve çözüm yollarını detaylandırarak, kullanıcılara kolay anlaşılır bir şekilde yanıt verir. Aynı zamanda, kullanıcının mesajının gemi makineleriyle ilgili olup olmadığını kontrol etmek için GPT-4 modelinden yararlanır. Eğer kullanıcı mesajı gemi makineleri ile alakalıysa veritabanı sorgulaması yapılır; eğer değilse, GPT-4 doğrudan soruya genel bir yanıt verir. Sistem Flask web framework'ü ile sağlanan basit bir web arayüzü üzerinden kullanıcıların sisteme mesaj göndermesine ve arıza tanımları ile çözüm önerilerini almasına olanak tanımaktadır. ShipMach. Expert sisteminin işlevsel akış çizelgesi Şekil 51’de gösterilmektedir.



Şekil 51. ShipMach. Expert işlevsel akış çizelgesi

```

import webview
from flask import Flask, render_template, request, jsonify
import openai
import sqlite3
import spacy
import time
import threading
from sentence_transformers import SentenceTransformer, util

app = Flask(__name__)

# OpenAI API anahtarınızı buraya ekleyin
openai.api_key = "api anahtarı"

# SpaCy NLP modelinin yüklenmesi
nlp = spacy.load('en_core_web_lg')

# Sentence-BERT modelinin yüklenmesi
bert_model = SentenceTransformer('all-MiniLM-L6-v2')

# Mesaj geçmişini saklamak için bir değişken oluşturulur
chat_history = []

# Sistem mesajını belirlenir
SYSTEM_MESSAGE = (
    "Sen, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yapılan bir doktora tez çalışması kapsamında geliştirildin. "
    "Amacın, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yapılan doktora tez çalışmasına uygun olarak "
    "KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yapılan doktora tez çalışmasına uygun olarak "
    "gemi makine dairesindeki sistemlerde yaşanan arızalar için danışmanlık vermek, "
    "çözümler sunmak "
    "ve gelecekte oluşabilecek arızaları KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yapılan doktora tez çalışması kapsamında yapılandırıldığı modele göre sınıflandırmak ve tahmin etmeye çalışmak."
)

# Debug modu: Detaylı çıktıları görmek için True yapılır
debug_mode = True

# Performans izleme fonksiyonu
def log_time_taken(start_time, task_name, important_task=False):
    if important_task:
        end_time = time.time()
        duration = end_time - start_time
        print(f"{task_name} took {duration:.2f} seconds.")

```

Şekil 52. Uzman sistem tasarım kodu: 1. Bölüm

Şekil 52’de verilen kod parçası, bir Flask web uygulaması oluşturur ve çeşitli yapay zeka modellerini entegre eder. İlk olarak, OpenAI’nin GPT-4 API anahtarı belirlenir ve bu API ile iletişim kurularak sistem mesajları işlenir. Doğal dil işleme için SpaCy kütüphanesinden büyük bir İngilizce dil modeli yüklenir. Ayrıca, kullanıcı mesajları ve veritabanı kayıtları arasında metinsel benzerlik hesaplamak için Sentence-BERT modeli olan "all-MiniLM-L6-v2" yüklenir. Bu model, mesajların ve veritabanı kayıtlarının temsilini vektörler halinde oluşturur ve bu vektörler arasında benzerlik ölçümleri yapılmasını sağlar.

Kod parçası ayrıca, kullanıcıyla olan etkileşimleri saklamak için bir mesaj geçmişi değişkeni oluşturur. Sistem mesajı ise, bu uygulamanın temel amacını tanımlar: Gemi makine dairesindeki sistemlerdeki arızalar için danışmanlık vermek ve gelecekteki arızaları tahmin etmeye çalışmak. Bu sistem mesajı, kullanıcılara sunulacak yanıtları belirlemek için GPT-4 ile yapılan sohbetlerde temel çerçeve olarak kullanılır. Yani, kod parçası kullanıcılara gemi makine dairesindeki arızalar hakkında bilgi sağlayarak çözüm önerileri sunmaya ve bu arızaları gelecekte öngörmeye yönelik bir yapay zeka tabanlı destek sistemi geliştirmeyi amaçlamaktadır. Kodda bulunan Debug modu bölümü, hata ayıklama işlemlerini kolaylaştırmak amacıyla kullanılır. Eğer debug_mode değişkeni True olarak ayarlanmışsa, kod detaylı çıktıları sağlar. Performans izleme fonksiyonu olan “log_time_taken”, belirli bir görevin ne kadar sürdüğünü hesaplar ve eğer görev önemli olarak işaretlenmişse (important_task=True), süreyi ekrana yazdırır.

```
# Terimleri köklerine indirgeme ve gereksiz ekleri temizleme
def extract_terms(user_input):
    # Türkçe durak kelimeler listesini kullanarak gereksiz kelimelerin çıkarılması
    stopwords = nlp.Defaults.stop_words # SpaCy'nin Türkçe stopwords listesi

    # Kullanıcı girdisini analiz edilmesi
    doc = nlp(user_input)

    # Sadece isim (noun) ve özel isimlerin (proper noun) alınması ve durak
    kelimelerin filtrelmesi
    terms = [token.lemma_.lower() for token in doc if token.pos_ in ['NOUN', 'PROPN']
    and token.lemma_.lower() not in stopwords]

    # Gereksiz olan çok kısa kelimelerin veya bağlaçların çıkarılması
    terms = [term for term in terms if len(term) > 2]

    return terms

# Sentence-BERT ile benzerlik hesaplama
def calculate_similarity_bert(user_input, db_record_text):
    user_input_emb = bert_model.encode(user_input, convert_to_tensor=True)
    db_record_emb = bert_model.encode(db_record_text, convert_to_tensor=True)
    cosine_sim = util.pytorch_cos_sim(user_input_emb, db_record_emb)
    return cosine_sim.item()
```

Şekil 53. Uzman sistem tasarım kodu: 2. Bölüm

Şekil 53’de gösterilen kod bölümünde, terim çıkarma fonksiyonu (extract_terms), kullanıcı girdisini analiz ederek Türkçe durak kelimelerini (önemsiz kelimeleri) filtreler ve cümlelerin kök anlamını taşıyan terimleri çıkarır. SpaCy doğal dil işleme kütüphanesi kullanılarak yalnızca isim ve özel isimler alınır. Ayrıca, çok kısa kelimeler ve bağlaçlar gibi gereksiz parçalar da filtrelendir, böylece anlamlı terimler elde edilir. Benzerlik hesaplama fonksiyonu (calculate_similarity_bert) ise, kullanıcı girdisi ile veritabanındaki bir metin kaydı arasındaki benzerliği ölçer. Bu işlem, Sentence-BERT modeli kullanılarak yapılır. Hem kullanıcı girdisi hem de veritabanı kaydı, vektörlere dönüştürülür ve bu vektörler arasındaki kosinüs benzerliği hesaplanır. Sonuç olarak, metinler arasındaki benzerliğin ne kadar yüksek olduğunu ifade eden bir skor elde edilir.

```
# Veritabanı sorgusu ve benzerlik eşik değerine göre veriyi döndürme
def query_database_with_similarity_threshold(user_input, terms, similarity_threshold=
0.3):
    conn = sqlite3.connect('ariza_database.db')
    cursor = conn.cursor()

    # İlk sorgu: sadece isim sütununu alıyoruz
    query = "SELECT v.id, v.isim FROM makine_dairesi_ariza_verileri v"
    cursor.execute(query)
    results = cursor.fetchall()

    # En yüksek benzerlik skorunu tutacak değişkenler
    best_match_id = None
    best_similarity = 0

    # Kullanıcı girişi ile veritabanı kayıtları arasındaki benzerliği hesapla
    for result in results:
        record_id, isim = result # id ve isim alıyoruz
        similarity = calculate_similarity_bert(user_input, isim)

        # Benzerlik eşik değerini aşıyorsa en uygun sonucu kaydet
        if similarity > similarity_threshold and similarity > best_similarity:
            best_similarity = similarity
            best_match_id = record_id # En uygun kaydın ID'sini saklıyoruz

    # Eğer uygun bir eşleşme varsa, o kaydın diğer bilgilerini sorguluyoruz
    if best_match_id is not None:
        query = """
        SELECT v.isim, v.ariza_tanimi, v.cozum, v.tahmin_edilen_etki,
        v.etkileme_seviyesi, v.etkilenme_seviyesi
        FROM makine_dairesi_ariza_verileri v WHERE v.id = ?
        """
        cursor.execute(query, (best_match_id,))
        matched_record = cursor.fetchone()
        conn.close()

        if matched_record:
            isim, ariza_tanimi, cozum, tahmin_edilen_etki, etkilenme_seviyesi,
            etkileme_seviyesi = matched_record
            return {
                "isim": isim,
                "ariza_tanimi": ariza_tanimi,
                "cozum": cozum,
                "tahmin_edilen_etki": tahmin_edilen_etki,
                "etkileme_seviyesi": etkilenme_seviyesi,
                "etkilenme_seviyesi": etkileme_seviyesi
            }

    # Eğer eşik sağlanamazsa None döndür
    conn.close()
    return None
```

Şekil 54. Uzman sistem tasarım kodu: 3. Bölüm

Şekil 54’de görülen kod parçası, bir veritabanı sorgusu gerçekleştirir ve kullanıcı girdisine dayalı olarak belirlenen benzerlik eşik değerine göre sonuç döndürür. İlk olarak, SQLite veritabanına bağlantı kurulup bir cursor oluşturulur. Kullanıcının girdiği terimlere dayalı olarak, her terim için SQL LIKE koşulları oluşturulur ve bu koşullar birleştirilerek SQL sorgusunun WHERE kısmı inşa edilir. Ardından, veritabanı sorgusu çalıştırılır ve elde edilen sonuçlar liste şeklinde çekilir. Her sonuç için, kullanıcı girdisi ile veritabanındaki arıza ismi arasında benzerlik hesaplanır. Benzerlik hesaplaması, Sentence-BERT modeli kullanılarak yapılır ve sonuçlar kosinüs benzerliği skoru ile değerlendirilir. Eğer benzerlik skoru, belirtilen eşik değerden (örneğin, 0,3) yüksekse, ilgili arıza kaydı çözüm, etkilenme ve etkileme seviyesi gibi detaylarla birlikte döndürülür. Eğer hiçbir sonuç eşik değerini sağlamazsa, None değeri döndürülerek uygun bir eşleşmenin bulunmadığı belirtilir.

```
# GPT-4'ten yanıt alma fonksiyonu
def get_gpt_response(user_message, retries=3, delay=2):
    for i in range(retries):
        start_time = time.time()
        try:
            response = openai.ChatCompletion.create(
                model="gpt-4-turbo",
                messages=[
                    {"role": "system", "content": SYSTEM_MESSAGE},
                    {"role": "user", "content": user_message}
                ],
                temperature=0.5,
                max_tokens=800,
                stop=None,
                frequency_penalty=0.5,
                presence_penalty=0.5
            )
            content = response.choices[0].message['content']
            log_time_taken(start_time, "GPT-4 response generation", important_task=True)
            return content
        except openai.error.APIConnectionError as e:
            if i < retries - 1:
                time.sleep(delay)
            else:
                return "***Not:** Yanıtın alınmasında bir sorun yaşandı. Lütfen soruyu tekrar deneyin veya farklı bir şekilde sorun."
```

Şekil 55. Uzman sistem tasarım kodu: 4. Bölüm

Şekil 55’de sunulan kod parçası, GPT-4’ü kullanarak arıza ve çözüm bilgilerini derleyip, kullanıcılara doğal dilde yanıt sunma işlevini yerine getirir. İlk fonksiyon olan generate_response_with_gpt, veritabanından alınan arıza tanımı, çözüm, tahmin edilen etki, etkilenme seviyesi ve etkileme seviyesi gibi bilgileri bir araya getirir ve bunları kullanarak GPT-4’ten genel bir açıklama ister. Kullanıcıya sunulacak mesaj, bu bilgilerin GPT-4’e gönderilmesiyle oluşturulur.

İkinci fonksiyon olan `get_gpt_response`, kullanıcı mesajını alır ve GPT-4'ten yanıt döndürmek için birkaç deneme yapar. Eğer bir API bağlantı hatası oluşursa, belirli bir süre bekler ve birkaç denemeden sonra hala yanıt alamazsa, kullanıcıya hata mesajı gönderir. Ayrıca, bu fonksiyon, yanıtın ne kadar sürede oluşturulduğunu da `log_time_taken` fonksiyonuyla izler. Her iki fonksiyon da, GPT-4 ile yapılan konuşmayı yönetmek ve kullanıcılara doğru, kapsamlı yanıtlar sağlamak için tasarlanmıştır.

```
# GPT-4'e mesaj göndererek gemi makineleri ile alakalı olup olmadığını kontrol etme
def check_if_related_to_marine_engines_or_general(user_input):
    start_time = time.time()
    if debug_mode:
        print(f"Mesajın gemi makineleri ile ilgili olup olmadığını kontrol etme başlatıldı: {user_input}")

    response = openai.ChatCompletion.create(
        model="gpt-4-turbo",
        messages=[
            {"role": "system", "content": "Bu mesaj gemi makineleri, makine dairesi sistemleri, makine parçaları, motor arızaları, motor sistemleri, egzoz sıcaklığı, silindir çatlaması gibi gemi makine mühendisliği konularıyla ilgili mi? Eğer ilgiliyse 'evet' olarak yanıtla. İlgili değilse 'genel' olarak yanıtla."},
            {"role": "user", "content": user_input}
        ],
        temperature=0.5,
        max_tokens=400,
        stop=None
    )
    log_time_taken(start_time, "Marine engine or general detection", important_task=True)
    response_content = response.choices[0].message['content'].strip().lower()

    return response_content

@app.route('/')
def index():
    return render_template('index.html')

@app.route('/chat', methods=['POST'])
def chat():
    user_input = request.json.get("message")
    chat_history.append({"role": "user", "content": user_input})
```

Şekil 56. Uzman sistem tasarım kodu: 5. Bölüm

Şekil 56’da verilen kod parçası, kullanıcıdan alınan mesajın gemi makineleri ile ilgili olup olmadığını kontrol etmek için GPT-4’ü kullanır. İlk olarak, “`check_if_related_to_marine_engines_or_general`” fonksiyonu çalıştırılır ve kullanıcının mesajının gemi makineleri, makine sistemleri, motor arızaları gibi teknik konularla ilgili olup olmadığını belirlemek amacıyla GPT-4’e bir sorgu gönderilir. Mesajın içeriği GPT-4’e iletilir ve modelden "evet" ya da "genel" şeklinde bir yanıt beklenir. Yanıt, gemi makineleriyle ilgiliyse, sistem buna uygun olarak devam eder.

Fonksiyon aynı zamanda, ne kadar sürede sonuç üretildiğini izler ve sonuçları “log_time_taken” fonksiyonu ile kaydeder. Ayrıca, hata ayıklama modu etkinse, işlem sırasında detaylı çıktılar basılır. Sonrasında chat fonksiyonu, kullanıcıdan gelen mesajı alır ve bu mesajı sohbet geçmişine ekler. Bu, kullanıcı mesajını işlemek için başlatılan sürecin bir parçası olarak kullanıcının mesajını önce analiz etmeyi, ardından ilgili teknik konularda danışmanlık sunmayı amaçlar.

```
# GPT-4'e giderek sorunun gemi makineleri ile ilgili olup olmadığının kontrol edilmesi
response_content = check_if_related_to_marine_engines_or_general(user_input)
print(f"GPT-4'ün yanıtı: {response_content}") # Debug için GPT-4'ten gelen yanıtın yazdırılması

if "evet" in response_content: # Eğer gemi makineleri ile ilgiliyse veritabanı sorgusu yapılır
    # Kullanıcıdan terim çıkarılması
    terms = extract_terms(user_input)
    print(f"Kullanıcı terimleri: {terms}") # Hangi terimlerin çıkarıldığının görülmesi

    # Çıkarılan terimlere dayalı sorgu yapılması
    matched_record = query_database_with_similarity_threshold(user_input, terms, similarity_threshold=0.7)

    if matched_record:
        # GPT-4 ile sonuçların derlenip sunulması
        gpt_response = generate_response_with_gpt(matched_record)
        chat_history.append({"role": "assistant", "content": gpt_response})
        return jsonify({"response": gpt_response})
    else:
        # Veritabanı sorgusu sonuç döndürmediğinde veya benzerlik düşükse GPT-4'e başvurulması
        print("Benzerlik skoru düşük, GPT-4'e başvuruluyor.")
        gpt_response = get_gpt_response(user_input)
        chat_history.append({"role": "assistant", "content": gpt_response})
        return jsonify({"response": gpt_response})
else:
    # Eğer sorgu genel bir içerikse, GPT-4 yanıt döner
    print("Mesaj gemi makineleri ile ilgili değil.") # Debug
    gpt_response = get_gpt_response(user_input)
    chat_history.append({"role": "assistant", "content": gpt_response})
    return jsonify({"response": gpt_response})

if __name__ == '__main__':
    flask_thread = threading.Thread(target=lambda: app.run(debug=True, use_reloader=False))
    flask_thread.start()

webview.create_window("ShipMach. Expert", "http://127.0.0.1:5000/")
webview.start()
```

Şekil 57. Uzman sistem tasarım kodu: 6. Bölüm

Şekil 57’de görülmekte olan kod parçası, kullanıcının mesajını analiz ederek gemi makineleri ile ilgili olup olmadığını kontrol eder ve buna göre farklı işlemler yürütür. İlk adımda, “check_if_related_to_marine_engines_or_general” fonksiyonu ile mesajın gemi

makineleri ile ilgili olup olmadığı GPT-4'e sorulur. Eğer yanıt "evet" ise, kullanıcının mesajından terimler çıkarılır ve bu terimlere dayalı olarak veritabanında bir sorgu yapılır. Sorgu sonucunda uygun bir arıza kaydı bulunursa, bu kayıt GPT-4 ile işlenerek kullanıcıya doğal bir dilde arıza tanımı ve çözüm önerileri sunulur. Bu işlem, “generate_response_with_gpt” fonksiyonu ile gerçekleştirilir.

Eğer veritabanı sorgusu uygun bir kayıt döndürmez ya da benzerlik yeterince yüksek olmazsa, kullanıcı mesajı doğrudan GPT-4'e gönderilir ve GPT-4'ten genel bir yanıt alınır. Mesaj gemi makineleriyle ilgili değilse de doğrudan GPT-4'e başvurulup genel bir yanıt oluşturulur. Kullanıcının tüm mesajları ve sistem yanıtları sohbet geçmişine eklenir. Son olarak, Flask web uygulaması bir arka plan iş parçacığında başlatılır ve “webview.create_window” fonksiyonu ile bir tarayıcı penceresi açılarak kullanıcıya bu uygulamayı kullanma imkanı sunulur. Web arayüzü üzerinden kullanıcılar mesaj gönderebilir ve sonuçları görebilirler.

Şekil 58'de görülmekte olan kod parçası, GPT kullanımının devre dışı bırakıldığı durumlarda yalnızca yerel veritabanını kullanarak arıza tespiti yapılmasını sağlar. İlk adımda, kullanıcının mesajı “extract_terms” fonksiyonu aracılığıyla analiz edilir ve bu mesajdan isim ve özel isim niteliğindeki anlamlı terimler çıkarılır. Ardından, bu terimler ve orijinal kullanıcı mesajı “query_database_with_similarity_threshold” fonksiyonuna iletilerek veritabanındaki kayıtlar arasında BERT tabanlı benzerlik analizi yapılır.

Elde edilen benzerlik skorları belirlenen eşik değeri ile karşılaştırılır ve uygun bir eşleşme bulunursa, bu eşleşmeye ait arıza adı, tanımı, çözümü ve etkileri kullanıcıya sade bir metin olarak sunulur. Eğer eşleşme bulunamazsa ya da benzerlik yeterli seviyede değilse, sistem kullanıcıya “Uygun cevap bulunamadı.” şeklinde bir mesaj döndürür. Tüm bu süreçte kullanıcı mesajları ve sistem yanıtları sohbet geçmişine kaydedilir. Bu yapı sayesinde, internet bağlantısı veya dış servis olmaksızın sistem kendi veritabanını kullanarak danışmanlık sağlayabilir.

Tasarlanan uzman sistemin web arayüzü tasarımında HTML, CSS ve JavaScript kullanılarak kullanıcı dostu bir deneyim sağlanmaya çalışılmıştır. HTML, yapısal olarak sayfanın iskeletini oluştururken, CSS sayfanın stil ve görünümünü düzenlemekte, JavaScript ise kullanıcı etkileşimlerini yönetip ve sunucuyla veri alışverişini sağlamaktadır.

```

else:
    # GPT kullanımı devre dışı, sadece veritabanı sorgulanıyor
    print("GPT kullanımı devre dışı, doğrudan veritabanı sorgulanıyor.")
    terms = extract_terms(user_input)
    print(f"Kullanıcı terimleri: {terms}")

    matched_record = query_database_with_similarity_threshold(user_input, terms,
                                                              similarity_threshold=0.7)

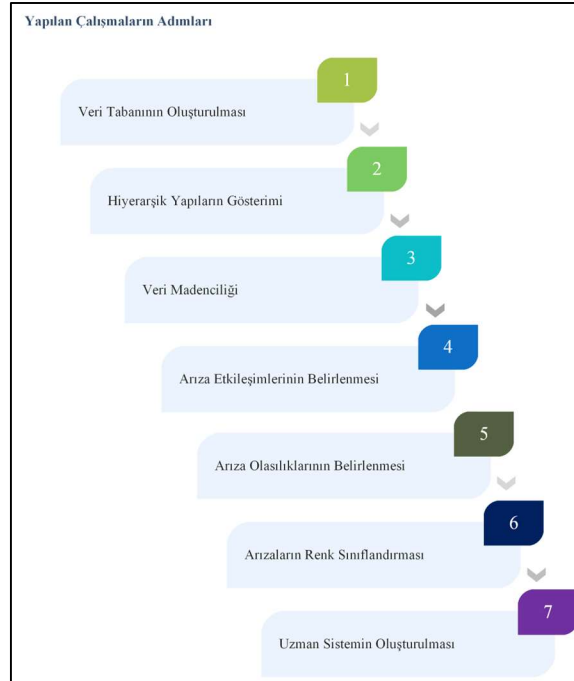
    if matched_record:
        response_text = {
            f"Arıza İsim: {matched_record['isim']}\n"
            f"Arıza Tanımı: {matched_record['ariza_tanimi']}\n"
            f"Çözüm: {matched_record['cozum']}\n"
            f"Tahmin Edilen Etki: {matched_record['tahmin_edilen_etki']}\n"
            f"Etkileme Seviyesi: {matched_record['etkileme_seviyesi']}\n"
            f"Etkilenme Seviyesi: {matched_record['etkilenme_seviyesi']}"
        }
        chat_history.append({"role": "assistant", "content": response_text})
        return jsonify({"response": response_text})
    else:
        response_text = "Uygun cevap bulunamadı."
        chat_history.append({"role": "assistant", "content": response_text})
        return jsonify({"response": response_text})

```

Şekil 58. Uzman sistem tasarım kodu: 7. Bölüm

2.8. Yapılan Çalışmaların Adımları

Yapılan çalışmaların adımlarını içeren özet görüntü şekil 59’da verilmiştir.



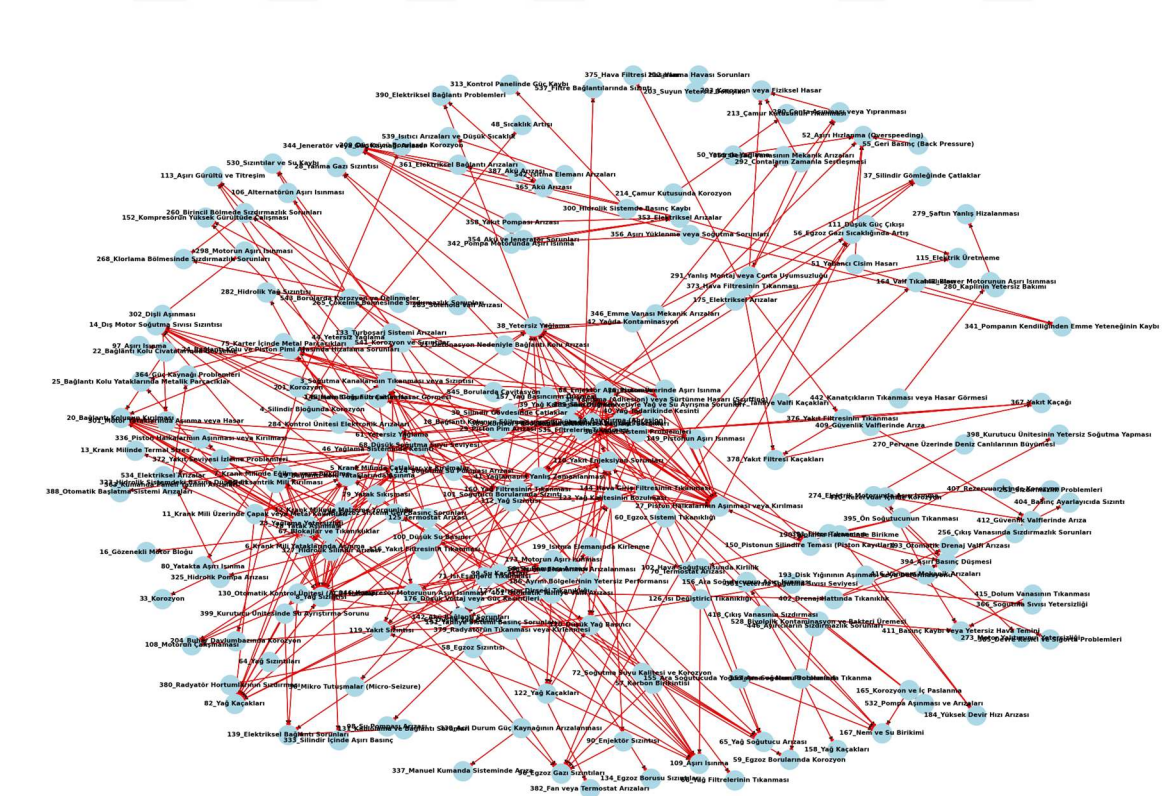
Şekil 59. Yapılan çalışmaların adımları

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Arızalar Arası Etkileşimler

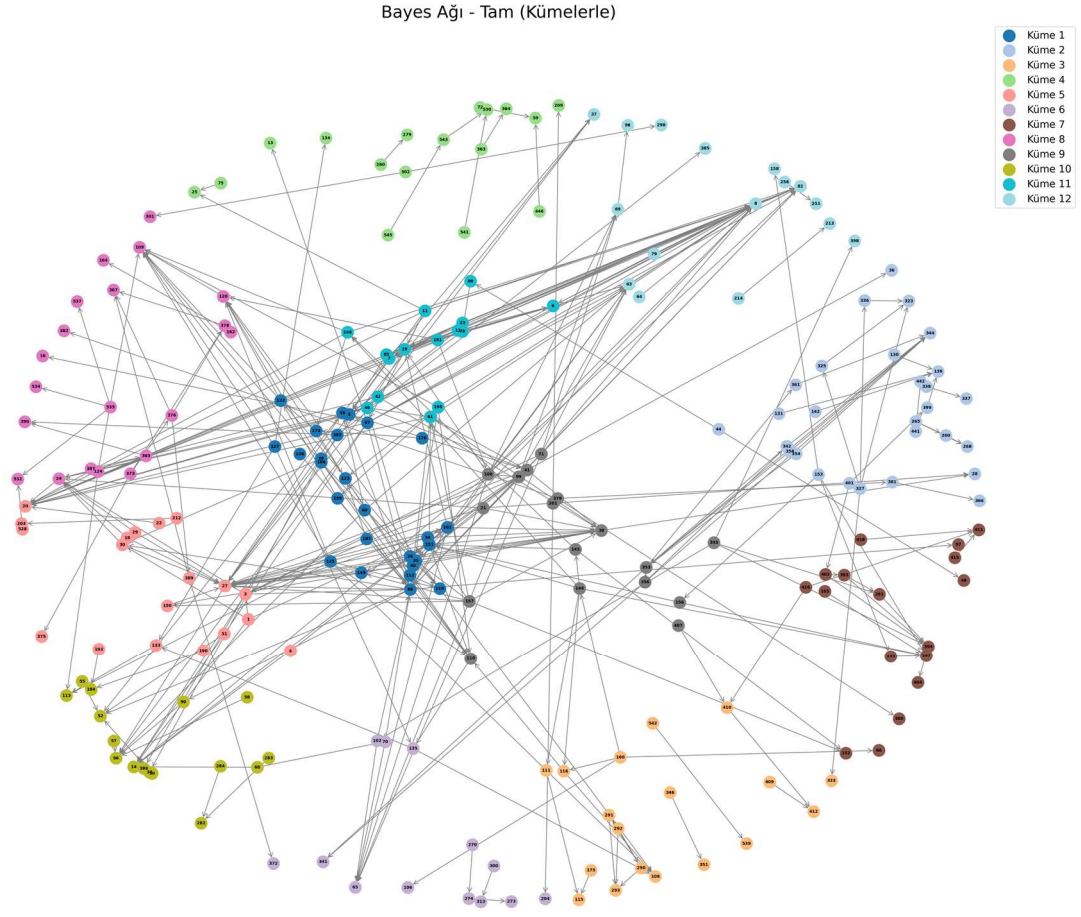
Yapılan çalışmalar sonucunda, makine dairesindeki arızaların birbirlerini nasıl etkilediği analiz edilmiştir. Yazılan Python kodu ile veri tabanındaki arızalar arasındaki etkileşimler incelenerek arızaların bir diğer arızayı tetikleme potansiyeli modellenmiştir. Her arızanın etkilediği ve etkilendiği diğer arızalar incelenmiş, doğal dil işleme (NLP) teknikleri ve OpenAI metin yerleştirme araçları kullanılarak arıza açıklamaları arasında benzerlikler tespit edilmiştir

Bayes Ağı yardımıyla bu etkileşimler görselleştirilmiş ve her arıza, etkileyebileceği diğer arızalarla bağlantılı olarak bir grafik üzerinde gösterilmiştir. Eğer belirli bir arıza başka bir arızayı tetikleyebilirse, bu iki arıza arasında bir yönlendirilmiş ok ile temsil edilen bir ilişki kurulmuştur. Elde edilen sonuçlar her arızanın toplam kaç arızayı etkilediği ile kaç arızadan etkilendiği gibi sayısal verilerin elde edilmesine imkan sağlamıştır. Şekil 60'da Bayes ağları yardımıyla arızalar arası etkileşim görülmektedir.



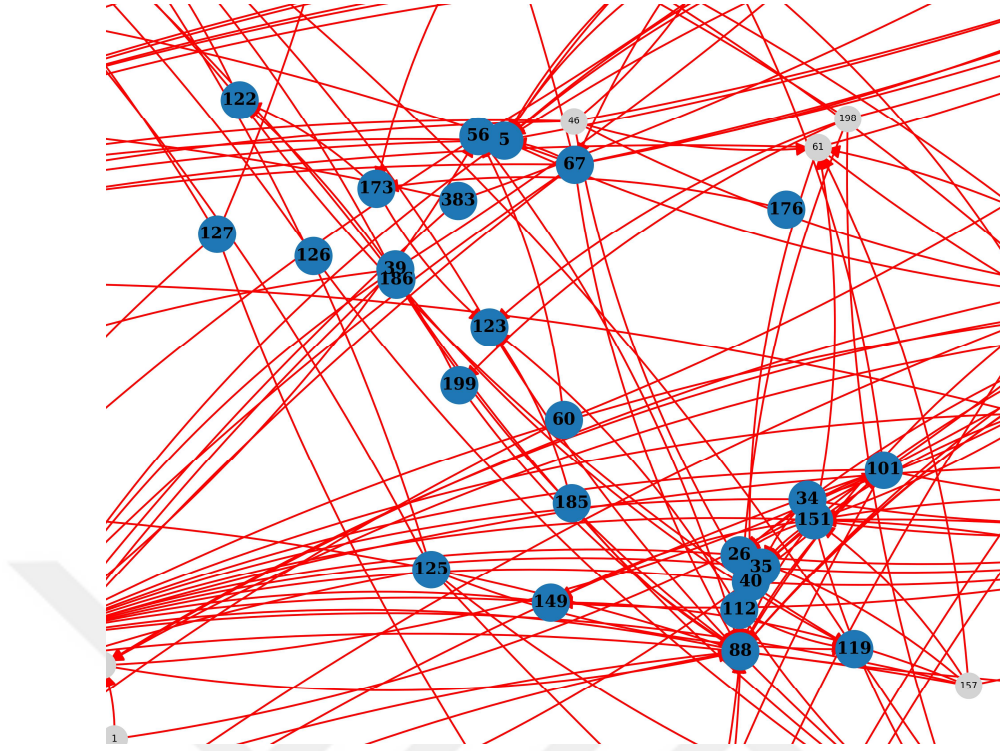
Şekil 60. Arızalar arası etkileşimin Bayes ağ yapısı

Şekil 60'ta verilen arızalar arası etkileşimin Bayes ağ yapısı görseli her küme farklı renkte olabilecek biçimde 12 küme olarak Şekil 61'de gruplanmıştır.

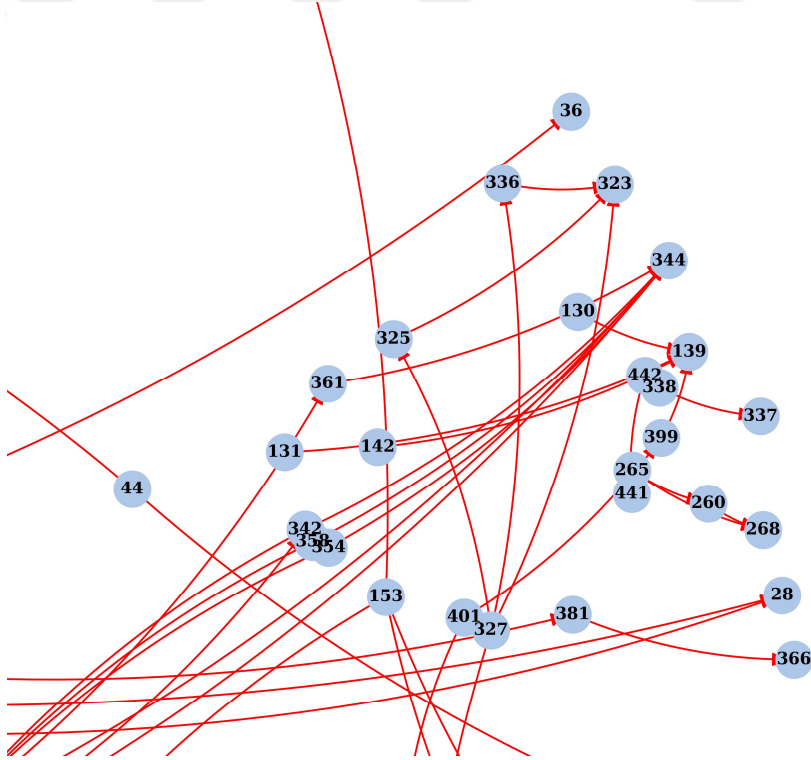


Şekil 61. Tüm kümelerle Bayes ağ yapısı

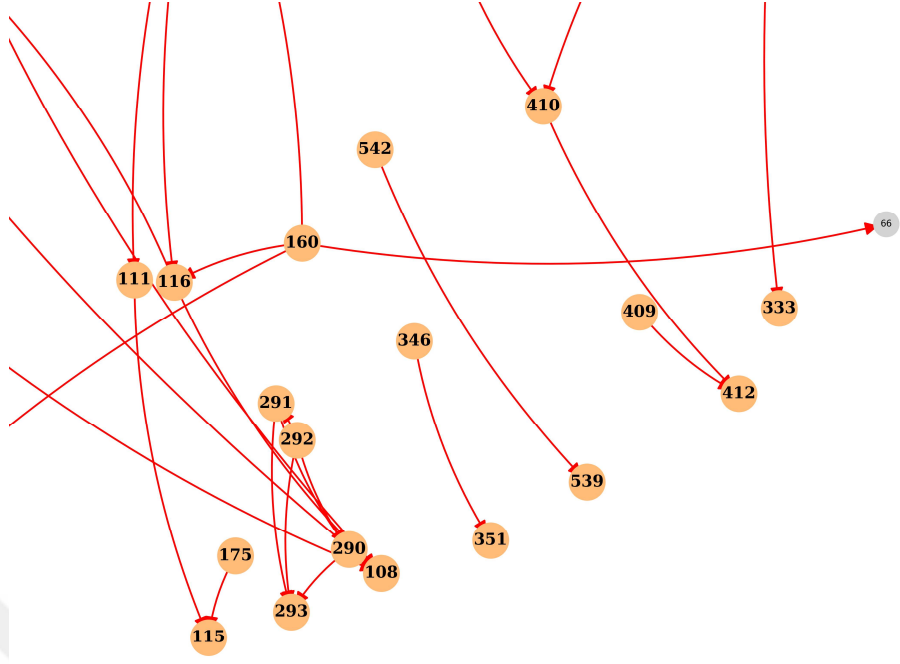
Kümelere ayrılmış arıza etkileşimlerinin Bayes ağ yapısı; Şekil 62'de Küme1, Şekil 63'te Küme2, Şekil 64'te Küme3, Şekil 65'te Küme4, Şekil 66'da Küme5, Şekil 67'de Küme6, Şekil 68'de Küme7, Şekil 69'da Küme8, Şekil 70'te Küme9, Şekil 71'de Küme10, Şekil72'de Küme11, Şekil 73'te Küme12 adıyla görüntüsü büyütülmüş biçimde görülmektedir.



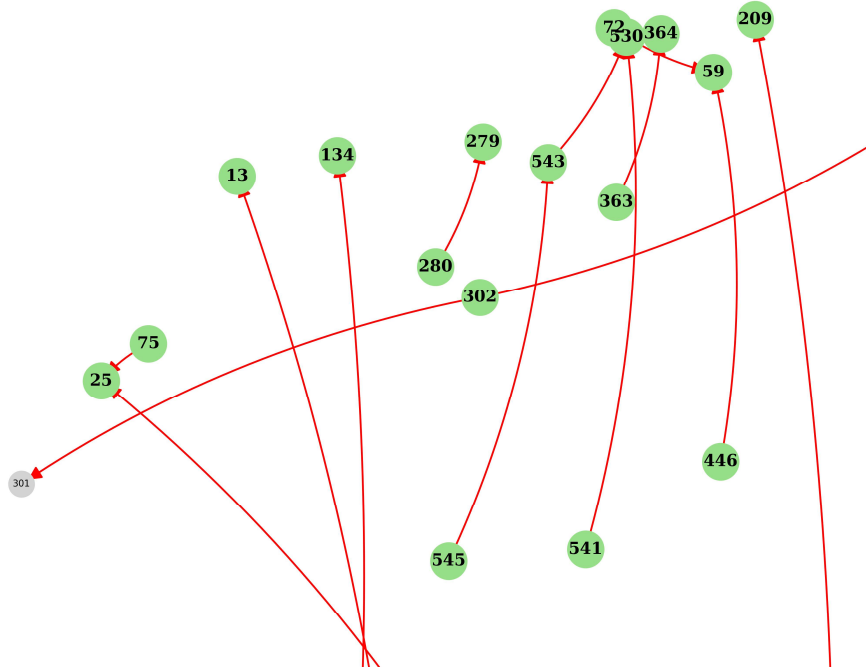
Şekil 62. Bayes ağı büyütülmüş Küme1 görüntüsü



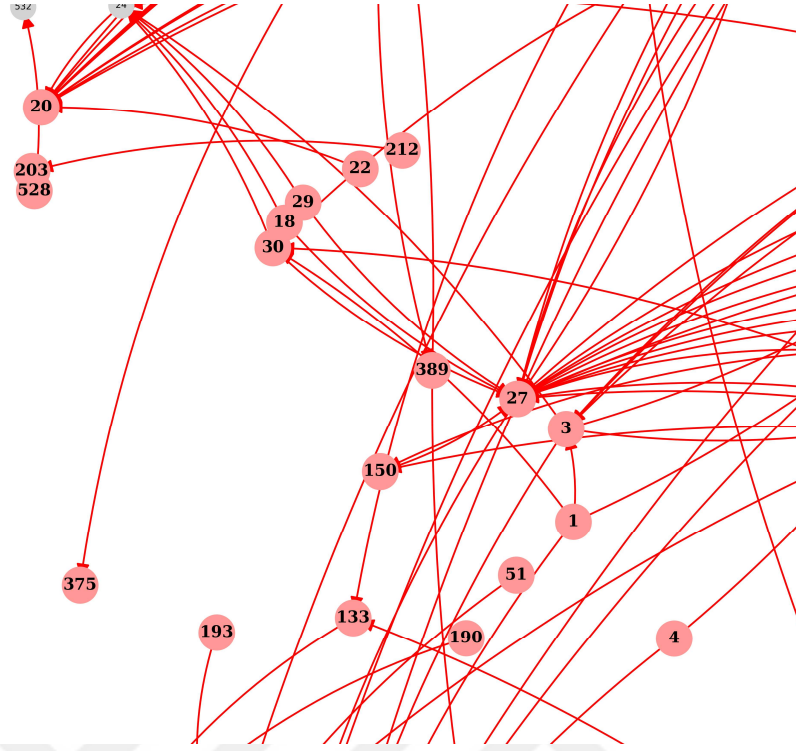
Şekil 63. Bayes ağı büyütülmüş Küme2 görüntüsü



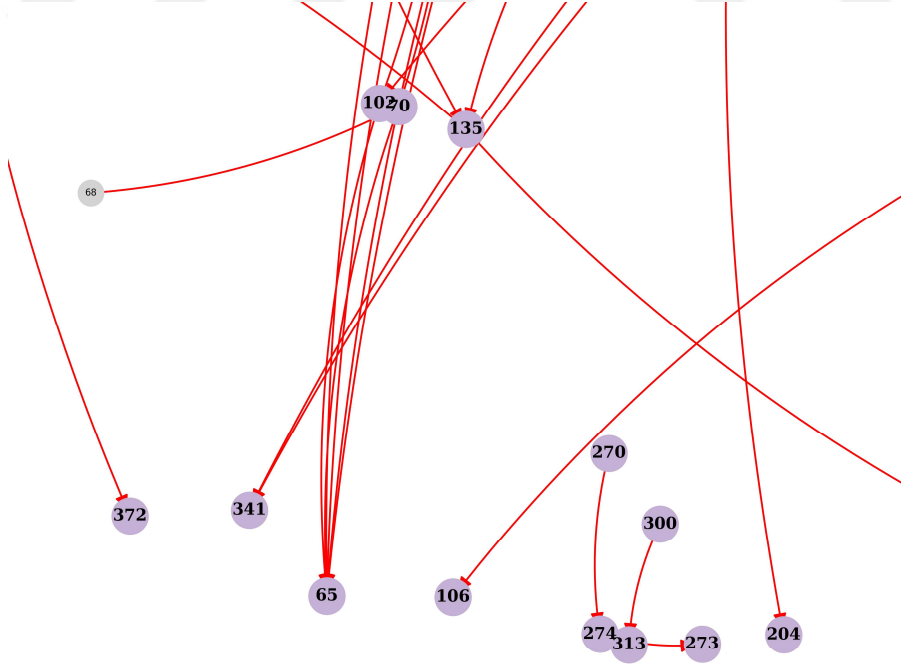
Şekil 64. Bayes ağı büyütülmüş Küme3 görüntüsü



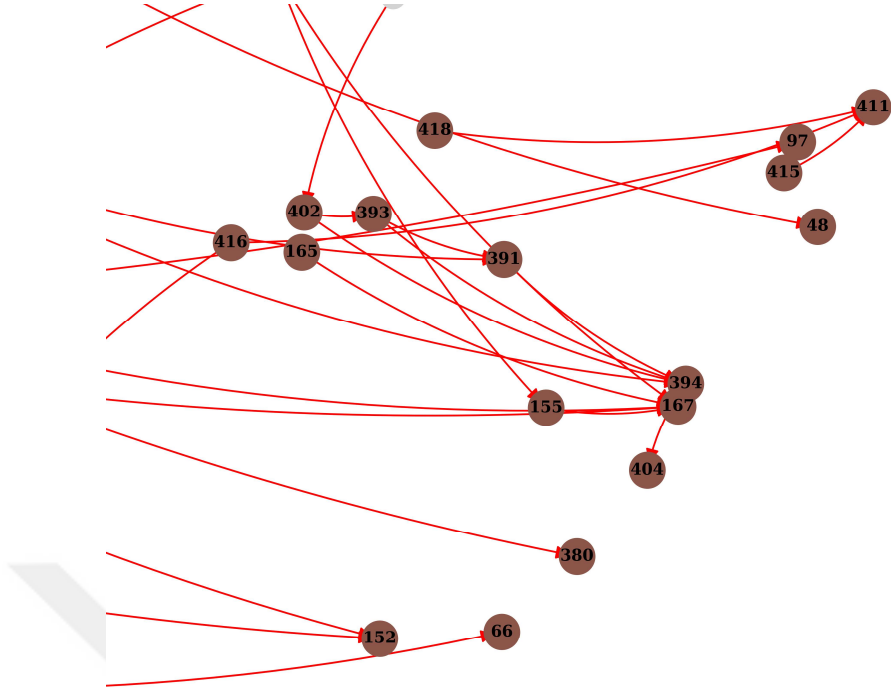
Şekil 65. Bayes ağı büyütülmüş Küme4 görüntüsü



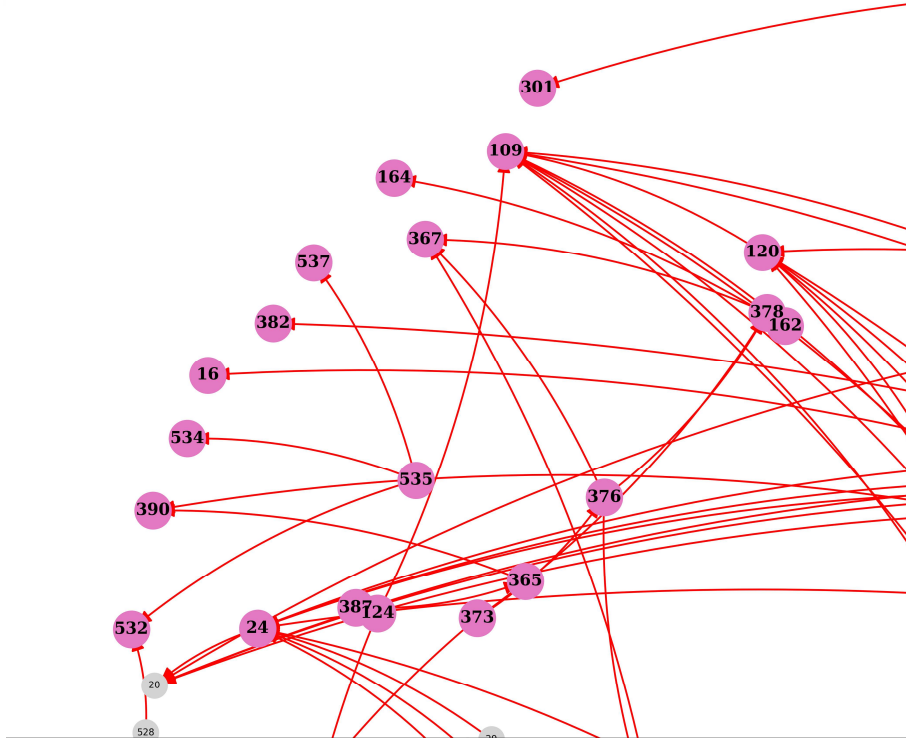
Şekil 66. Bayes ağı büyütülmüş Küme5 görüntüsü



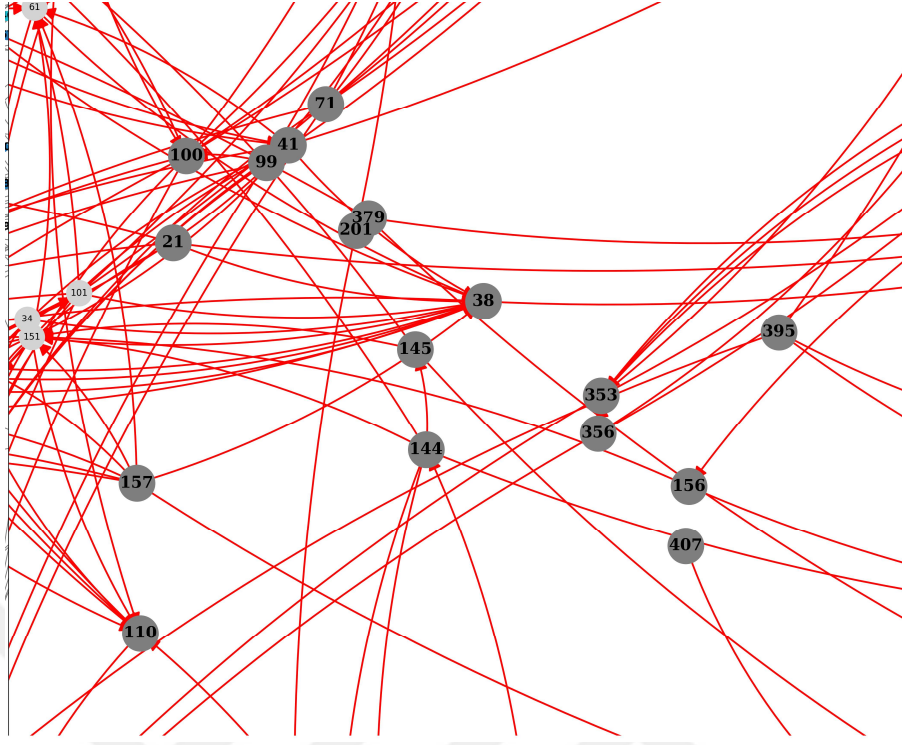
Şekil 67. Bayes ağı büyütülmüş Küme6 görüntüsü



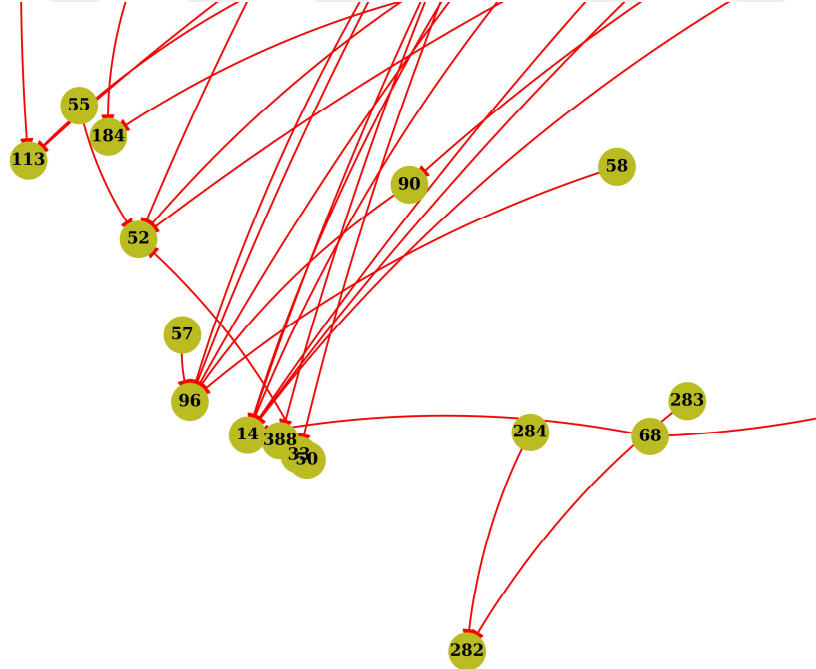
Şekil 68. Bayes ağı büyütülmüş Küme7 görüntüsü



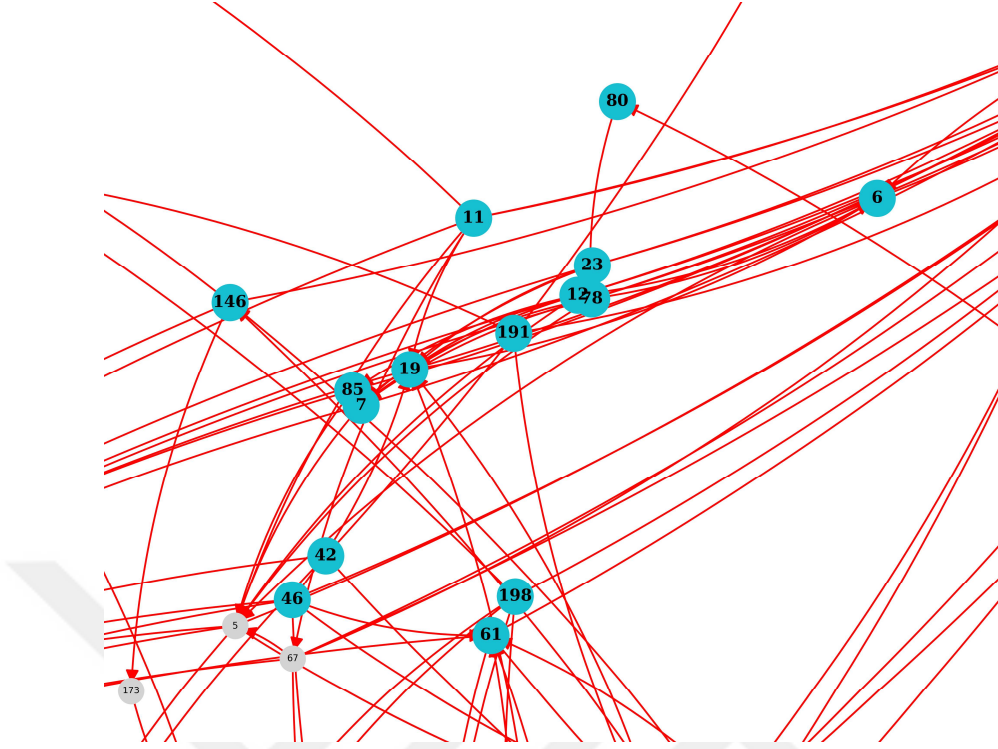
Şekil 69. Bayes ağı büyütülmüş Küme8 görüntüsü



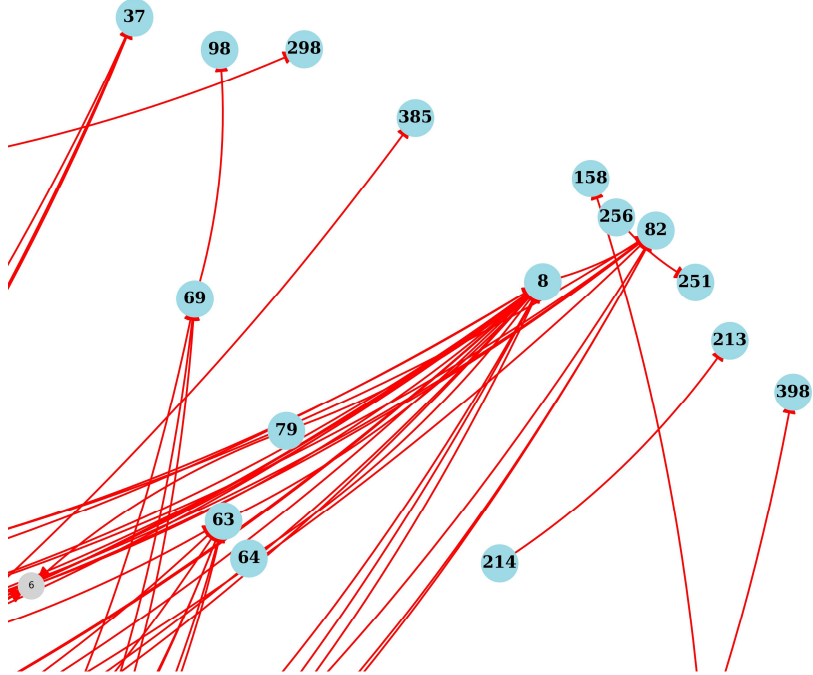
Şekil 70. Bayes ağı büyütülmüş Küme9 görüntüsü



Şekil 71. Bayes ağı büyütülmüş Küme10 görüntüsü



Şekil 72. Bayes ağı büyütülmüş Küme11 görüntüsü



Şekil 73. Bayes ağı büyütülmüş Küme12 görüntüsü

Tablo 4. Arızaların etkilediği ve etkilendiği arızalar: 1. Bölüm

Arıza No	Etkilediği Arızalar	Etkilendiği Arızalar
1	3, 14, 30, 101	
3	14, 24, 88, 101	1, 71, 99, 100
4	14, 101	
5	8, 20, 24, 27, 41	6, 7, 11, 12, 67, 78, 85
6	5, 8	12, 19, 78, 79
7	5, 8	12, 19, 23, 78, 85
8	82	5, 6, 7, 11, 12, 19, 23, 46, 61, 63, 64, 67, 71, 78, 79, 85, 100, 101, 146, 198
11	5, 8, 19, 20, 25, 67, 82	
12	5, 6, 7, 8, 19, 20, 82, 85	
13		67
14		1, 3, 4, 67, 68, 100, 101
16		67
18	24, 27	
19	6, 7, 8, 20	11, 12, 23, 46, 78, 100, 101
20		5, 7, 11, 12, 19, 22, 23, 24, 46, 61, 67, 78, 85, 146
21	24, 27, 28, 35, 38	
22	20	
23	7, 8, 19, 20, 82	
24	20	3, 5, 18, 21, 29, 30, 42, 46
25		11, 75
26	27, 38	41, 101, 151, 157
27	56, 96	5, 18, 21, 26, 29, 30, 34, 35, 38, 39, 40, 41, 42, 88, 101, 149, 150, 151, 157
28		21, 38
29	24, 27	
30	24, 27	1, 39, 88
33		39
34	27, 35, 38, 41	
35	27, 38	21, 34, 41, 151
36		41
37		39, 42, 56
38	27, 28	21, 26, 34, 35, 40, 41, 42, 61, 101, 149, 151, 157
39	27, 30, 33, 37	
40	27, 38	46, 61
41	26, 27, 35, 36, 38, 61, 88	5, 34, 46, 151
42	24, 27, 37, 38	
44	48, 80	

Tablo 5. Arızaların etkilediği ve etkilendiği arızalar: 2. Bölüm

Arıza No	Etkilediği Arızalar	Etkilendiği Arızalar
46	8, 19, 20, 24, 40, 41, 61	
48		44
50	52	
51	52	
52		50, 51, 55, 56, 88
55	52	
56	37, 52	27, 60, 88
57	96	
58	96	
59		72, 446
60	56, 63, 96	
61	8, 20, 38, 40	41, 46, 151, 157
63	8	60, 67, 71, 99, 100, 101, 191
64	8	
65		70, 71, 99, 100, 101, 102
66		160
67	5, 8, 13, 14, 16, 20, 63, 82, 88, 96	11
68	14, 70	
69	98	71, 99, 100
70	65, 88	68
71	3, 8, 63, 65, 69, 82, 88	
72	59	
75	25	
78	5, 6, 7, 8, 19, 20, 82	80
79	6, 8	
80	78	44
82		8, 11, 12, 23, 67, 71, 78, 99, 100
85	5, 7, 8, 20	12
88	27, 30, 52, 56, 90, 97	3, 41, 67, 70, 71, 99, 100, 101, 102, 151, 185, 186, 198, 199
90	96	88
96		27, 57, 58, 60, 67, 90
97		88
98		69
99	3, 63, 65, 69, 82, 88, 100	
100	3, 8, 14, 19, 63, 65, 69, 82, 88	99, 191

Tablo 6. Arızaların etkilediği ve etkilendiği arızalar: 3. Bölüm

Arıza No	Etkilediği Arızalar	Etkilendiği Arızalar
101	8, 14, 19, 26, 27, 38, 63, 65, 88	1, 3
102	65, 88	395
106		160
108		116, 119, 125, 135
109		120, 122, 124, 125, 126, 127, 146, 186, 198
110	135	112, 116, 123, 125, 126, 151, 186, 198
111	115	144
112	110, 119, 123	
113		124, 125, 133
115		111, 175
116	108, 110	144, 160
119	108, 120	112, 122, 125, 186
120	109	119, 122, 123, 125, 186, 191
122	109, 119, 120	173, 199
123	110, 120	112, 173, 185, 198
124	109, 113	
125	108, 109, 110, 113, 119, 120	
126	109, 110	
127	109, 133, 134, 135	
130	139	
131	139	
133	113	127, 135
134		127
135	108, 133	110, 127
139		130, 131, 142, 399
142	139	
144	111, 116, 145, 146, 151, 167	160
145	146, 151, 152	144
146	8, 20, 109, 173	144, 145
149	27, 38, 150	151, 157
150	27	149, 157
151	26, 27, 35, 38, 41, 61, 88, 110, 149	144, 145, 156, 157
152		145, 157
153	155, 156, 158, 167	
155	167	153
156	151, 167	153

Tablo 7. Arızaların etkilediği ve etkilendiği arızalar: 4. Bölüm

Arıza No	Etkilediği Arızalar	Etkilendiği Arızalar
157	26, 27, 38, 61, 149, 150, 151, 152	
158		153
160	66, 106, 116, 144	
162	164	
164		162
165	167	
167		144, 153, 155, 156, 165
173	122, 123	146, 176
175	115	
176	173	
184		190, 193
185	88, 123	
186	88, 109, 110, 119, 120	
190	184	
191	63, 100, 120	
193	184	
198	8, 88, 109, 110, 123, 199	
199	88, 122	198
201	204, 209	
203		212
204		201
209		201
212	203	
213		214
214	213	
251		256
256	251	
260	268	265
265	260, 268	260, 265
268		
270	274	274
273		270
274	273	280
279		280
280	279	
282		283, 284
283	282	
284	282	

Tablo 8. Arızaların etkilediği ve etkilendiği arızalar: 5. Bölüm

Arıza No	Etkilediği Arızalar	Etkilendiği Arızalar
290	293	291, 292
291	290, 293	292
292	290, 291, 293	
293		290, 291, 292
298		302
300	313	
301		302
302	298, 301	
313		300
323		325, 327, 336
325	323	327
327	323, 325, 333, 336	
333		327
336	323	327
337		338
338	337	
341		353, 356
342	344, 353, 358	356
344		342, 353, 354, 356, 358, 361
346	351	
351		346
353	341, 344, 361	342, 354, 356, 358
354	344, 353	
356	341, 342, 344, 353	
358	344, 353	342
361	344	353
363	364	
364		363
365	390	387
366		381
367		376, 378, 389
372		389
373	375, 376, 378	
375		373
376	367, 378, 389	373
378	367	373, 376
379	380, 381, 382	
380		379
381	366	379
382		379
383	385, 388, 390	

Tablo 9. Arızaların etkilediği ve etkilendiği arızalar: 6. Bölüm

Arıza No	Etkilediği Arızalar	Etkilendiği Arızalar
385		383
387	365	
388		383
389	367, 372	376
390		365, 383
391	394	393, 395
393	391, 394	402
394	404	391, 393, 395, 402
395	102, 391, 394, 398	
398		395
399	139	401
401	399, 402	
402	393, 394	401
404		394
407	410	
409	412	
410	412	407, 416
411		415, 416, 418
412		409, 410
415	411	
416	410, 411	
418	411	
441		442
442	441	
446	59	
528	532	
530		541, 543
532		528, 535
534		535
535	532, 534, 537	
537		535
539		542
541	530	
542	539	
543	530	545
545	543	

Tablo 4, Tablo 5, Tablo 6, Tablo 7, Tablo 8 ve Tablo 9 etkileşimde bulunduğu tespit edilen her arızanın etkilendiği ve etkilediği arızaları liste biçiminde sunmaktadır. Şekil 57’de verilen “Arızalar arası etkileşimin Bayes ağ yapısı” görselinin ayrıntılı açıklamasını veren

bu tablolardaki bilgiler, etkileşimi olan arızaların olasılık değerlerinin hesaplanmasında girdi verisi olarak büyük önem teşkil etmektedir.

Önerilen modelin, arızalar arasındaki etkileşimleri tespit etmek ve görselleştirmek için etkili bir yöntem olduğu düşünülmektedir. Özellikle OpenAI yerleştirme tekniklerinin kullanılması, etkileşim yaşanabilecek arızalar arasında yüksek benzerlikler tespit edilmesine olanak tanımıştır. Ancak, arızaların metin tanımlamaları üzerindeki benzerlik ölçümüne dayalı olduğu için, model yalnızca metinsel benzerlikler üzerinden çalışır. Eğer arızalar arasında tanımlanmış etkileşimler düşük oranda olursa, benzerlikler yetersiz kalabilir.

Veri madenciliği kapsamında veri yükünü azaltmak adına modele konulan sınırlar, modelin yalnızca "tetikleme potansiyeli" tespit edilen arızalar ve uzman tavsiyesi ile sistem etkileşimleri çerçevesinde olan arızalar üzerine odaklanmasını sağlamıştır. Ancak, düşük tetikleme potansiyeli olan arızaların ve uzman tarafından gözden kaçırılması muhtemel sistem etkileşimlerinin de uzun vadede zincirleme etkiler yaratabileceği göz ardı edilmemelidir.

Model, sistemler arasındaki etkileşimlerin daha detaylı bir şekilde incelenmesi için genişletilebilir. Örneğin, daha büyük ve kapsamlı bir veri seti kullanılarak hem düşük hem de yüksek tetikleme potansiyeline sahip arızalar analiz edilebilir. NLP modelleri daha gelişmiş ve daha büyük bir veri seti ile yeniden eğitilerek daha hassas bir benzerlik tespiti yapılabilir. Ek olarak, makine öğrenimi teknikleri kullanılarak tahmin modelleri geliştirilebilir.

3.2. Arızaların Olasılık Değerleri ve Arızaların Sınıflandırılması

Gemi makine sistemleri gibi karmaşık sistemlerde meydana gelen arızalar, birbirleriyle etkileşim halinde olup zincirleme sorunlara yol açabilmektedir. Bu tür sistemlerde, bir arızanın diğer arızaları tetikleme veya onlardan etkilenme olasılığını anlamak, bakım ve onarım süreçlerini daha etkin hale getirmek açısından kritik bir öneme sahiptir. Arıza yönetimi süreçlerinde, bu ilişkileri modellemek ve risk seviyelerini tespit etmek hem zaman hem de maliyet açısından büyük kazançlar sağlayabilir.

Kurulan modelde, makine dairesi arızalarının olasılıksal ilişkilerini analiz etmek amacıyla iki temel yaklaşım bir araya getirilmiştir. İlk olarak, arızalar arasındaki etkileme ve etkilenme olasılıkları hesaplanmış ve bu olasılık değerleri, Bayes modeli ile dinamik olarak güncellenmiştir. İkinci olarak, bu olasılık değerleri görsel olarak daha kolay

anlaşılabilir hale getirilmiş ve belirli bir renk skalası ile kodlanmıştır. Renk skalası, yüksek riskli arızaları kırmızı ile, düşük riskli arızaları ise mavi ile, herhangi bir etkileşimi olmayan arızaları ise beyaz kodlayarak bakım ekiplerine hangi arızaların öncelikli olduğunu hızlı bir şekilde gösterme amacı taşımaktadır.

Modelin ilk kısmında, her bir arızanın diğer arızalar üzerindeki etkileme olasılıkları hesaplanmış ve bu etkileme olasılıklarına dayalı bir hiyerarşi yapısı oluşturulmuştur. Bu etkileme hiyerarşisi, arızaların sistem üzerindeki etkisini daha net bir şekilde anlamaya olanak sağlamıştır. Aynı zamanda, arızaların diğer arızalardan ne kadar etkilendiğini gösteren ters olasılıklar da hesaplanarak, olası risk senaryoları daha geniş bir perspektiften ele alınmıştır.

Modelin ikinci kısmında, bu olasılık değerleri normalize edilip renk skalasına dönüştürülmüş ve makine dairesindeki her bir arıza için bu renkler veri tabanına kaydedilmiştir. Bu sayede, olasılık değerlerine dayalı risk profili veritabanında görsel ve analitik bir araç olarak yer almıştır. Ayrıca, etkileme ve etkilenme olasılıklarının veri tabanına yazılması sayesinde, bu bilgiler bakım ekipleri tarafından kolayca erişilebilir hale gelmiştir.

Kurulan modelin temel amacı, arızalar arasındaki karmaşık ilişkileri daha iyi anlamak ve bu ilişkilerin bakım süreçlerine entegre edilmesiyle makine dairesinin genel verimliliğini artırmaktır. Hem etkileyen hem de etkilenen arızaların olasılıklarına dayalı bu model, sistemin genel performansını optimize etme ve kritik arızaları önceden tespit etme konusunda önemli bir araç sunmaktadır.

Şekil 74’te oluşturulan renk skalasının olasılık aralığı ve renk karşılığı görülmektedir. Kırmızı rengin $\geq 0,5$ olarak seçilmesi hassasiyet aralığının gözetilmesi sebebiyledir.

Olasılık Aralığı	Renk
$\geq 0,5$	Kırmızı
0,35 - 0,5	Turuncu
0,25 - 0,35	Sarı
0,15 - 0,25	Yeşil
0 - 0,15	Mavi
0	Beyaz

Şekil 74. Arıza olasılıkları için oluşturulan renk skalası

Tablo 10. Arıza olasılık değerleri ve renk skalasına göre potansiyelleri: 1. Bölüm

Arıza No	Diğer Arızalardan Etkilenme Olasılığı	Diğer Arızaları Etkileme Olasılığı	Etkilenme Potansiyeli (Renk)	Etkileme Potansiyeli (Renk)
1	0	0,002283287	☑	☑
3	0,006777047	0,002303439	☑	☑
4	0	0,002272819	☑	☑
5	0,004565835	0,002293156	☑	☑
6	0,004545269	2,04748E-05	☑	☑
7	0,004555415	2,04748E-05	☑	☑
8	0,018232447	0,002252252	☑	☑
11	0	0,00684848	☑	☑
12	0	0,004545594	☑	☑
13	1,01453E-05	0	☑	☑
14	0,006828003	0	☑	☑
16	1,01453E-05	0	☑	☑
18	0	2,0382E-05	☑	☑
19	0,009039628	0,002262582	☑	☑
20	0,011434927	0	☑	☑
21	0	0,002282918	☑	☑
22	0	0,002252252	☑	☑
23	0	0,004524934	☑	☑
24	0,011332877	0,002252252	☑	☑
25	0,002252252	0	☑	☑
26	0,002293201	2,04281E-05	☑	☑
27	0,016001592	0,002272543	☑	☑
28	0,00229334	0	☑	☑
29	0	2,0382E-05	☑	☑
30	0,004555827	2,0382E-05	☑	☑
33	0,002252252	0	☑	☑
34	0	3,08966E-05	☑	☑
35	0,004535171	2,04281E-05	☑	☑
36	2,04293E-05	0	☑	☑
37	0,004515206	0	☑	☑

Tablo 11. Arıza olasılık değerleri ve renk skalasına göre potansiyelleri: 2. Bölüm

Arıza No	Diğer Arızalardan Etkilenme Olasılığı	Diğer Arızaları Etkileme Olasılığı	Etkilenme Potansiyeli (Renk)	Etkileme Potansiyeli (Renk)
38	0,009121574	0,002262489	☒	☒
39	0	0,004514833	☐	☒
40	0,002272681	2,04281E-05	☒	☒
41	0,004535308	0,002303576	☒	☒
42	0	0,002282826	☐	☒
44	0	0,002252344	☐	☒
46	0	0,00230344	☐	☒
48	0,002252252	0	☒	☐
50	0	0,002252252	☐	☒
51	0	0,002252252	☐	☐
52	0,00681878	0	☒	☒
55	0	0,002252252	☐	☒
56	0,002375654	0,004504505	☒	☒
57	0	0,002252252	☐	☒
58	0	0,002252252	☐	☒
59	0,004504505	0	☒	☐
60	0	0,002272589	☐	☒
61	0,004535171	0,002272681	☒	☒
63	0,009049728	1,01453E-05	☒	☒
64	0	1,01453E-05	☐	☒
65	0,004555368	0	☒	☐
66	0,002252252	0	☒	☐
67	0,002252252	0,013554508	☒	☒
68	0	0,00226249	☐	☒
69	0,004524795	0,002252252	☒	☒
70	0,002252252	0,002272726	☒	☒
71	0	0,004555691	☐	☒
72	0	0,002252252	☐	☒
75	0	0,002252252	☐	☒
78	1,01453E-05	0,004535356	☒	☒

Tablo 12. Arıza olasılık değerleri ve renk skalasına göre potansiyelleri: 3. Bölüm

Arıza No	Diğer Arızalardan Etkilenme Olasılığı	Diğer Arızaları Etkileme Olasılığı	Etkilenme Potansiyeli (Renk)	Etkileme Potansiyeli (Renk)
79	0	1,02375E-05	☒	☒
80	0,002252252	2,04295E-05	☒	☒
82	0,011373871	0	☒	☒
85	0,002252252	0,002272819	☒	☒
88	0,011393609	0,004545269	☒	☒
90	5,13226E-05	0,002252252	☒	☒
96	0,006839212	0	☒	☒
97	5,13226E-05	0	☒	☒
98	2,0382E-05	0	☒	☒
99	0	0,004576258	☒	☒
100	0,004504505	0,006818135	☒	☒
101	0,002282779	0,004565882	☒	☒
102	0,002252252	0,002272726	☒	☒
106	0,002252252	0	☒	☒
108	0,002303254	0	☒	☒
109	0,013544361	0	☒	☒
110	0,011312171	1,0191E-05	☒	☒
111	1,01453E-05	0,002252252	☒	☒
112	0	1,02828E-05	☒	☒
113	0,004514697	0	☒	☒
115	0,002252298	0	☒	☒
116	0,002262398	0,002252298	☒	☒
119	0,006756848	0,002262398	☒	☒
120	0,006817766	0,002252252	☒	☒
122	2,02908E-05	0,002272589	☒	☒
123	0,006766902	1,01912E-05	☒	☒
124	0	0,004504505	☒	☒
125	0	0,006777139	☒	☒
126	0	0,002252298	☒	☒
127	0	0,004524841	☒	☒

Tablo 13. Arıza olasılık değerleri ve renk skalasına göre potansiyelleri: 4. Bölüm

Arıza No	Diğer Arızalardan Etkilenme Olasılığı	Diğer Arızaları Etkileme Olasılığı	Etkilenme Potansiyeli (Renk)	Etkileme Potansiyeli (Renk)
130	0	0,002252252	☑	☑
131	0	0,002252252	☑	☑
133	0,002262627	0,002252252	☑	☑
134	0,002252252	0	☑	☑
135	0,002303208	0,002262398	☑	☑
139	0,006766902	0	☑	☑
142	0	0,002252252	☑	☑
144	0,002252252	0,002303396	☑	☑
145	1,01453E-05	0,002272867	☑	☑
146	1,0191E-05	0,004514696	☑	☑
149	0,002262489	2,04742E-05	☑	☑
150	0,002262444	1,02367E-05	☑	☑
151	0,002272589	6,18382E-05	☑	☑
152	0,002252298	0	☑	☑
153	0	0,004524796	☑	☑
155	0,002252252	0,002252252	☑	☑
156	0,002252252	0,002252531	☑	☑
157	0	0,002283427	☑	☑
158	0,002252252	0	☑	☑
160	0	0,004525026	☑	☑
162	0	0,002252252	☑	☑
164	0,002252252	0	☑	☑
165	0	0,002252252	☑	☑
167	0,00453494	0	☑	☑
173	0,002252298	1,02828E-05	☑	☑
175	0	0,002252252	☑	☑
176	0	4,63189E-08	☑	☑
184	0,004504505	0	☑	☑
185	0	2,05201E-05	☑	☑
186	0	0,002293109	☑	☑

Tablo 14. Arıza olasılık değerleri ve renk skalasına göre potansiyelleri: 5. Bölüm

Arıza No	Diğer Arızalardan Etkilenme Olasılığı	Diğer Arızaları Etkileme Olasılığı	Etkilenme Potansiyeli (Renk)	Etkileme Potansiyeli (Renk)
190	0	0,002252252	☑	☑
191	0	4,09033E-05	☑	☑
193	0	0,002252252	☑	☑
198	0	0,002283102	☑	☑
199	0,002252252	3,07111E-05	☑	☑
201	0	0,004504505	☑	☑
203	0,002252252	0	☑	☑
204	0,002252252	0	☑	☑
209	0,002252252	0	☑	☑
212	0	0,002252252	☑	☑
213	0,002252252	0	☑	☑
214	0	0,002252252	☑	☑
251	0,002252252	0	☑	☑
256	0	0,002252252	☑	☑
260	0,002252252	0,002252252	☑	☑
265	0	0,002262398	☑	☑
268	0,002262398	0	☑	☑
270	0	1,01453E-05	☑	☑
273	1,01453E-05	0	☑	☑
274	0,002252252	0,002252252	☑	☑
279	0,002252252	0	☑	☑
280	0	0,002252252	☑	☑
282	0,004504505	0	☑	☑
283	0	0,002252252	☑	☑
284	0	0,002252252	☑	☑
290	0,002262398	0,002252252	☑	☑
291	0,002252252	0,002262398	☑	☑
292	0	0,002272589	☑	☑
293	0,002272589	0	☑	☑
298	0,002252252	0	☑	☑

Tablo 15. Arıza olasılık değerleri ve renk skalasına göre potansiyelleri: 6. Bölüm

Arıza No	Diğer Arızalardan Etkilenme Olasılığı	Diğer Arızaları Etkileme Olasılığı	Etkilenme Potansiyeli (Renk)	Etkileme Potansiyeli (Renk)
300	0	0,002252252	☑	☑
301	0,002252252	0	☑	☑
302	0	0,004504505	☑	☑
313	0,002252252	0	☑	☑
323	0,002272543	0	☑	☑
325	0,002252252	0,002252252	☑	☑
327	0	0,004524795	☑	☑
333	0,002252252	0	☑	☑
336	0,002252252	0,002252252	☑	☑
337	0,002252252	0	☑	☑
338	0	0,002252252	☑	☑
341	0,002272589	0	☑	☑
342	0,002252252	0,002282825	☑	☑
344	0,004535124	0	☑	☑
346	0	0,002252252	☑	☑
351	0,002252252	0	☑	☑
353	0,004514695	0,00451465	☑	☑
354	0	0,002272589	☑	☑
356	0	0,004535124	☑	☑
358	1,01453E-05	0,002272589	☑	☑
361	2,03365E-05	0,002252252	☑	☑
363	0	0,002252252	☑	☑
364	0,002252252	0	☑	☑
365	0,002252252	0,002252252	☑	☑
366	1,01453E-05	0	☑	☑
367	2,0382E-05	0	☑	☑
372	4,56995E-08	0	☑	☑
373	0	0,00227268	☑	☑
375	0,002252252	0	☑	☑
376	0,002252252	0,002282688	☑	☑

Tablo 16. Arıza olasılık değerleri ve renk skalasına göre potansiyelleri: 7. Bölüm

Arıza No	Diğer Arızalardan Etkilenme Olasılığı	Diğer Arızaları Etkileme Olasılığı	Etkilenme Potansiyeli (Renk)	Etkileme Potansiyeli (Renk)
378	0,002262398	0,002252252	☒	☒
379	0	0,00451465	☒	☒
380	0,002252252	0	☒	☒
381	0,002252252	0,002252252	☒	☒
382	0,002252252	0	☒	☒
383	0	0,006756757	☒	☒
385	0,002252252	0	☒	☒
387	0	1,01453E-05	☒	☒
388	0,002252252	0	☒	☒
389	1,01453E-05	0,004504505	☒	☒
390	0,002262398	0	☒	☒
391	0,002252298	1,01453E-05	☒	☒
393	1,01453E-05	1,0191E-05	☒	☒
394	0,002272589	0,002252252	☒	☒
395	0	0,002272681	☒	☒
398	0,002252252	0	☒	☒
399	0,002252252	0,002252252	☒	☒
401	0	1,01912E-05	☒	☒
402	0,002252252	1,01912E-05	☒	☒
404	1,02369E-05	0	☒	☒
407	0	1,01453E-05	☒	☒
409	0	0,002252252	☒	☒
410	0,004504505	0,002252252	☒	☒
411	0,006756757	0	☒	☒
412	0,002272543	0	☒	☒
415	0	0,002252252	☒	☒
416	0	0,002262398	☒	☒
418	0	0,002252252	☒	☒
441	0,002252252	0	☒	☒
442	0	0,002252252	☒	☒

Tablo 17. Arıza olasılık değerleri ve renk skalasına göre potansiyelleri: 8. Bölüm

Arıza No	Diğer Arızalardan Etkilenme Olasılığı	Diğer Arızaları Etkileme Olasılığı	Etkilenme Potansiyeli (Renk)	Etkileme Potansiyeli (Renk)
446	0	0,002252252	☒	☒
528	0	0,002252252	☒	☒
530	0,002262398	0	☒	☒
532	0,004504505	0	☒	☒
534	0,002252252	0	☒	☒
535	0	0,006756757	☒	☒
537	0,002252252	0	☒	☒
539	0,002252252	0	☒	☒
541	0	0,002252252	☒	☒
542	0	0,002252252	☒	☒
543	0,002252252	0,002252252	☒	☒
545	0	1,01453E-05	☒	☒

Tablo 10, Tablo 11, Tablo 12, Tablo 13, Tablo 14, Tablo 15, Tablo 16 ve Tablo 17 etkileşimde bulunduğu tespit edilen her arızanın etkilendiği ve etkilediği arıza verilerini kullanarak hesaplanan olasılık değerlerini liste biçiminde sunmaktadır. Aynı tablolarda oluşturulan renk skalası kullanılarak bu arızaların etkileme ve etkilenme potansiyelleri ortaya konmaktadır.

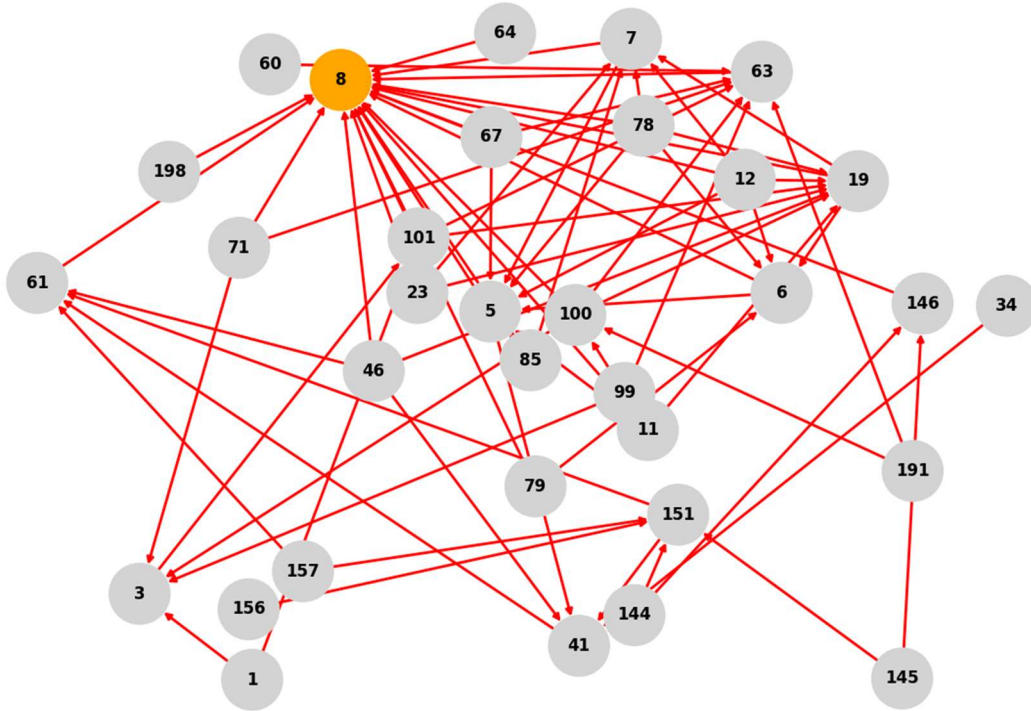
En yüksek etkilenme olasılıklı (8, 27, 109) ve en yüksek etkileme olasılıklı (67, 11, 100) üçer arıza belirlenmiş, bu arızaları tetikleyen ve bu arızalar tarafından tetiklenen ağ görüntüleri oluşturulmuştur.

Şekil 75'te en yüksek etkilenme olasılığına sahip arıza olarak krank milinde yağ sızıntısı görülmektedir. Arıza numarası 8 olan bu sorun, gemi makineleri açısından kritik bir arıza olarak değerlendirilir, çünkü motorun mekanik işleyişine doğrudan etki eder. Krank mili, motorun dönen ve hareket eden parçaları arasında yer alır ve sürekli yağlama gerektirir. Yağ sızıntısı meydana geldiğinde, krank mili ile yataklar arasında sürtünme artar, bu da aşınma ve ısınma gibi problemlere yol açar. Ayrıca, yağın azalması, krank milinin yanlış hizalanmasına veya deformasyonuna sebep olabilir. Bu durum motorun verimliliğini düşürmekle kalmaz, maliyetli onarımlara veya motorun tamamen durmasına neden olabilir.

Böyle bir arıza, operasyonel kesintilere ve uzun vadede ciddi donanım hasarlarına yol açabilecek risk taşır.

Krank milindeki yağ sızıntısının en fazla etkilenen arıza olmasının sebebi, motorun diğer kritik bileşenleriyle bağlantılı olmasıdır. Soğutma sistemindeki tıkanıklıklar, aşırı ısınma sonucu yağın viskozitesini düşürerek sızıntılara yol açabilir. Benzer şekilde, segmanların yapışması motor içindeki basınç ve sıcaklık dengesini bozarak krank miline fazla yük binmesine ve yağ sızıntısına neden olabilir. Bu tür sistemler arası etkileşimler sonucunda yağ sızıntısı, diğer arızaların etkisiyle en fazla tetiklenen arıza olarak öne çıkar.

Sonuç olarak, yağ sızıntısının en yüksek etkilenme potansiyeline sahip arıza olarak çıkması, gemi makinelerinin sürdürülebilirliği ve güvenliği açısından endişe verici bir durumdur.

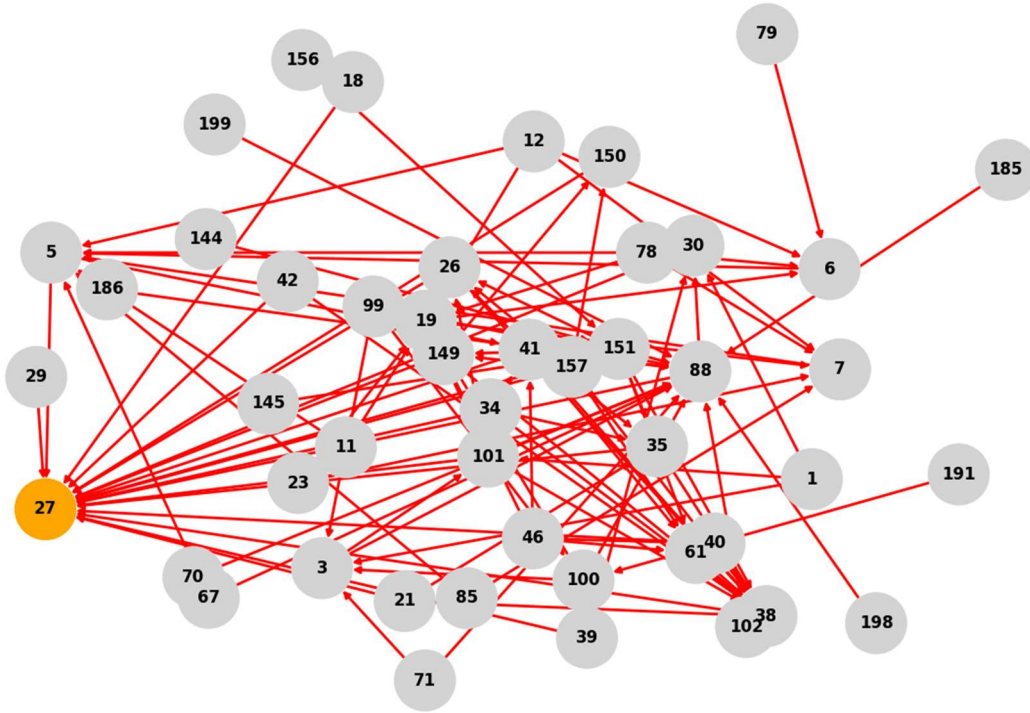


Şekil 75. Etkilenme olasılığı en yüksek 1. arızanın etkileşim ağı

Şekil 76'da en yüksek 2. etkilenme olasılığına sahip olan arıza, arıza numarası 27 olan segmanların yapışmasıdır. Segmanlar, motorun yanma odasında sızdırmazlığı sağlamak ve silindir duvarları ile piston arasındaki sürtünmeyi minimize etmek gibi kritik görevleri yerine getirir. Eğer halkalar yapışırsa, motorun verimliliği düşer, yakıt tüketimi ve egzoz emisyonları artar, ayrıca silindir duvarlarında aşınma ve çizikler meydana gelir. Bu da motorun mekanik ömrünü kısaltır.

Segmanların yapışması, en fazla etkilenen ikinci arıza olarak öne çıkar, çünkü motorun diğer bileşenlerindeki bozulmalardan doğrudan etkilenir. Örneğin, soğutma sistemindeki tıkanıklıklar motorun aşırı ısınmasına yol açarak segmanların genişlemesine ve yapışmasına sebep olabilir. Aynı şekilde, yağlama sisteminde bir sorun yaşandığında, halkaların yeterince yağlanmaması sürtünme nedeniyle yapışmalarına neden olur. Motor içindeki yüksek sıcaklık, aşırı basınç ve yetersiz yağlama gibi faktörler segmanların işlevini kaybetmesine yol açar.

Yapışan halkalar, ayrıca silindirde gaz kaçaklarına sebep olarak yanma veriminin daha da düşmesine ve motorun zorlanmasına neden olur. Bu durum, motorun daha fazla zorlanmasına ve halkaların tamamen işlevsiz hale gelmesine ya da kırılmasına yol açabilecek zincirleme arızalara sebep olabilir. Sonuç olarak, segmanların yapışması, motorun genel işleyişine ciddi zararlar verme riski taşıyan bir arıza olarak öne çıkar.

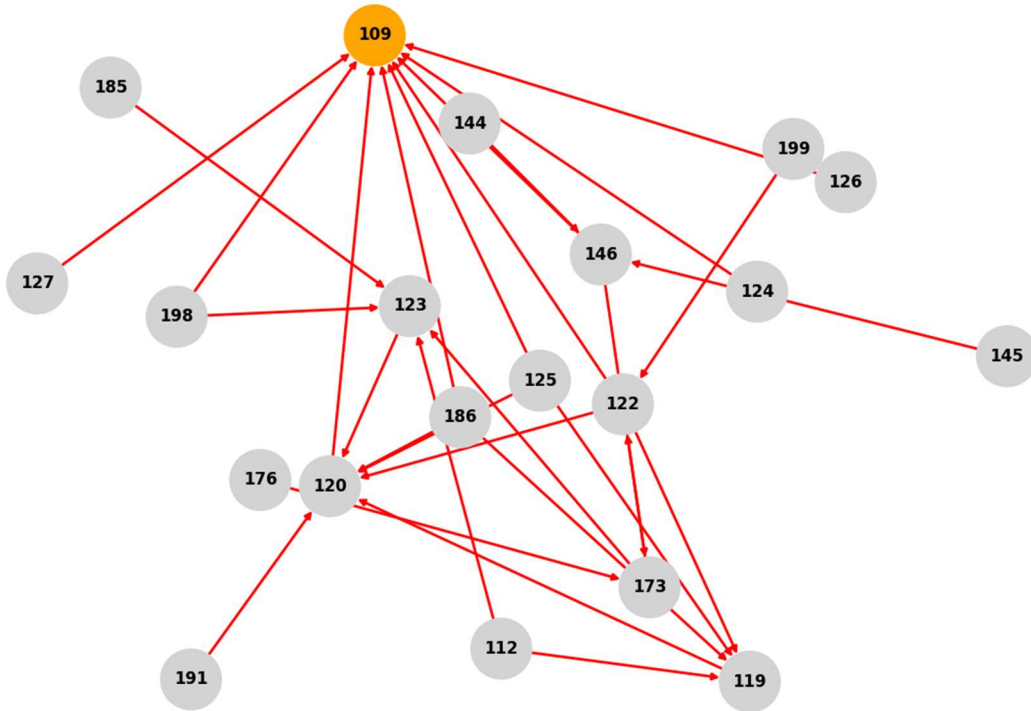


Şekil 76. Etkilenme olasılığı en yüksek 2. arızanın etkileşim ağı

Şekil 77'de en yüksek 3. etkilenme olasılığına sahip arıza, arıza numarası 109 olan jeneratör motorunun aşırı ısınmasıdır. Jeneratör motorunun aşırı ısınması, gemi makineleri açısından kritik bir arızadır çünkü jeneratörler, geminin elektrik ihtiyacını sürekli karşılamak zorundadır. Aşırı ısınma, jeneratörün performansını düşürmekle kalmaz, aynı zamanda ciddi

mekanik ve elektriksel sorunlara yol açabilir. Bu durum, motorun iç parçalarının yüksek sıcaklıklarda çalışmasıyla yalıtım malzemelerinin bozulmasına ve kısa devre riskine neden olur. Jeneratörün aşırı yüklenmesi sonucunda enerji üretim kapasitesi azalır ve sistemin tamamen devre dışı kalması riski oluşur.

Jeneratör motorunun aşırı ısınmasının en yüksek üçüncü etkilenme arızası olmasının sebebi, diğer sistemlerle yakından ilişkili olmasıdır. Soğutma sistemindeki tıkanıklıklar veya yağlama sorunları gibi arızalar jeneratörün yeterince soğutulamamasına ya da daha fazla sürtünmeye maruz kalmasına neden olabilir. Ayrıca, aşırı yüklenme veya bakım eksikliği jeneratörün aşırı çalışarak daha fazla ısınmasına yol açabilir. Bu durum, motorun bileşenlerinin hızla aşınmasına ve jeneratörün sık sık onarım gerektirmesine yol açar. Bu arızanın yüksek etkilenme potansiyeline sahip olması, jeneratörlerin gemi operasyonlarının sürekliliği açısından ne kadar önemli olduğunu ve bu motorların izlenmesinin kritik olduğunu gösterir.



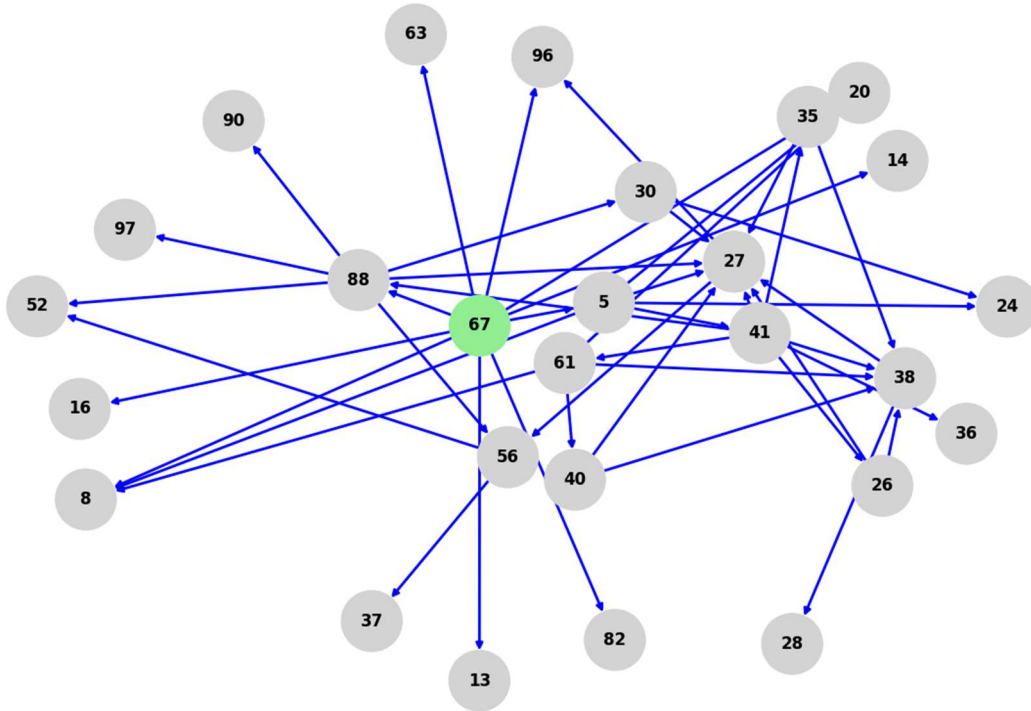
Şekil 77. Etkilenme olasılığı en yüksek 3. arızanın etkileşim ağı

Şekil 78'de en yüksek etkileme olasılığına sahip olan arıza, arıza numarası 67 olan soğutma sistemindeki blokaj ve tıkanıklıklardır. Gemi makineleri açısından kritik bir öneme

sahip olan soğutma sistemi, motorların ve diğer hayati sistemlerin optimum sıcaklıkta çalışmasını sağlar. Soğutma sisteminde meydana gelen herhangi bir blokaj, soğutma sıvısının düzgün dolaşımını engeller ve motorun aşırı ısınmasına yol açar. Bu durum, motor parçalarının genişlemesine, yağın viskozitesinin azalmasına ve erken aşınmalara neden olabilir.

Soğutma sistemindeki bu tıkanıklıklar, sadece motoru değil, aynı zamanda jeneratörler, pompalar ve diğer yardımcı ekipmanları da olumsuz etkiler. Sistem içinde oluşan aşırı basınç, mekanik stres yaratarak boru hatları, bağlantılar ve pompaların arızalanmasına yol açar. Soğutma sistemi arızası, motorun verimliliğini düşürüp operasyonel kesintilere ve ciddi maliyetlere neden olabilir.

Sonuç olarak, soğutma sistemindeki blokajlar ve tıkanıklıklar, motorun ve diğer mekanik bileşenlerin performansını doğrudan etkilediği için en yüksek etkileme potansiyeline sahip arıza olarak öne çıkar. Bu tür problemler, gemi makinelerinin dengesini bozarak birçok kritik arızayı tetikleyebilir ve operasyon güvenliğini tehlikeye atar.

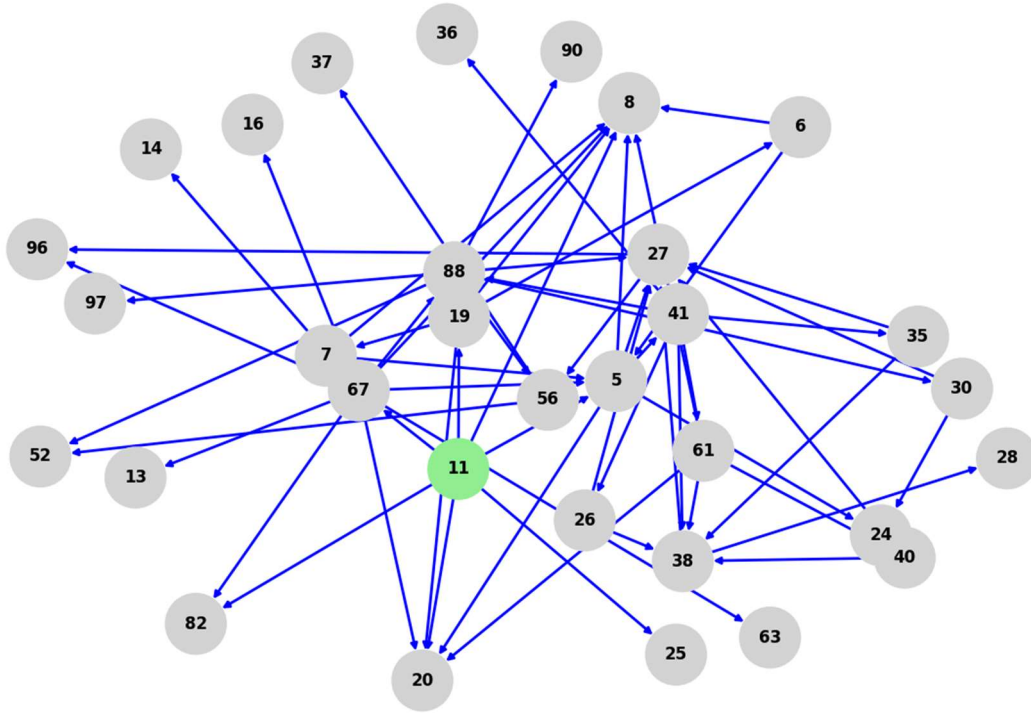


Şekil 78. Etkileme olasılığı en yüksek 1. arızanın etkileşim ağı

Şekil 79’da en yüksek 2. etkileme olasılığına sahip olan arıza, arıza numarası 11 olan krank mili üzerinde çapak veya metal kalıntılarıdır. Bu arıza, motorun mekanik işleyişine

doğrudan zarar vererek zincirleme bir şekilde diğer bileşenlerde de ciddi sorunlara yol açabilir. Krank mili, motorun dönen ve hareket eden en kritik parçalarından biri olduğu için, üzerindeki herhangi bir çapak veya metal kalıntısı, milin yüzeyinde anormal sürtünme yaratır. Bu durum, krank mili yataklarında aşınmaya, yağlama sisteminde aksamalara ve hatta ciddi mekanik deformasyonlara neden olabilir.

Çapak veya metal kalıntıları, motorun dengesini bozarak özellikle yağlama sistemini olumsuz etkiler. Yağlama yetersizliği, krank mili üzerindeki sürtünmeyi artırır, bu da motorun aşırı ısınmasına neden olur ve diğer motor bileşenlerinde zincirleme arızalar tetiklenebilir. Ayrıca, bu kalıntılar motorun metal yüzeylerinde aşınmaya yol açarak hassas parçaların hasar görmesine ve yüksek maliyetli onarımların gerekmesine sebep olabilir. Krank mili üzerindeki bu arıza, motorun genel performansını düşürüp diğer sistemlerin işleyişini de bozarak, gemi makinelerinin işleyişinde yüksek bir etkileme oranına sahip olmasına neden olur.

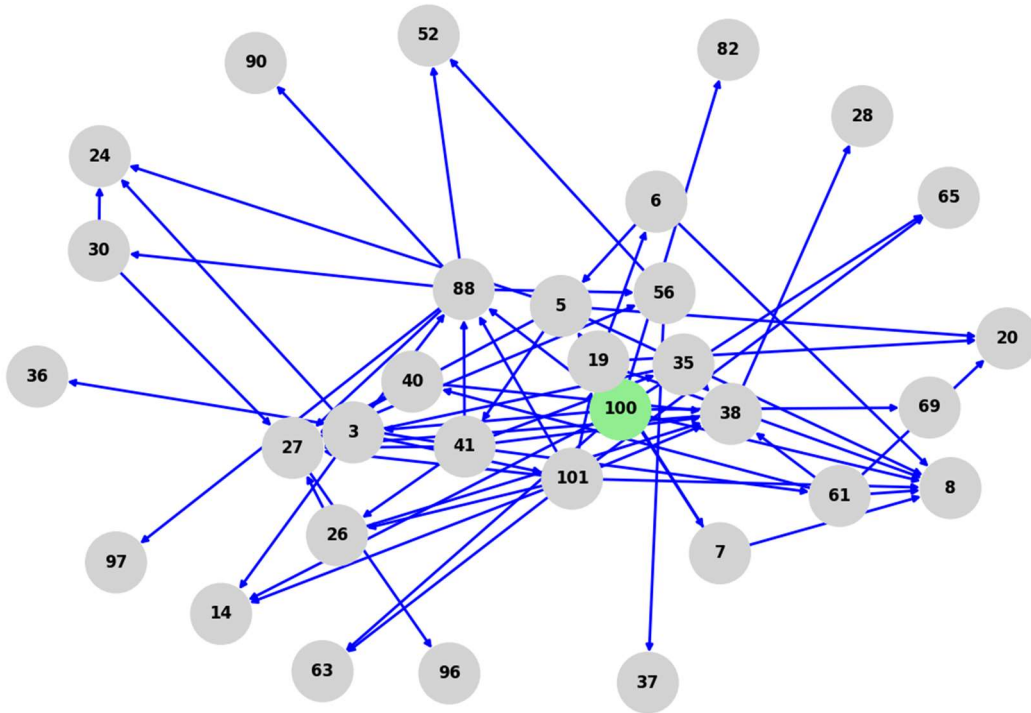


Şekil 79. Etkileme olasılığı en yüksek 2. arızanın etkileşim ağı

Şekil 80’de en yüksek 3. etkileme olasılığına sahip olan arıza, arıza numarası 100 olan düşük soğutma suyu basıncıdır. Bu arıza, gemi makineleri açısından kritik bir sorundur çünkü soğutma sistemi, motorun optimum sıcaklıkta çalışmasını sağlar. Soğutma suyunun basıncı düşük olduğunda, motorun düzgün soğutulması sağlanamaz ve bu durum aşırı

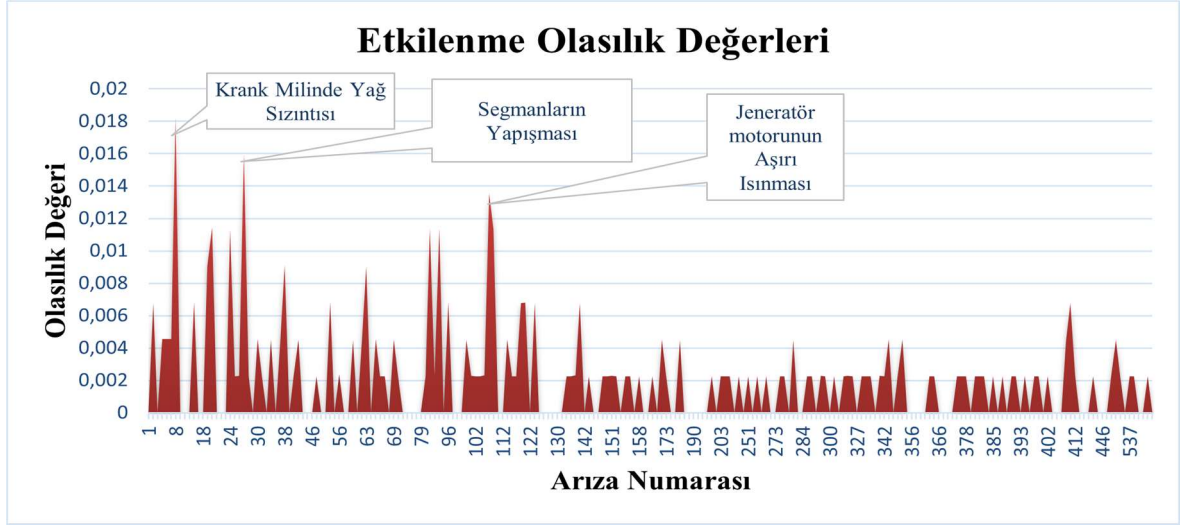
ısınmaya yol açar. Motorun aşırı ısınması, mekanik bileşenlerin genleşmesine ve aşınmasına sebep olabilir, bu da motorun verimliliğinde ciddi düşümlere ve potansiyel olarak büyük arızalara neden olur.

Düşük soğutma suyu basıncı ayrıca yağlama sistemi üzerinde de olumsuz etkiler yaratır. Yetersiz soğutma, yağın viskozitesini değiştirerek yağlama etkinliğini azaltır. Bu da krank mili, pistonlar ve diğer hareketli parçalarda aşırı sürtünme ve ısınma riskini artırır. Sonuç olarak, düşük soğutma suyu basıncı, zincirleme olarak motorun diğer bileşenlerinde ciddi sorunlara yol açabilir. Bu yüzden, bu arızanın yüksek bir etkileme potansiyeline sahip olması, gemi makinelerinin genel işleyişi açısından büyük bir tehdit oluşturur.



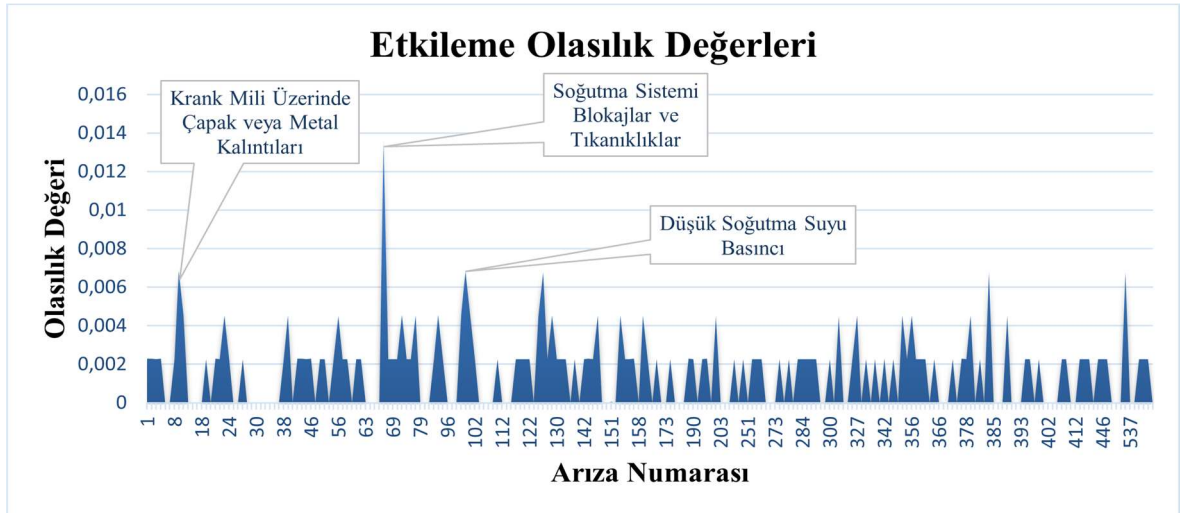
Şekil 80. Etkileme olasılığı en yüksek 3. arızanın etkileşim ağı

Şekil 81’de verilen grafik, her bir arızanın diğer arızalardan ne kadar etkilendiğini gösterir. Yani, her arızanın dış etkenlerden nasıl etkilendiği ve sistemdeki diğer arızalarla ne ölçüde ilişki içinde olduğu bu değerlerle anlaşılır. Yüksek etkilenme olasılığına sahip arızalar, diğer arızalardan daha fazla etkilenme eğilimindedir. Örneğin, krank milinde meydana gelen bir yağ sızıntısı veya segmanların yapışması gibi arızalar, sistemdeki başka arızalardan kaynaklanan problemlere karşı hassas olabilir. Bu tür arızalar, zayıf noktalar olarak kabul edilebilir ve operasyonel süreçte daha fazla dikkat gerektirir.



Şekil 81. Tüm arızalar için etkilenme olasılık değerleri

Şekil 82’de verilen grafik, her bir arızanın diğer arızaları ne kadar etkilediğini gösterir. Yani, bir arızanın sistemdeki diğer arızalar üzerinde ne kadar büyük bir etki yaratabileceğini ifade eder. Etkileme olasılığı yüksek olan arızalar, sistemin genel işleyişine daha fazla zarar verebilir ve zincirleme arızalara yol açabilir. Örneğin, soğutma sistemindeki blokajlar, motorun aşırı ısınmasına neden olabilir ve bu durum krank mili, pistonlar ve diğer motor bileşenlerinde ciddi arızalara yol açabilir. Bu tür arızalar, sistemin performansını önemli ölçüde düşürdüğü için öncelikli olarak ele alınması gereken kritik sorunlardır.



Şekil 82. Tüm arızalar için etkileme olasılık değerleri

Tez çalışması Bölüm 3.2’de, makine dairesi arızalarına yönelik olasılık hesaplamaları gerçekleştirilerek, arızalar arasındaki tetikleme ve etkilenme ilişkileri analiz edilmiştir. Bu analizler, arızaların birbirleri üzerindeki potansiyel etkilerini değerlendirerek, özellikle yüksek tetikleyici ya da etkilenme olasılığına sahip olanları belirlemiştir. Bu sonuçların, bakım ekiplerinin hangi arızaların öncelikli olarak ele alınması gerektiğini daha iyi anlamalarına yardımcı olacağı düşünülmektedir. Zincirleme sorunlar yaratabilecek arızaların tespit edilmesi, risk yönetimi açısından önemli bir katkı sağlamaktadır.

Olasılık hesaplamaları sonrası elde edilen değerler, renklendirme yoluyla görselleştirilmiş ve arızalar, olasılıklarına göre sınıflandırılmıştır. Kritik arızaların kırmızı ile, daha az önemli arızaların ise sarı, yeşil ve mavi tonlarla gösterilmesi, bakım planlarının daha etkili ve stratejik şekilde yapılmasını mümkün kılmıştır. Bu görsel sınıflandırma, özellikle karmaşık arıza verileri üzerinde hızlı bir şekilde aksiyon alınmasına yardımcı olabilir.

Renk kodlarının veri tabanına entegrasyonu ile her arıza için olasılık temelli görsel bir temsil sağlanmıştır. Bu sayede bakım süreçlerinde karar alma mekanizmalarının daha da güçlendirileceği, yüksek olasılıklı arızalara yönelik proaktif müdahale imkânı doğacağı düşünülmektedir. Sonuç olarak, çalışma, arıza verilerinin olasılıklara dayalı değerlendirilmesinin, bakım yönetiminde daha etkin bir yaklaşım sunduğunu göstermektedir.

3.3. Tasarlanan Uzman Sistem

ShipMach. Expert, gemi makine dairesindeki sistemlerde meydana gelen arızaların teşhisi, çözümü ve gelecekte ortaya çıkabilecek arızaların tahmini amacıyla geliştirilmiştir. Program, gemi makineleri mühendisliği alanında kullanıcıya rehberlik etmek üzere yapılandırılmış olup, arıza tespiti ve çözüm önerileri sunmaktadır. Bunun yanı sıra, kullanıcının girdiği verilere dayalı olarak olası arıza risk senaryolarını öngörmeye yönelik tahminler yapmaktadır.

Kullanıcı, program aracılığıyla belirli bir arıza veya problemle ilgili sorular yönelttiğinde, sistem bu girdiyi doğal dil işleme (NLP) teknolojisiyle analiz eder. Analiz sırasında, kullanıcının ifadesindeki kilit terimler tespit edilerek, bu terimlerin kök halleri çıkarılır ve ilgili olmayan dilsel unsurlar filtrelenir. Ardından, program, kullanıcının girdiği terimlerle ilişkilendirilebilecek arıza kayıtlarını tespit etmek amacıyla veritabanında bir

arama gerçekleştirir. Bu süreç yalnızca kelime eşleştirmeye dayanmaz; anlam benzerliği bazında bir karşılaştırma yapılır. Program, kullanıcı girdisi ile veritabanında depolanan arıza kayıtları arasında semantik bir benzerlik ölçümü yaparak, kullanıcının aradığı bilgiyle en ilişkili olan kaydı bulur ve sunar.

Veritabanında bulunan arıza kayıtları, yalnızca teknik bir veri olarak sunulmaz. Program, bu kayıtları GPT-4 modelini kullanarak daha anlaşılır ve kapsamlı bir açıklama haline getirir. GPT-4, veri tabanından elde edilen arıza tanımı, çözüm önerisi, olası etkiler ve arıza etkilenme ve etkileme potansiyeli gibi bilgileri alarak, bunları kullanıcıya yönelik detaylı ve açıklayıcı bir metin haline getirir. Bu sayede kullanıcı, yalnızca teknik verilerle değil, bu verilerin bağlamsal olarak nasıl ele alınabileceğiyle ilgili bir anlayış kazanır.

Eğer veritabanında kullanıcının sorgusuna uygun bir kayıt bulunmazsa, program doğrudan GPT-4 modeline başvurarak, kullanıcının sorusuna yanıt oluşturur. GPT-4, geniş dil modeli yapısını kullanarak kullanıcı girdisini analiz eder ve en uygun cevabı sağlar. Bu aşamada veri tabanına dayalı bir bilgi kullanılmamakla birlikte, modelin dil işleme yetenekleri sayesinde kullanıcıya genel bir açıklama sunulur.

Program, kullanıcının sorusunun gemi makineleri ve ilgili sistemlerle alakalı olup olmadığını tespit edebilme kapasitesine sahiptir. Bu işlem, GPT-4 modeli aracılığıyla gerçekleştirilir ve sistem, kullanıcının girdiği sorunun gemi makineleriyle ilgili olup olmadığına karar verir. Eğer sorgu gemi makineleriyle ilgiliyse, veritabanı sorgusu yapılır; aksi takdirde, genel bir yanıt üretmek üzere GPT-4 modeline başvurulur.

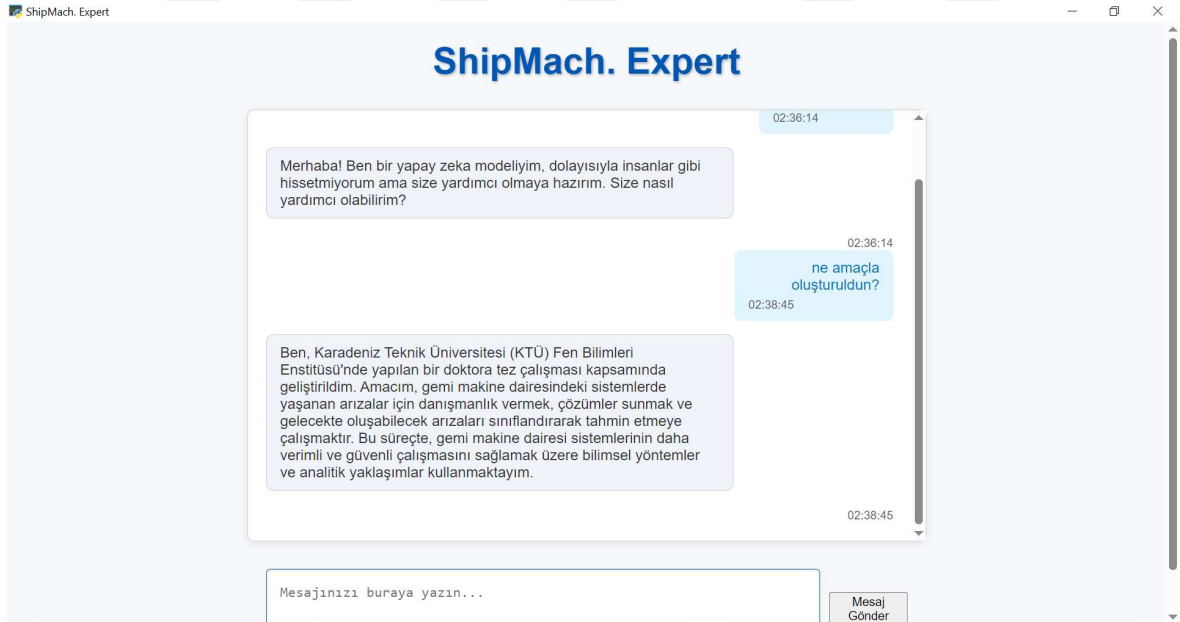
Web tabanlı bir kullanıcı arayüzü ile sunulan program, kullanıcıların tarayıcı üzerinden kolayca erişim sağlamasına olanak tanır. Bu arayüz sayesinde, kullanıcılar gemi makineleriyle ilgili teknik sorular sorabilir ve programın sunduğu çözümleri ve önerileri hızlı bir şekilde alabilirler. Arka planda çalışan sunucu, kullanıcıdan gelen soruları işler, veritabanı sorgulamalarını gerçekleştirir ve gerektiğinde GPT-4 modeli aracılığıyla yanıtlar oluşturur.

Sonuç olarak, bu program, gemi makine dairesindeki sistemlerin arıza teşhisi ve çözümü için ileri düzeyde yapay zeka ve doğal dil işleme teknolojilerini kullanarak kullanıcıya etkili bir danışmanlık hizmeti sunma amacı taşımaktadır. Bu kapsamda, hem mevcut arızaların doğru teşhis edilmesi hem de gelecekte oluşabilecek arızaların tahmin edilmesi amaçlanmaktadır. Programın, teknik bilgileri anlaşılır ve geniş bir bağlamda sunarak, gemi makineleri mühendisliği alanında önemli bir destek mekanizması işlevi

görmeyi hedeflemektedir. Şekil 83 ve Şekil 84’te ShipMach. Expert’in kullanıcıya verdiği doğal dil tepkileri görülmektedir.



Şekil 83. ShipMach. Expert ara yüz görünümü ve kullanıcıya verdiği tepkiler: 1. Bölüm



Şekil 84. ShipMach. Expert ara yüz görünümü ve kullanıcıya verdiği tepkiler: 2. Bölüm

Sözel verilerin test edilmesi ve doğrulanması, özellikle teknik alanlarda önemli bir zorluk teşkil etmektedir. Bu tür veriler, doğruluk ve güvenilirlik açısından detaylı analizler

gerektirir, çünkü farklı kaynaklardan elde edilen bilgiler genellikle yorumlanabilir ve değişkenlik gösterebilir. Gemi makineleri gibi karmaşık sistemlerde meydana gelen arızalarla ilgili açıklamaların doğruluğunu test etmek, bu bağlamda geliştirilen yapay zeka tabanlı sistemlerin başarımını değerlendirmek açısından kritik bir rol oynar. Sözel ifadeleri değerlendirip teknik verilerle kıyaslayabilen sistemler, bu test süreçlerinde daha güvenilir sonuçlar sunabilir. Bu nedenle, geliştirilmiş olan ShipMach. Expert gibi sistemlerin sözel verilere dayalı doğrulama ve test süreçlerinden geçmesi, uygulamada ne kadar başarılı olduklarını ve güvenilir şekilde danışmanlık hizmeti sunup sunamayacaklarını ortaya koymaktadır.

Gemi makine dairesi arızalarının teşhis ve çözüm süreçlerinde kullanılmak üzere geliştirilen ShipMach. Expert sisteminin doğruluğunu ve güvenilirliğini değerlendirmek amacıyla bir dizi senaryo oluşturulmuştur. Gemi makinelerinde meydana gelen arızaların literatürdeki açıklamalarına dayalı olarak oluşturulan bu senaryolar, sistemin mevcut bilimsel bilgi ve literatürle uyumluluğunu test etmek için tasarlanmıştır. Her bir senaryo, belirli bir arıza tipine odaklanmakta ve sistemin verdiği yanıtların literatürde sunulan bilgilerle karşılaştırılmasıyla doğrulama yapılmaktadır.

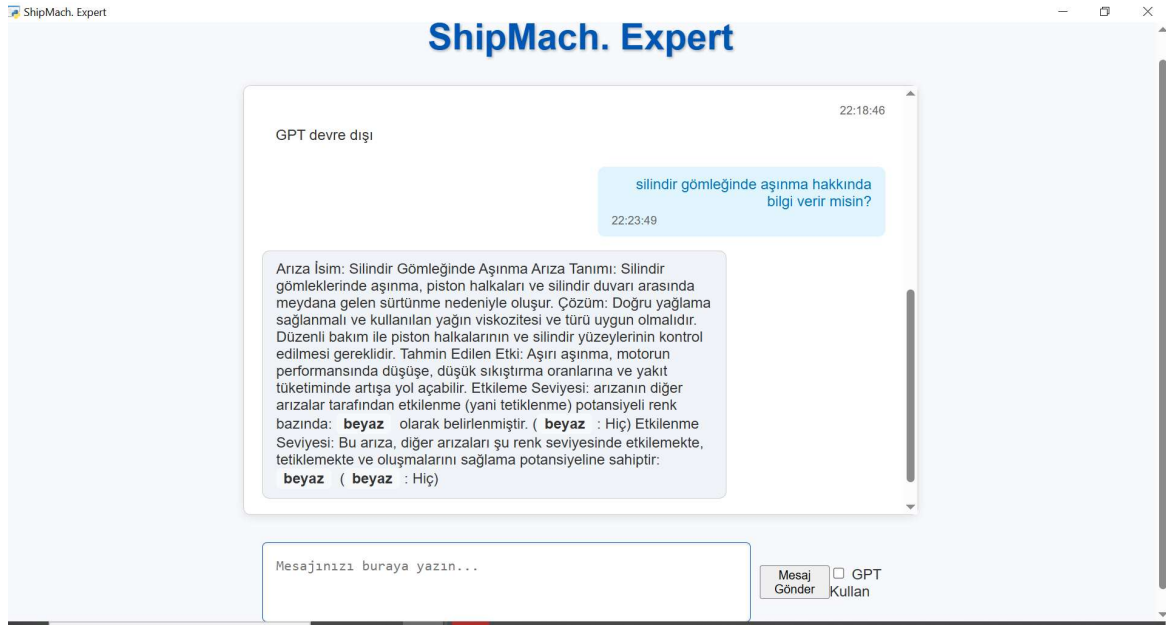
Senaryolar, literatürde tanımlanmış arıza durumları ve etkilerine dayanmaktadır. Böylece, sistemin farklı arıza senaryolarında verdiği yanıtların doğruluğu ölçülmekte ve bu yanıtların, sistemin gemi makineleri mühendisliği alanında bir danışmanlık aracı olarak ne kadar güvenilir olduğunu ortaya koymaktadır. Bu süreç, sistemin teorik bilgileri nasıl işlediğini ve pratikte ne derece uygulanabilir olduğunu test etmeye yönelik bir yöntem olarak kullanılmaktadır.

Lazakis vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada, gemi ana makinesinde meydana gelen silindir gömleği aşınmasının sıkıştırma kaybı ve artan yağ tüketimi gibi olumsuz sonuçlar doğurduğu vurgulanmıştır. Bu aşınmanın, motor performansında düşüş ve yanma verimliliğinde azalmaya neden olduğu, ayrıca motor gücünde azalma ve yakıt tüketiminde artışla sonuçlandığı belirtilmiştir.

Senaryo 1 kapsamında, geliştirilen uzman sistem olan ShipMach. Expert üzerinde “silindir gömleğinde aşınma” arızası sorgulanmış ve sistemin verdiği yanıtın literatürle tutarlı olduğu tespit edilmiştir. Sistem, arızanın sıkıştırma kaybı, artan yağ tüketimi, motor gücü kaybı ve yakıt tüketimi artışı gibi etkilerini doğru bir şekilde tanımlamıştır. Sistem tez çalışması kapsamında belirlenen arıza etkileşimlerine (etkileşimlerde tespit edilmişse) göre arızanın tetikleyebileceği (sebeplenebileceği) arızalar ile arızayı tetikleyebilecek (arızaya

neden olabilecek) durumları ortaya koymuş ve bu arıza ShipMach. Expert tarafından belirli renklerle sınıflandırılmıştır. Bu renk sınıflandırması, arızanın ciddiyet seviyesini gösterir. Bu sınıflandırma, sistemin arızaların potansiyel etkilerini görsel olarak sunarak daha hızlı karar alınmasını sağlamaktadır.

Şekil 85’te, örnek olarak GPT devre dışı bırakılmış ve sorgu yapılmıştır. Programın kendi arama motoruyla veri tabanından bu sorguya verilen cevap ve renk kodlarına göre yapılan arıza sınıflandırması gösterilmektedir.



Şekil 85. Senaryo 1 kapsamında GPT’siz ShipMach. Expert’in sorguya verdiği cevap

Ceylan (2023) çalışmasında, düşük yağlama yağı basıncının kompresörlerde ciddi sorunlara yol açabileceğini vurgulamıştır. Yağlama yetersizliğinin, motor bileşenlerinin aşırı ısınmasına ve özellikle kompresör parçaları ile yataklarının arızalanmasına neden olabileceği ifade edilmiştir. Kompleks motor sistemlerinde, düşük yağlama basıncı, bu tür kritik arızaların oluşumuna zemin hazırlar. Motor bileşenlerinin aşırı ısınması, aşınmayı hızlandırarak motorun performansını ve güvenilirliğini uzun vadede ciddi şekilde düşürmektedir.

Senaryo 2 doğrultusunda, ShipMach. Expert sisteminde “Kompresör yağ basıncının düşmesi” arızası sorgulanmış ve sistemin verdiği yanıtın literatürdeki bulgularla tutarlı olduğu görülmüştür. Sistem, düşük yağ basıncının kompresör parçalarında aşırı ısınma,

yatak arızası ve motor bileşenlerinde aşınmaya yol açabileceğini doğru bir şekilde tanımlamıştır. Sistem tez çalışması kapsamında belirlenen arıza etkileşimlerine (etkileşimlerde tespit edilmişse) göre arızanın tetikleyebileceği (sebeplenebileceği) arızalar ile arızayı tetikleyebilecek (arızaya neden olabilecek) durumları ortaya koymuş ve bu arıza, sistem tarafından renk kodlarıyla sınıflandırılmıştır. Renk kodlaması, sistemin arızaların ciddiyetini görsel olarak sınıflandırarak, kullanıcıya arızanın potansiyel etkilerini hızla değerlendirme imkânı sunmaktadır.

Şekil 86’da bu sorguya verilen cevap ve arıza sınıflandırmasının görsel sunumu yer almaktadır.



Şekil 86. Senaryo 2 kapsamında ShipMach. Expert’in sorguya verdiği cevap

Ahmed ve Gu (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, kazanlarda ateşleme sistemi arızalarının (özellikle ateşleme elektrotları) genellikle düşük alev akımı, kirli veya korozyona uğramış elektrot çubuklarından kaynaklandığı belirtilmiştir. Bu tür arızalar, ateşleme operasyonunun durmasına, gaz akışının kesilmesine ve alev akımının azalmasına yol açabilir. Bu durum, sistemin ısı üretimini durdurmasına ve kapanmasına neden olur, dolayısıyla genel operasyonun aksamasına sebebiyet verir.

Senaryo 3 kapsamında, ShipMach. Expert sisteminde "Ateşleme elektrotları arızası" sorgulanmış ve sistemin verdiği cevabın literatürdeki bilgilerle uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Sistem, ateşleme arızasının neden olduğu düşük alev akımı, kirli veya paslanmış

elektrot çubuklarının yol açtığı sorunları doğru bir şekilde tanımlamıştır. Sistem tez çalışması kapsamında belirlenen arıza etkileşimlerine (etkileşimlerde tespit edilmişse) göre arızanın tetikleyebileceği (sebebe olabileceği) arızalar ile arızayı tetikleyebilecek (arızaya neden olabilecek) durumları ortaya koymuş ve arızanın sistem üzerindeki etkilerini ciddiyetine göre renk kodları ile sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırma, kullanıcıların hızlı müdahale gerektiren durumları görsel olarak kolayca tespit etmelerini sağlamaktadır.

Şekil 87’de bu sorguya verilen yanıt ve arıza sınıflandırması detaylarıyla birlikte sunulmaktadır.



Şekil 87. Senaryo 3 kapsamında ShipMach. Expert’in sorguya verdiği cevap

Balin vd. (2015) yaptığı çalışmada, motor sistemlerindeki yanma odasına yakıt enjeksiyonu ve havalandırma sorunlarının egzoz sıcaklıklarında artışa neden olduğu vurgulanmıştır. Araştırmada, valf ayarlarının yanlış yapılması sonucunda yanma odasına sağlanan yakıt miktarının yanlış ayarlandığı ve bu durumun optimal karışım oranını bozduğu belirtilmiştir. Bu hatalı ayarlar, yanma kalitesini düşürerek egzoz sıcaklığında belirgin bir artışa yol açmaktadır. Ayrıca, havalandırma sistemlerindeki problemler oksijen eksikliğine neden olup, yanma sürecinin düzgün gerçekleştirilmemesine katkıda bulunmaktadır. Egzoz valfi arızaları ve yakıt enjektörü problemleri ise, yanmamış yakıtın yanma odasında kalmasına ve ateşlemeden sonra da yanmaya devam ederek egzoz sıcaklığının daha da yükselmesine neden olmaktadır.

Bu senaryo kapsamında, ShipMach. Expert sisteminde "Egzoz sıcaklığında artış" arızası sorgulanmış ve sistemin verdiği yanıtın literatürdeki bulgularla uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Sistem, valf ayarları ve havalandırma problemleriyle ilgili olarak yanma sürecinde meydana gelen bozulmaları doğru şekilde tanımlamış, egzoz sıcaklığındaki artışın olası nedenlerini detaylı bir şekilde açıklamıştır. Sistem tez çalışması kapsamında belirlenen arıza etkileşimlerine (etkileşimlerde tespit edilmişse) göre arızanın tetikleyebileceği (sebeplenebileceği) arızalar ile arızayı tetikleyebilecek (arızaya neden olabilecek) durumları ortaya koymuş ve arızanın etkileri ciddiyet seviyesine göre renk kodlarıyla sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma, arızanın kritik seviyede olduğunu göstererek kullanıcıların hızlı ve etkili müdahale yapmasını kolaylaştırmaktadır.

Şekil 88'de, bu sorguya verilen yanıt ve arızanın renk kodlarına göre sınıflandırılması gösterilmektedir.



Şekil 88. Senaryo 4 kapsamında ShipMach. Expert'in sorguya verdiği cevap

Çiçek ve Çelik (2013) tarafından yapılan çalışmada, segmanların tortu ve birikintiler nedeniyle yuvasına yapışmasının motor performansında düşüslere ve yanma odasında ateş sızmasına yol açabileceği belirtilmiştir. Bu arızanın motorun yanma verimliliğini olumsuz etkilediği, aynı zamanda piston ve silindir yüzeylerinde aşınmaya ve ciddi motor hasarlarına neden olabileceği vurgulanmıştır. Çalışmada, bu tür sorunların önlenmesi için düzenli bakım yapılmasının ve segmanların temizliğinin önemine dikkat çekilmiştir.

Bu senaryo kapsamında, ShipMach. Expert sisteminde "Segmanların (piston halkalarının) yapışması" arızası sorgulanmış ve sistemin verdiği yanıtın literatürle tutarlı olduğu tespit edilmiştir. Sistem, segmanlardaki tortu birikiminin neden olduğu motor performans düşüşünü, yanma odasında ateş sızması riskini ve bu durumun uzun vadede motor bileşenlerinde oluşturabileceği aşınma ve hasarları doğru bir şekilde tanımlamıştır. Sistem tez çalışması kapsamında belirlenen arıza etkileşimlerine (etkileşimlerde tespit edilmişse) göre arızanın tetikleyebileceği(sebeup olabileceği) arızalar ile arızayı tetikleyebilecek (arızaya neden olabilecek) durumları ortaya koymuş ve arıza ciddiyetine göre sistem tarafından renk kodlarıyla sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma, kullanıcının arızanın ciddiyetini kolayca anlamasını ve gerekli müdahaleleri hızlı bir şekilde yapmasını sağlamaktadır.

Şekil 89’da yapılan sorguya verilen yanıt ve arızanın renk kodlarına göre sınıflandırılması detaylarıyla birlikte sunulmaktadır.



Şekil 89. Senaryo 5 kapsamında ShipMach. Expert’in sorguya verdiği cevap

ShipMach. Expert sistemi, gemi makine dairesindeki arızaların teşhisi ve çözümüne yönelik önemli bir araç olarak tasarlanmış ve yapılan testler sonucunda bu amaca hizmet edecek yetkinliğe sahip olduğu gözlemlenmiştir. Çeşitli literatüre dayalı senaryolar üzerinden gerçekleştirilen doğrulama ve testler, sistemin mevcut bilimsel bilgiyle tutarlı yanıtlar üretebildiğini göstermiştir. Sistemin, arıza tespiti ve sınıflandırma süreçlerinde

güvenilir sonuçlar vermesi, gemi makine mühendisliği alanında bir danışmanlık aracı olarak kullanılabileceğini kanıtlamaktadır.

Sistem, arıza durumlarını yalnızca literatürde sunulan bilgiler doğrultusunda doğru şekilde tanımlamakla kalmamış, aynı zamanda bu arızaların potansiyel etkilerini de renk kodlarıyla görselleştirerek kullanıcıların hızlı ve etkin karar almasını sağlamıştır. ShipMach. Expert'in kullanıcıya sunduğu bu bütünleşmiş yapay zeka ve arıza sınıflandırma yetenekleri, özellikle büyük ve karmaşık gemi makine sistemlerinin yönetiminde önemli bir destek aracı olarak öne çıkmaktadır.

Sonuç olarak, ShipMach. Expert, gemi makine dairesi arızalarının teşhisinde ve çözüm önerilerinin sunulmasında güvenilir bir araç olarak görev yapabilecek kapasitede olduğunu göstermiştir. Literatürle tutarlı sonuçlar üretmesi ve kullanıcı dostu arayüzü sayesinde, gemi makineleri mühendisliğinde önemli bir danışmanlık ve karar destek sistemi olarak kullanılmaya uygun olduğu değerlendirilmektedir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışma, gemi makine dairesindeki arızaların teşhisi, analizi ve bu arızalara yönelik bir uzman sistemin geliştirilmesi üzerine odaklanmıştır. Geliştirilen uzman sistemin temel amacı, gemi makine dairesinde meydana gelen arızaların hızlı ve etkili bir şekilde tespit edilmesi, çözüm önerilerinin sunulması ve gelecekte oluşabilecek arızalar konusunda kullanıcının uyarılmasıdır.

Çalışma kapsamında, gemi makine sistemlerini oluşturan 20 sistem ve bu sistemlere ait 137 bölümde yaşanan toplam 546 arıza detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu kapsamlı veri tabanı, uzman sistemin geliştirilmesi için gerekli olan bilgi altyapısını sağlamıştır. Arızaların analizi sırasında, doğal dil işleme teknikleri ve GPT-4 dil modeli kullanılmış, arıza açıklamaları arasındaki benzerlikler tespit edilerek arızalar arasındaki etkileşimler modellenmiştir. Bu analiz sonucunda, en çok etkilenen arızalar arasında sırasıyla 8 numaralı “krank milinde yağ sızıntısı” (olasılık: 0,0182), 27 numaralı “segmanların yapışması” (olasılık: 0,0160) ve 109 numaralı “jeneratör motorunun aşırı ısınması” (olasılık: 0,0135) öne çıkmıştır. Öte yandan, en çok etkileyen arızalar ise 67 numaralı “soğutma sistemi blokaj ve tıkanıklıkları” (olasılık: 0,0135), 11 numaralı “krank mili üzerinde çapak veya metal kalıntıları” (olasılık: 0,0068) ve 100 numaralı “düşük soğutma suyu basıncı” (olasılık: 0,0068) olarak belirlenmiştir. Bu istatistiksel veriler, sistemler arası arıza etkileşimlerinin belirlenmesinde önemli bir referans oluşturmaktadır.

Etkileşim analizleri aynı zamanda arızaların ciddiyet düzeylerine göre renk kodlarıyla sınıflandırılmasına da olanak tanımıştır. Etkilenme potansiyeline göre, 8 kırmızı (kritik), 12 turuncu (önemli), 1 sarı (orta), 18 yeşil (düşük), 109 mavi (çok düşük) ve 84 beyaz (ihmal edilebilir) düzeyde arıza belirlenmiştir. Etkileme potansiyeline göre ise, 3 kırmızı, 3 turuncu, 21 sarı, 94 yeşil, 32 mavi ve 69 beyaz arıza tespit edilmiştir. Bu dağılım, sistemdeki arızaların hem yayılma hem de etkilenme risklerine ilişkin kapsamlı bir önceliklendirme yapmayı mümkün kılmıştır.

Sistem, kullanıcının girdiği verileri analiz etmekte, ilgili arıza kayıtlarını semantik benzerlik ölçümleriyle tespit etmekte ve GPT-4 modeli aracılığıyla detaylı ve anlaşılır yanıtlar oluşturmaktadır. Buna ek olarak, kullanıcı talebine bağlı olarak GPT desteği devre dışı bırakılabilmekte ve sistem, dahili arama motoru sayesinde yalnızca veri tabanındaki

kayıtları esas alarak sonuç üretebilmektedir. Bu sayede, yapay zekâya dayalı çözümler ile geleneksel bilgiye dayalı sorgulama yöntemleri arasında esnek bir geçiş sağlanmıştır.

Uzman sistemin performansı, literatürde tanımlanmış çeşitli arıza senaryoları üzerinden test edilmiştir. Bu senaryolar, gemi makine dairesinde sıkça karşılaşılan ve kritik öneme sahip arızaları içermektedir. Testler sonucunda, ShipMach. Expert'in arıza teşhisinde ve çözüm önerilerinde yüksek bir doğruluk oranına sahip olduğu gözlemlenmiştir. Sistem, literatürde belirtilen arıza nedenleri ve etkileri ile tutarlı yanıtlar üretmiş, arızaların ciddiyetini ve olası etkilerini sınıflandırmıştır.

Sistemin önemli bir özelliği de arızaların ciddiyetini görsel olarak ifade etmek amacıyla renk kodlaması kullanmasıdır. Bu renk kodlaması sayesinde, kullanıcılar ve bakım ekipleri, arızaların öncelik sırasını ve aciliyetini hızlı bir şekilde değerlendirebilmektedir. Kırmızı renk kritik arızaları, mavi ve beyaz tonlar ise daha az önemli arızaları temsil etmektedir. Bu görsel sınıflandırma, bakım ve onarım süreçlerinin daha etkin planlanmasına olanak sağlamaktadır.

ShipMach. Expert'in kullanımı, gemi makine dairesindeki arızaların teşhisinde zaman ve maliyet tasarrufu sağlamaktadır. Sistem, arızaların hızlı bir şekilde tespit edilmesine ve uygun çözüm önerilerinin sunulmasına katkı sunarak, operasyonel verimliliği artırmaktadır. Ayrıca, arızalar arasındaki etkileşimlerin ve olasılıkların modellenmesi sayesinde, gelecekte oluşabilecek arızaların tahmini ve önleyici bakım faaliyetlerinin planlanması mümkün hale gelmektedir.

Sonuç olarak, bu çalışma kapsamında geliştirilen uzman sistem, gemi makine mühendisliği alanında önemli bir ihtiyaca cevap vermektedir. ShipMach. Expert, geniş ve kapsamlı bir veri tabanına dayanan yapısı, doğal dil işleme yetenekleri ve kullanıcı dostu arayüzü sayesinde, gemi makine dairesindeki arızaların teşhisinde ve çözümünde güvenilir bir yardımcı olarak kullanılabilir. Sistemin, gemi operasyonlarının sürekliliğinin sağlanmasına, beklenmeyen arızaların minimize edilmesine ve bakım süreçlerinin optimize edilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

5. ÖNERİLER

Bu çalışma ile geliştirilen ShipMach. Expert uzman sistemi, gemi makine dairesindeki arızaların teşhisi ve çözümünde önemli bir adım atmıştır. Ancak, sistemin daha etkili ve kullanıcı dostu hale gelmesi için bazı iyileştirmeler yapılabilir.

Öncelikle, sistemin veri tabanı genişletilmeli ve düzenli olarak güncellenmelidir. Farklı gemi tipleri ve makinelerde meydana gelen arızaların verileri eklenerek, sistemin daha çeşitli arızaları tanıyabilmesi sağlanabilir. Bu, sistemin genelleştirilebilirliğini artırarak, daha geniş bir kullanıcı kitlesine hitap etmesine olanak tanır.

Ayrıca, doğal dil işleme yetenekleri geliştirilmeli ve sistemin kullanıcının ifadelerini daha iyi anlayabilmesi hedeflenmelidir. Kullanıcıların farklı terimler ve ifadeler kullanabileceği göz önünde bulundurularak, sistemin dil anlama kapasitesi artırılabilir. Bu sayede, kullanıcılar sorunlarını daha rahat ifade edebilir ve sistemden daha doğru yanıtlar alabilirler.

Makine öğrenmesi ve tahmin modellerinin sisteme entegre edilmesi de önemli bir adımdır. Geçmiş arıza verileri ve trendler kullanılarak, gelecekte oluşabilecek arızalar önceden tahmin edilebilir. Bu, önleyici bakım faaliyetlerinin planlanmasına yardımcı olarak, beklenmeyen arızaların ve buna bağlı operasyonel kesintilerin önüne geçilmesini sağlar.

Kullanıcı arayüzünün ve deneyiminin iyileştirilmesi de göz önünde bulundurulmalıdır. Sistemin kullanımı kolaylaştırılarak, kullanıcıların ihtiyaç duydukları bilgilere hızlı ve etkili bir şekilde ulaşmaları sağlanabilir. Eğitim materyalleri ve rehberler eklenerek, kullanıcıların sistemi daha verimli kullanmaları desteklenebilir.

Son olarak, ShipMach. Expert'in mevcut gemi yönetim ve bakım yazılımlarıyla entegrasyonu sağlanabilir. Bu, verilerin merkezi bir yapıda toplanmasına ve analiz edilmesine imkân tanır. Ayrıca, uluslararası denizcilik standartlarıyla uyumlu hale getirilerek, sistemin kabul edilebilirliği ve kullanımı artırılabilir.

Bu öneriler doğrultusunda yapılacak geliştirmelerle, ShipMach. Expert uzman sistemi, gemi makine dairesindeki arızaların yönetiminde daha etkin ve güvenilir bir araç haline gelecektir.

6. KAYNAKLAR

- Ahmed, S., & Gu, X. C. (2020). Accident-based FMECA study of Marine boiler for risk prioritization using fuzzy expert system. *Results in engineering*, 6, 100123.
- Aikhuele, D. O., Sorooshian, S., Ansah, R. H., & Turan, F. M. (2017a). Application of intuitionistic fuzzy TOPSIS model for troubleshooting an offshore patrol boat engine. *Polish Maritime Research*, 24(2), 68-76.
- Aikhuele, D. O., & Turan, F. M. (2018). A modified exponential score function for troubleshooting an improved locally made Offshore Patrol Boat engine. *Journal of Marine Engineering & Technology*.
- Aikhuele, D. O., Turan, F. M., Odofin, S. M., & Ansah, R. H. (2017b). Interval-valued intuitionistic fuzzy TOPSIS-based model for troubleshooting marine diesel engine auxiliary system. *International Journal of Maritime Engineering*, 159(A1).
- Akagi, S., & Fujita, K. (1987). Building an expert system for the preliminary design of ships. *AI EDAM*, 1(3), 191-205.
- Arendt, R. (2004). The application of an expert system for simulation investigations in the aided design of ship power systems automation. *Expert Systems with Applications*, 27(3), 493-499.
- Balin, A., Demirel, H., & Alarcin, F. (2015). A hierarchical structure for ship diesel engine trouble-shooting problem using fuzzy AHP and fuzzy VIKOR hybrid methods. *Brodogradnja: An International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering for Research and Development*, 66(1), 54-65.
- Balin, A., Demirel, H., Celik, E., & Alarcin, F. (2018). A Fuzzy DEMATEL Model Proposal for the Cause and Effect of the Fault Occurring in the Auxiliary Systems of the Ships' Main Engine. *International Journal of Maritime Engineering*, 160(A2).
- Birts, A., Mcaulay, L., & King, M. (1993). Financial analysis and expert systems. *Journal of Information Technology*, 8(3), 184-194.
- Calder, N. (1992). *Marine Diesel engines: Maintenance, troubleshooting, and repair* (p. 256). Montana: International Marine.
- Cebi, S., Celik, M., Kahraman, C., & Er, I.D. (2009). An expert system towards solving ship auxiliary machinery troubleshooting: SHIPAMTSOLVER. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 7219-7227.
- Ceylan, B. O., Elidolu, G., & Arslanoğlu, Y. (2023). A novel approach for the analysis of engineering complex system accidents: The casualty of the M/V Vitaspirit. *Ocean Engineering*, 276, 114217.

- Ceylan, B. O. (2023). Shipboard compressor system risk analysis by using rule-based fuzzy FMEA for preventing major marine accidents. *Ocean Engineering*, 272, 113888.
- Cho, S. (2006). An exploratory project expert system for eliciting correlation coefficient and sequential updating of duration estimation. *Expert Systems with Applications*, 30(4), 553-560.
- Cicek, K., & Celik, M. (2013). Application of failure modes and effects analysis to main engine crankcase explosion failure on-board ship. *Safety science*, 51(1), 6-10.
- Cooper, G. F., & Herskovits, E. (1992). A Bayesian method for the induction of probabilistic networks from data. *Machine learning*, 9, 309-347.
- Davis, R., Buchanan, B., & Shortliffe, E. (1977). Production rules as a representation for a knowledge-based consultation program. *Artificial intelligence*, 8(1), 15-45.
- De Boer, R., Schutten, J.M.J., & Zijm, W.H.M. (1997). A Decision Support System for Ship Maintenance Capacity Planning. *CIRP Annals*, 46(1), 391-396.
- Demirel, H. (2021). An Evaluation of Human Error Probabilities for Critical Failures in Auxiliary Systems of Marine Diesel Engines. *Journal of Marine Science and Application*, 20, 128–137.
- Demirel, K., & Er, İ. D. (2008). Gemi yardımcı makinaları. Birsen.
- Deris, S., Omatu, S., Ohta, H., Kutar, S., & Samat, P.A. (1999). Ship maintenance scheduling by genetic algorithm and constraint-based reasoning. *European Journal of Operational Research*, 112(3), 489-502.
- Duda, R., Gaschnig, J., & Hart, P. (1981). Model design in the PROSPECTOR consultant system for mineral exploration. In *Readings in Artificial Intelligence* (pp. 334-348). Morgan Kaufmann.
- Feigenbaum, E., & Buchanan, B. (2014). Dendral and meta-dendral. *Readings in Artificial Intelligence*, 313.
- Ferrucci, D., Levas, A., Bagchi, S., Gondek, D., & Mueller, E. T. (2013). Watson: beyond jeopardy!. *Artificial Intelligence*, 199, 93-105.
- Giarratano, J. C., & Riley, G. (1989). *Expert systems: principles and programming*. Brooks/Cole Publishing Co..
- Gil, M., Wróbel, K., Montewka, J., & Goerlandt, F. (2020). A bibliometric analysis and systematic review of shipboard Decision Support Systems for accident prevention. *Safety Science*, 128, 104717.
- Hebb, D. O. (2005). *The organization of behavior: A neuropsychological theory*. Psychology press.
- Hayter, A. J. (2014). Recursive formulas for multinomial probabilities with applications. *Computational Statistics*, 29, 1207-1219.

- Helvacioğlu, S., & Insel, M. (2005). A reasoning method for a ship design expert system. *Expert Systems*, 22(2), 83-92.
- Hosmer, D. W., & Lemeshow, S. (2000). *Applied Logistic Regression* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Jackson, L., & Morton, T. D. (2013). *General Engineering Knowledge For Marine Engineers*. Adlard Coles Nautical.
- Khetagurov, M., & Weinstein, N. (1966). *Marine auxiliary machinery and systems*. Peace Publishers.
- Kokotos, D., & Kyriakakis, A. (2021). Decision making on sea: an expert system for risk assessment in maritime using data mining. *International Journal of Information and Decision Sciences*, 13(4), 365-380.
- Koller, D., & Friedman, N. (2009). *Probabilistic graphical models: principles and techniques*. MIT press.
- Kowalski, Z., Meler-Kapcia, M., Zieliński, S., & Drewka, M. (2005). CBR methodology application in an expert system for aided design ship's engine room automation. *Expert Systems with Applications*, 29(2), 256-263.
- Kowalski, Z., Arendt, R., Meler-Kapcia, M., & Zieliński, S. (2000). Expert system for aided design of ship systems automation. *Expert Systems with Applications*, 18(4), 273-281.
- Kandemir, C., & Celik, M. (2023). A safety supervision tool toward digitalization of maritime HRA applications: the case of MMOHRA. *Journal of Marine Science and Technology*, 28, 87-97.
- Küçükşahin, F. (2011). *Gemi makineleri*. İstanbul: Birsen Yayınevi.
- Lazakis, I., Raptodimos, Y., & Varelas, T. (2018). Predicting ship machinery system condition through analytical reliability tools and artificial neural networks. *Ocean Engineering*, 152, 404-415.
- Lee, S.-S., Lee, J.-K., Park, B.-J., Lee, D.-K., Kim, S.-Y., & Lee, K.-H. (2006). Development of internet-based ship technical information management system. *Ocean Engineering*, 33(13), 1814-1828.
- Li, C., Li, G., Cui, D., & Hu, Y. (2024). Fault diagnosis method of marine centrifugal fan based on adversarial network learning. *Ocean Engineering*, 310, 118747.
- Li, R., Meng, X., Liu, R., Muhammad, R., Li, W., & Dong, J. (2021). Crosshead bearing analysis for low-speed marine diesel engines based on a multi-body tribo-dynamic model. *International Journal of Engine Research*, 22(8), 2442-2463.
- MAN Diesel & Turbo SE. (2012). *Operation and maintenance manual for MAN B&W engines*. Augsburg, Germany: MAN Diesel & Turbo.

- May, K. O. (1952). A Set of Independent Necessary and Sufficient Conditions for Simple Majority Decision. *Econometrica*, 20(4), 680–684.
- Mokashi, A.J., Wang, J., & Vermar, A.K. (2002). A study of reliability-centred maintenance in maritime operations. *Marine Policy*, 26(5), 325-335.
- McGeorge, H. D. (2013). *Marine auxiliary machinery*. Elsevier.
- McCulloch, W. S., & Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *The bulletin of mathematical biophysics*, 5, 115-133.
- McDermott, J. (1982). R1: A rule-based configurer of computer systems. *Artificial intelligence*, 19(1), 39-88.
- Murphy, K. P. (2012). *Machine learning: a probabilistic perspective*. MIT press.
- Pehlivan, E. F., & Altin, I. (2024). Exergy analysis under consideration of operational parameters by numerical approach in a two-stroke marine diesel engine. *Fuel*, 368, 131650.
- Podsiadlo, A., & Tarelko, W. (2006). Modelling and developing a decision-making process of hazard zone identification in ship power plants. *International Journal of Pressure Vessels and Piping*, 83(4), 287-298.
- Shortliffe, E. (Ed.). (2012). *Computer-based medical consultations: MYCIN (Vol. 2)*. Elsevier.
- Smith, J. (2010). Bayesian Networks and Their Applications. *Journal of Statistics*, 45(2), 123-145.
- Sørensen, J. C., Lutzen, M., Eriksen, S., & Jensen, J. B. (2022). A Modular Working Vessel Decision Support System for Fuel Consumption Reduction. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 21(03), 969-997.
- Sun, C., Leiknes, T., Weitzenböck, J., & Thorstensen, B. (2009). The effect of bilge water on a Biofilm—MBR process in an integrated shipboard wastewater treatment system. *Desalination*, 236(1-3), 56-64.
- Taylor, D. A. (1996). *Introduction to marine engineering*. Elsevier.
- Turing, A. M. (2009). *Computing machinery and intelligence* (pp. 23-65). Springer Netherlands.
- URL-1. (2024, Mayıs 15). Main Engine: <https://www.marineinsight.com/category/main-engine/> adresinden alınmıştır.
- URL-2. (2024, Mayıs 15). Ships Machinery Arrangements & Safety Procedure: <http://www.machineryspaces.com> adresinden alınmıştır.

- URL-3. (2024, Ağustos 26). Air Compressor Arrangement & Distribution for Ships Machinery Spaces <http://www.machineryspaces.com/air-compressor.html> adresinden alınmıştır.
- URL-4. (2024, Ağustos 27). Fuel Oil Purifier System: <https://marineinfo.com/fuel-oil-purifier-system/> adresinden alınmıştır.
- URL-5. (2024, Ağustos 20). Boiler: <https://www.marineinsight.com/category/tech/boiler/> adresinden alınmıştır.
- URL-6. (2024, Ağustos 20). Single-duct & Twin-duct Marine Air Conditioning System: <http://www.machineryspaces.com/air-conditioning.html> adresinden alınmıştır.
- URL-7. (2024, Ağustos 23). Oily Water Separator: Construction and Working: <https://www.marineinsight.com/tech/ows/oily-water-separator-construction-and-working/> adresinden alınmıştır.
- URL-8. (2024, Ağustos 25). Sewage Treatment Plant on Ships Explained: <https://www.marineinsight.com/tech/sewage-treatment-plant/> adresinden alınmıştır.
- URL-9. (2024, Ağustos 26). Bow Thruster: How it Works: <https://shipnerdnews.com/bow-thrusters-how-it-works/> adresinden alınmıştır.
- URL-10. (2024, Ağustos 27). Hydraulic Systems : <http://www.machineryspaces.com/hydraulic-systems.html> adresinden alınmıştır.
- URL-11. (2024, Ağustos 27). Understanding Steering Gear System in Ships With Clarity : <https://shipfever.com/steering-gear-system-in-ships/> adresinden alınmıştır.
- URL-12. (2024, Ağustos 27). Emergency Fire Pump : <https://academy.marineinsight.com/courses/emergency-fire-pump/> adresinden alınmıştır.
- URL-13. (2024, Ağustos 28). Emergency Power Supply : <http://www.machineryspaces.com/emergency-power-supply.html> adresinden alınmıştır.
- URL-14. (2024, Ağustos 28). Marine Compressed Air Dryer – Ensuring Efficient Operation and Reliable Maintenance : <https://chiefengineerlog.com/2023/07/22/marine-compressed-air-dryer-ensuring-efficient-operation-and-reliable-maintenance/> adresinden alınmıştır.
- URL-15. (2024, Ağustos 23). Efficiency of Air Compressor and Uses of Compressed Air on a Ship : <https://www.marineinsight.com/tech/air-compressor/efficiency-of-air-compressor-and-uses-of-compressed-air-on-a-ship/> adresinden alınmıştır.
- URL-16. (2024, Ağustos 25). Machinery Space Ventilation On Board Cargo Ships : <http://www.machineryspaces.com/ventilation-methods.html/> adresinden alınmıştır.

- URL-17. (2024, Ağustos 28). Incinerator Operating Procedure : <https://www.meoexamz.co.in/2018/01/incinerator-operating-procedure.html> adresinden alınmıştır.
- URL-18. (2024, Ağustos 21). Refrigeration Onboard Ships : <https://marineengineeringonline.com/refrigeration/> adresinden alınmıştır.
- URL-19. (2024, Ağustos 26). Shell and Tube type Coolers, and Plate type Coolers Operation & Maintenance : <http://www.machineryspaces.com/coolers.html> adresinden alınmıştır.
- URL-20. (2024, Ağustos 26). Fresh Water Generator on Ship: Seawater Desalination Process : <https://maritimepage.com/fresh-water-generator-on-ship-seawater-desalination-process/> adresinden alınmıştır.
- URL-21. (2024, Ağustos 26). Uzman Sistemler - Genel Bakış: <https://gamzenurblog.wordpress.com/2018/02/14/uzman-sistemler-genel-bakis/> adresinden alınmıştır.
- Xu, X., Lin, Y., & Ye, C. (2023). Fault diagnosis of marine machinery via an intelligent data-driven framework. *Ocean Engineering*, 310, 116302.
- Xu, X., Yan, X., Sheng, C., Yuan, C., Xu, D., & Yang, J. (2020). A Belief Rule-Based Expert System for Fault Diagnosis of Marine Diesel Engines. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 50(2), 656-672.
- Zadeh, L. A. (1978). Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. *Fuzzy sets and systems*, 1(1), 3-28.

7. EKLER

Ek Tablo 1. Veri tabanı arızalar tablosu: 1. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
1	1	1	Silindir Bloğunun Çatlaması	Gemi ana makinelerinde, silindir bloğunun çatlaması genellikle aşırı sıcaklık, yüksek basınç ve termal gerilmelerden kaynaklanır. Bu çatlamalar, silindir bloğunun yapısal bütünlüğünü tehlikeye atar.	Çatlamış bir silindir bloğu genellikle tamir edilemez. Çoğu durumda, çatlamış blok tamamen değiştirilmelidir. Gemi bakım onarım ekipmanları bu değişimi gerçekleştirmelidir.	Silindir bloğundaki çatlaklar, motorun aşırı ısınmasına ve ciddi soğutma sıvısı sızıntılarına yol açarak motorun durmasına neden olabilir.
2	1	1	Silindir Bloğunda Distorsiyon	Gemi ana makinelerinde distorsiyon, blokta termal ve mekanik yüklerin etkisiyle oluşur. Bu durum, silindir deliklerinin ovalleşmesine, piston ve segmanların düzgün çalışmamasına neden olabilir.	Distorsiyonun derecesine göre silindir bloğu yeniden işlenebilir veya değiştirilir. Termal gerilmeleri azaltacak önlemler alınmalıdır.	Distorsiyon, motor performansında azalmaya, yakıt tüketiminde artışa ve sızdırmazlık sorunlarına yol açabilir.
3	1	1	Soğutma Kanallarının Tıkanması veya Sızıntısı	Gemi ana makinelerinde, soğutma kanallarının tıkanması motorun düzgün soğutulamamasına neden olur. Bu durum, aşırı ısınma ve silindir bloğunun zarar görmesine yol açabilir.	Tıkanmış soğutma kanalları temizlenmeli, sızıntılar onarılmalıdır. Soğutma sisteminin düzenli olarak bakımı yapılmalıdır.	Soğutma sorunları, motorun aşırı ısınmasına, silindir kapağı contalarının yanmasına ve blok çatlaklarına neden olabilir.
4	1	1	Silindir Bloğunda Korozyon	Silindir bloğu, deniz suyu ile temas veya uygun olmayan soğutma sıvılarının kullanımı nedeniyle korozyona uğrayabilir. Bu, bloğun zayıflamasına ve sızıntılara neden olur.	Korozyona uğrayan bölgeler temizlenmeli ve koruyucu kaplamalar uygulanmalıdır. Ağır korozyon durumunda blok değiştirilmelidir.	Korozyon, soğutma sıvısı ve yağ sızıntılarına, ayrıca motor performansında azalmaya neden olabilir.
5	1	2	Krank Milinde Çatlaklar ve Kırılmalar	Gemi ana makinelerinde, krank mili aşırı mekanik yüklenmeler, anormal yanma basınçları veya su darbesi gibi nedenlerle çatlayabilir veya kırılabilir. Bu durum motorun aniden durmasına veya şiddetli titreşimlere neden olabilir.	Çatlaklar veya kırılmalar tespit edildiğinde, genellikle krank mili onarılamaz ve değiştirilmesi gerekir. Çatlakların onarımı için özel kaynak teknikleri kullanılabilir, ancak bu işlemler geçici çözümler sunar.	Bu tür bir hasar, motorun tamamen durmasına, yağlama sisteminin bozulmasına ve bağlantılı diğer bileşenlerin (örneğin, pistonlar ve silindirler) hasar görmesine yol açabilir.

Ek Tablo 2. Veri tabanı arızalar tablosu: 2. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
6	1	2	Krank Mili Yataklarında Aşınma	Gemi ana makinelerinde krank mili yatakları, yağlama yetersizliği, kirli yağ kullanımı veya yatak malzemesinin kalitesizliği nedeniyle aşınabilir. Bu durum krank milinin düzgün dönmesini engelleyerek motorda anormal titreşimlere neden olur.	Yataklarda aşınma tespit edildiğinde, yataklar değiştirilmelidir. Ayrıca, yağlama sisteminin doğru çalıştığından ve uygun yağın kullanıldığından emin olunmalıdır.	Yatak aşınması, motorun performansında düşüşe, yağ sızıntılarına ve potansiyel olarak krank milinde çatlaklara veya kırılmalara neden olabilir.
7	1	2	Krank Milinde Eğilme veya Bükülme	Gemi ana makinelerinde krank mili, aşırı yüklenme, yağlama yetersizliği veya yatak hasarı nedeniyle eğilebilir veya bükülebilir. Bu durum, motorun dengesiz çalışmasına ve aşırı titreşimlere neden olur.	Hafif eğilmeler hidrolik pres kullanılarak düzeltilebilir. Ancak ciddi bükülmeler genellikle krank milinin değiştirilmesini gerektirir.	Eğilmiş bir krank mili, motorun diğer parçalarında (örneğin, pistonlar ve bağlantı çubukları) ciddi hasarlara yol açabilir ve motorun ömrünü kısaltabilir.
8	1	2	Krank Milinde Yağ Sızıntısı	Gemi ana makinelerinde krank mili veya yatakları hasar gördüğünde yağ sızıntısı meydana gelebilir. Bu durum, motorun yağ basıncını düşürür, aşırı ısınmasına neden olur ve yağlama sisteminin doğru çalışmasını engeller.	Yağ sızıntısı tespit edildiğinde, sızıntının kaynağı bulunmalı ve gerekli onarımlar yapılmalıdır. Sızıntının nedeni yatak hasarıysa, yataklar değiştirilmelidir.	Yağ sızıntısı, motorun aşırı ısınmasına, krank mili hasarına ve motorun tamamen durmasına yol açabilir.
9	1	2	Krank Mili Yüzeyinde Mikro Çatlaklar	Gemi ana makinelerinde krank milinin yüzeyinde mikro çatlaklar, genellikle metal yorgunluğu veya sürekli aşırı yüklenme nedeniyle oluşur. Bu mikro çatlaklar zamanla büyüyerek daha ciddi çatlaklara dönüşebilir.	Mikro çatlaklar tespit edildiğinde, genellikle krank mili yeniden taşlanarak onarılır. Ancak çatlaklar çok ilerlemişse, krank milinin değiştirilmesi gerekebilir.	Mikro çatlaklar büyüdüğünde, motorun ani durmasına, yağ sızıntılarına ve diğer mekanik bileşenlerin hasar görmesine yol açabilir.
10	1	2	Krank Milinde Eksantrik Aşınma	Gemi ana makinelerinde krank mili, eksantrik aşınma nedeniyle dengesiz çalışabilir. Bu aşınma genellikle yataklar veya krank milinin taşlanması sırasında meydana gelen hatalar sonucunda oluşur.	Eksantrik aşınma tespit edildiğinde, krank milinin yeniden işlenmesi veya değiştirilmesi gerekebilir. Yataklar da kontrol edilip gerekiyorsa değiştirilmelidir.	Eksantrik aşınma, motorun dengesiz çalışmasına, titreşimlere ve yağlama problemlerine yol açabilir.

Ek Tablo 3. Veri tabanı arızalar tablosu: 3. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
11	1	2	Krank Mili Üzerinde Çapak veya Metal Kalıntıları	Gemi ana makinelerinde krank milinin yüzeyinde veya yağ kanallarında biriken çapak veya metal kalıntıları, yağlama sisteminin tıkanmasına neden olabilir. Bu durum, krank milinin aşırı ısınmasına ve ciddi hasarlara yol açar.	Yağ kanalları ve krank mili yüzeyi dikkatlice temizlenmelidir. Ayrıca, yağlama sistemi düzenli olarak kontrol edilmeli ve temizlenmelidir.	Metal kalıntıları, motorun yağlama sistemini tıkayarak aşırı ısınmaya ve motorun durmasına neden olabilir.
12	1	2	Krank Milinde Malzeme Yorgunluğu	Gemi ana makinelerinde krank milinde malzeme yorgunluğu, sürekli olarak tekrarlayan stres altında zamanla meydana gelir. Bu, özellikle yüksek devirli motorlarda yaygın olarak görülür.	Malzeme yorgunluğu tespit edildiğinde, genellikle krank milinin değiştirilmesi gerekir. Bu tür yorgunluğun önlenmesi için motorun aşırı yüklenmemesi ve uygun bakım yapılması önemlidir.	Malzeme yorgunluğu, krank milinin kırılmasına, motorun aniden durmasına ve ilgili diğer parçaların hasar görmesine yol açabilir.
13	1	2	Krank Milinde Termal Stres	Gemi ana makinelerinde krank mili, sürekli olarak yüksek sıcaklıklara maruz kaldığında termal stres oluşabilir. Bu, özellikle motorun soğutma sisteminde sorunlar olduğunda meydana gelir.	Termal stresin önlenmesi için motorun soğutma sistemi düzenli olarak kontrol edilmeli ve soğutma sıvısı seviyeleri uygun olmalıdır. Termal stres belirtileri görülürse, krank mili incelenmeli ve gerekiyorsa değiştirilmelidir.	Termal stres, malzeme zayıflamasına, çatlaklara ve krank milinin kırılmasına neden olabilir.
14	1	1	Dış Motor Soğutma Sıvısı Sızıntısı	Gemi ana makinelerinde dış soğutma sıvısı sızıntıları, su pompası, ısı değiştiricileri, ya da boru hatlarında meydana gelir. Ayrıca motor bloğundaki çatlaklar da bu sızıntılara neden olabilir.	Sızıntının kaynağı tespit edilip onarılmalı veya ilgili parçalar değiştirilmelidir. Motor bloğundan kaynaklanan sızıntılar daha ciddi onarımlar gerektirebilir.	Soğutma sıvısı sızıntısı, motorun aşırı ısınmasına ve ciddi motor hasarlarına yol açabilir.
15	1	1	Aşınmış veya Çatlamış Silindir	Gemi ana makinelerinde, silindir içinde aşınma, yanma basıncı ve termal döngüler nedeniyle meydana gelir. Çatlaklar da uzun süreli kullanım sonucu oluşabilir.	Aşınmış silindirler için, silindirlerin çapı artırılarak yeniden işleme yapılabilir. Çatlaklar tespit edilirse, onarım yapılmazsa silindirin değiştirilmesi gerekebilir.	Aşınmış veya çatlamış silindirler, yanma verimliliğini düşürerek motor performansını olumsuz etkiler.
16	1	1	Gözenekli Motor Bloğu	Gemi motor bloklarının döküm işlemi sırasında meydana gelen gözeneklilik, zamanla sızıntılara neden olabilir. Bu, üretim hatalarından kaynaklanır.	Gözenekli bloklar genellikle değiştirilmelidir. Bazı durumlarda, sızıntıları geçici olarak kapatmak için mühürleme yöntemleri kullanılabilir.	Gözenekli blok, sürekli sızıntılara ve motorun güvenilirliğinin azalmasına yol açabilir.

Ek Tablo 4. Veri tabanı arızalar tablosu: 4. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
17	1	1	Krank Karteri Havalandırma Sorunları	Gemi ana makinelerinde krank karteri havalandırma sisteminin tıkanması, blok içinde aşırı basınca neden olur. Bu, yağ sızıntılarına ve contaların arızalanmasına yol açabilir.	Havalandırma sistemi düzenli olarak kontrol edilmeli ve tıkanıklıklar giderilmelidir. Relief valfi ve diğer havalandırma bileşenleri periyodik olarak kontrol edilmelidir.	Havalandırma sorunları, yağ basıncında düşüşe ve motor performansında azalmaya neden olabilir.
18	1	3	Bağlantı Kolunun Eğilmesi veya Bükülmesi	Gemi ana makinelerinde bağlantı kolunun eğilmesi genellikle hidrolik kilitlenme (hydrolocking) veya aşırı yüklenme nedeniyle meydana gelir. Hidrolik kilitlenme, silindire giren suyun sıkıştırılamaması sonucunda meydana gelir ve bağlantı kolunun eğilmesine veya kırılmasına neden olabilir. Bu durum, su giriş sistemi hatalarından kaynaklanabilir.	Eğilmiş veya bükülmüş bir bağlantı kolu onarılamaz; bu durumda yeni bir bağlantı kolu ile değiştirilmesi gerekir. Hidrolik kilitlenmenin önlenmesi için su giriş sistemlerinin ve silindir kapak contalarının düzenli olarak kontrol edilmesi gereklidir.	Bağlantı kolu eğildiğinde, piston hareketi bozulur, bu da silindir gömleklerinde aşınmaya, piston hasarına ve hatta motor bloğunda çatlamalara yol açabilir.
19	1	3	Bağlantı Kolu Yataklarında Aşınma	Gemi ana makinelerinde bağlantı kolu yatakları, yetersiz yağlama veya kirli yağ kullanımı nedeniyle aşınabilir. Bu, bağlantı kolunun düzgün çalışmasını engeller ve motorun dengesiz çalışmasına yol açar. Uzun süreli çalışma veya yetersiz bakım sonucu ortaya çıkabilir.	Yataklar aşındığında değiştirilmelidir. Yağlama sistemi düzenli olarak kontrol edilmeli, kaliteli yağ kullanılmalı ve yağ filtreleri düzenli olarak temizlenmeli ve değiştirilmelidir.	Yatak aşınması, bağlantı kolunun kırılmasına, krank milinin hasar görmesine ve motorun performansında ciddi düşüşe neden olabilir.
20	1	3	Bağlantı Kolunun Kırılması	Gemi ana makinelerinde bağlantı kolunun kırılması, aşırı yüklenme, malzeme yorgunluğu veya ani bir motor durması sonucu meydana gelebilir. Bu durum, motorun ani durmasına ve iç bileşenlerde ciddi hasarlara yol açabilir.	Kırılmış bir bağlantı kolu onarılamaz, bu nedenle değiştirilmesi gerekir. Motorun yeniden monte edilmesi ve diğer iç bileşenlerin dikkatlice incelenmesi gereklidir.	Kırılan bağlantı kolu, motor bloğunda büyük hasara, piston ve krank milinde ciddi sorunlara ve yüksek onarım maliyetlerine yol açabilir.
21	1	3	Detonasyon Nedeniyle Bağlantı Kolu Arızası	Gemi ana makinelerinde Detonasyon, silindir içindeki yakıt-hava karışımının yanlış zamanda patlaması durumudur ve bu, bağlantı koluna aşırı stres yükleyebilir. Yanlış yakıt kullanımı veya hatalı ateşleme zamanlaması bu duruma neden olabilir.	Detonasyon önlemek için ateşleme sisteminin düzgün çalıştığından emin olunmalı, yakıt sistemleri düzenli olarak kontrol edilmeli ve motorun çalışma koşulları optimize edilmelidir.	Detonasyon, segmanların ve pistonların hasar görmesine, silindir gömleklerinde çatlamalara ve bağlantı kolunun kırılmasına neden olabilir.

Ek Tablo 5. Veri tabanı arızalar tablosu: 5. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
22	1	3	Bağlantı Kolu Cıvatalarında Gevşeme	Gemi ana makinelerinde bağlantı kolu cıvataları, yüksek titreşimler veya termal genişleme nedeniyle gevşeyebilir. Bu durum, bağlantı kolunun yerinden çıkmasına ve ciddi hasarlara yol açabilir.	Cıvataların düzenli olarak kontrol edilmesi ve uygun torkla sıkılması gerekir. Ayrıca, cıvatalarda aşınma veya hasar olup olmadığı düzenli olarak kontrol edilmelidir.	Gevşek cıvatalar, bağlantı kolunun yerinden çıkmasına, krank milinin hasar görmesine ve motorun ani olarak durmasına yol açabilir.
23	1	3	Bağlantı Kolu Yağlama Yetersizliği	Gemi ana makinelerinde bağlantı kolunun düzgün çalışabilmesi için yeterli yağlama gereklidir. Yağlama yetersizliği, aşırı sürtünmeye ve aşınmaya neden olabilir. Bu durum, uzun süreli çalışma koşullarında kritik bir arıza sebebidir.	Yağlama sistemi düzenli olarak kontrol edilmeli, uygun yağ kullanılmalı ve yağ değişimleri zamanında yapılmalıdır. Yağ kanallarının tıkanmaması için filtreler düzenli olarak temizlenmelidir.	Yağlama yetersizliği, bağlantı kolu ve yataklarda ciddi aşınmaya, krank milinde hasara ve motorun aşırı ısınmasına neden olabilir.
24	1	3	Bağlantı Kolu ve Piston Pimi Arasında Hizalama Sorunları	Gemi ana makinelerinde bağlantı kolu ve piston pimi arasında hizalama sorunları, motor montajı sırasında hatalar veya zamanla meydana gelen aşınma nedeniyle oluşabilir. Bu durum, bağlantı kolunun eğilmesine veya kırılmasına yol açabilir.	Motorun montajı sırasında doğru hizalamanın sağlanması gerekir. Eğer hizalama sorunları tespit edilirse, motorun tekrar monte edilmesi veya ilgili parçaların değiştirilmesi gerekebilir.	Hizalama sorunları, bağlantı kolunun kırılmasına, piston hasarına ve motorun ani durmasına yol açabilir.
25	1	3	Bağlantı Kolu Yataklarında Metalik Parçacıklar	Gemi ana makinelerinde yağlama sistemine giren metalik parçacıklar, bağlantı kolu yataklarında çiziklere ve aşınmalara neden olabilir. Bu durum, uzun süreli çalışmada performans kaybına yol açabilir.	Yağlama sistemi filtresinin düzenli olarak kontrol edilmesi ve gerektiğinde değiştirilmesi gereklidir. Ayrıca, motor yağı düzenli olarak değiştirilmelidir.	Metalik parçacıklar, bağlantı kolu yataklarında ciddi hasara, motorun performansında düşüşe ve yüksek onarım maliyetlerine yol açabilir.
26	1	4	Piston Üzerinde Aşırı Isınma	Pistonun aşırı ısınması, soğutma sisteminin arızalanması veya yetersiz yağlama nedeniyle meydana gelir.	Soğutma sistemi ve yağlama sistemi düzenli olarak kontrol edilmeli, sorun tespit edilirse onarılmalıdır.	Segmanların sıkışması, silindir gömleği aşınması, motor gücünde azalma gibi ciddi problemlere yol açabilir.
27	1	4	Segmanların Yapışması	Segmanların yapışması veya kırılması, pistonun silindiri tam olarak mühürleyememesine neden olur.	Segmanlar düzenli olarak kontrol edilmeli ve aşınma varsa değiştirilmelidir.	Yanma gazı sızıntısı, egzoz dumanında artış, düşük motor performansı, yakıt verimliliğinde azalma gibi sorunlara neden olabilir.

Ek Tablo 6. Veri tabanı arızalar tablosu: 6. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
28	1	4	Yanma Gazı Sızıntısı	Piston ve silindir arasındaki conta veya halkaların düzgün çalışmaması, yanma gazlarının dışarı sızmasına neden olur.	Conta ve halkaların durumu kontrol edilmeli ve gerektiğinde değiştirilmelidir.	Düşük güç üretimi, silindir kapağı hasarı, egzoz dumanında artış gibi sorunlara yol açabilir.
29	1	4	Piston Pim Arızası	Piston pimi, pistonun hareketini bağlantı koluna ileten kritik bir parçadır. Aşırı yüklenme veya yetersiz yağlama, pimde aşınmaya veya kırılmaya neden olabilir.	Piston pimi düzenli olarak kontrol edilmeli ve aşınma tespit edilirse değiştirilmelidir.	Segman aşınması, bağlantı kolu hasarı, silindir çizilmesi gibi ciddi arızalar meydana gelebilir.
30	1	4	Silindir Gövdesinde Çatlaklar	Silindir gövdesinde çatlaklar, aşırı basınç veya hızlı soğuma gibi durumlar nedeniyle oluşabilir.	Silindir gövdesi kontrol edilmeli ve çatlak tespit edilirse onarılmalı veya değiştirilmelidir.	Piston kırılması, su veya yağ sızıntıları, silindir kapağı hasarı gibi büyük problemlere yol açabilir.
31	1	4	Piston Yüzeyinde Karbon Birikimi	Yanma sırasında tam yanmayan yakıtın kalıntıları, piston yüzeyinde karbon birikmesine neden olur.	Düzenli olarak pistonlar temizlenmeli ve yakıt enjeksiyon sistemi optimize edilmelidir.	Silindir gömleği aşınması, yanma odası basıncında dengesizlik, yakıt tüketiminde artış gibi sorunlar oluşabilir.
32	1	5	Silindir Gömleğinde Aşınma	Silindir gömleklerinde aşınma, segmanları ve silindir duvarı arasında meydana gelen sürtünme nedeniyle oluşur.	Doğru yağlama sağlanmalı ve kullanılan yağın viskozitesi ve türü uygun olmalıdır. Düzenli bakım ile segmanların ve silindir yüzeylerinin kontrol edilmesi gereklidir.	Aşırı aşınma, motorun performansında düşüşe, düşük sıkıştırma oranlarına ve yakıt tüketiminde artışa yol açabilir.
33	1	5	Silindir Gömleklerinde Korozyon	Silindir gömleklerinde korozyon, yüksek kükürt içeriğine sahip yakıtların yanması sonucunda oluşan asitler nedeniyle meydana gelir.	Yüksek alkalikli silindir yağı kullanılarak asit oluşumu nötralize edilmeli ve soğutma suyu sıcaklığı doğru seviyede tutulmalıdır.	Korozyon, silindir gömleğinde ciddi hasara, yakıt sızıntılarına ve motorun genel verimliliğinde düşüşe yol açabilir.
34	1	5	Silindir Gömleğinde Aşındırma (Abrasion)	Aşındırma, yakıt içindeki katalitik ince partiküller veya yanma sırasında oluşan metal parçacıkları gibi sert parçacıkların silindir yüzeyine zarar vermesiyle meydana gelir.	Yakıtın ve yağın filtrelmesi ve temizlenmesi, ayrıca uygun yağlama sağlanarak aşındırma önlenmelidir.	Aşındırma, segmanlarda hasara, silindir yüzeyinde çiziklere ve silindir ömrünün kısalmasına neden olabilir.

Ek Tablo 7. Veri tabanı arızalar tablosu: 7. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
35	1	5	Yapışma (Adhesion) veya Sürtünme Hasarı (Scuffing)	Yapışma veya sürtünme hasarı, segmanları ve silindir yüzeyi arasında lokal kaynaklanmalara neden olan, yetersiz yağlama veya aşırı sıcaklık durumlarında ortaya çıkan bir arızadır.	Yağlama sistemi doğru şekilde çalıştırılmalı ve motorun sıcaklık kontrolü sağlanmalıdır. Düşük kükürtlü yakıt kullanırken özel yağlama gereksinimlerine dikkat edilmelidir.	Bu tür bir hasar, motorun tamamen durmasına, silindir yüzeyinde derin izlere ve segmanların hasar görmesine yol açabilir.
36	1	5	Mikro Tutuşmalar (Micro-Seizure)	Mikro tutuşmalar, segmanları ve silindir gömleği arasındaki küçük düzensizlikler sonucu oluşur. Yetersiz yağlama veya aşırı yüklenme bu sorunu tetikleyebilir.	Düzenli yağlama ve motor yükünün kontrolü ile mikro tutuşmalar önlenmelidir.	Eğer mikro tutuşmalar kontrol altına alınmazsa, segmanlarda ciddi hasara, silindir yüzeyinde çiziklere ve motorun performansında düşüşe yol açabilir.
37	1	5	Silindir Gömleğinde Çatlaklar	Aşırı basınç veya ani sıcaklık değişimleri, silindir gömleğinde çatlaklara yol açabilir.	Silindir gömleği düzenli olarak kontrol edilmeli ve çatlak tespit edilirse derhal değiştirilmelidir.	Çatlaklar, yanma odasında kaçaklara, motor gücünde ciddi düşüşlere ve yakıt sızıntılarına yol açabilir.
38	1	6	Silindir Yağlama Sisteminde Yetersiz Yağlama	Silindir gömleği ile segmanlar arasında yeterli yağ filminin oluşmaması durumunda meydana gelir. Bu durum, aşırı sürtünmeye ve silindir gömleğinde ciddi aşınmalara yol açar.	Yağlama sisteminin düzenli olarak kontrol edilmesi ve motor yüküne göre uygun yağ miktarının kullanılması gereklidir. Yağ kalitesi ve viskozitesine dikkat edilmelidir.	Silindir gömleğinde aşırı aşınma, segmanların hasarı ve motor verimliliğinde düşüşe neden olabilir.
39	1	6	Silindir Yağlama Sisteminde Yağ Kalitesinin Düşmesi	Kullanılan yağın kalitesinin düşmesi, yakıtın yanması sırasında oluşan asitlerin nötralize edilememesine yol açabilir. Bu durum, özellikle yüksek kükürt içeren yakıt kullanıldığında ortaya çıkar.	Yakıtın kükürt içeriğine uygun yüksek alkalini yağların kullanılması gerekir. Ayrıca, yağın düzenli olarak yenilenmesi ve filtrelerin temizlenmesi önemlidir.	Korozyon, silindir gömleğinde çatlaklar ve piston hasarına neden olabilir.
40	1	6	Silindir Yağlama Sisteminde Yağ Tedarikinde Kesinti	Yağlama sisteminde meydana gelen bir arıza, yağın silindir gömleğine ulaştırılamaması durumunda ciddi problemlere yol açar.	Yağlama sistemi boruları ve pompa sistemlerinin düzenli olarak kontrol edilmesi, tedarikte herhangi bir kesinti olup olmadığının izlenmesi gerekir.	Motorun aşırı ısınması, segmanları erimesi ve silindir gömleğinde ciddi deformasyonlar meydana gelebilir.

Ek Tablo 8. Veri tabanı arızalar tablosu: 8. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
41	1	6	Silindir Yağlama Sisteminde Yağlamanın Yanlış Zamanlanması	Silindir yağlama sistemindeki zamanlama hataları, yağın piston hareketi ile senkronize olmadan enjekte edilmesine neden olabilir.	Zamanlama sistemlerinin düzenli olarak kalibre edilmesi ve modern, elektronik kontrollü yağlama sistemlerinin kullanılması gereklidir.	Yetersiz yağlama nedeniyle silindir gömleğinde aşınma, segmanların hasarı ve motorun performansında düşüş meydana gelebilir.
42	1	6	Silindir Yağlama Sisteminde Yağda Kontaminasyon	Yağlama yağında metal parçacıkları, yakıt artıkları veya kir gibi yabancı maddelerin bulunması, yağın etkinliğini azaltır ve silindir yüzeyine zarar verir.	Yağ filtresi düzenli olarak değiştirilmelidir ve yağın temiz olduğundan emin olunmalıdır.	Silindir gömleğinde aşındırma, segmanlarda hasar ve motorun genel ömründe kısalma meydana gelebilir.
43	1	6	Silindir Yağlama Sisteminde Aşırı Yağ Tüketimi	Aşırı yağ tüketimi, silindir yağlama sisteminde bir sorun olduğunu gösterir.	Yağ besleme oranlarının kontrol edilmesi ve gerekli ayarlamaların yapılması gereklidir. Ayrıca, yağ kaçakları olup olmadığı kontrol edilmelidir.	Yağın hızla tükenmesi, yetersiz yağlama ve silindir gömleğinde aşırı aşınma gibi sorunlara yol açabilir.
44	1	7	Çapraz Kafada Yetersiz Yağlama	Çapraz kafa yatakları, düşük hızda ve sürekli bir aşağı yönlü kuvvet altında çalışır. Bu durum, yeterli yağ filminin oluşmasını zorlaştırır ve yağlama yetersizliği meydana gelebilir.	Yüksek basınçlı yağ pompaları kullanılarak, yağın yataklara etkin bir şekilde ulaşması sağlanmalıdır. Ayrıca, çapraz kafa tasarımının optimize edilmesi, yağlama etkisini artırabilir.	Yetersiz yağlama, çapraz kafa yataklarında aşırı aşınma, sıcaklık artışı ve potansiyel yatak arızalarına yol açabilir.
45	1	7	Çapraz Kafada Aşırı Aşınma	Çapraz kafa yatakları, sürekli ve ağır yük altında çalıştığı için aşırı aşınma riski altındadır. Yetersiz yağlama veya düşük kaliteli yağ kullanımı, bu aşınmayı hızlandırabilir.	Yüksek kaliteli ve uygun viskoziteye sahip yağ kullanımı, düzenli bakım ve yağlama sistemi kontrolleri aşınmayı azaltabilir.	Aşırı aşınma, yatak arızalarına, piston hareketinde anormalliklere ve motor verimliliğinde düşüşe neden olabilir.
46	1	7	Çapraz Kafa Yağlama Sisteminde Kesinti	Yağlama sistemindeki bir arıza veya kesinti, çapraz kafa yataklarına yeterli yağın ulaşmamasına neden olabilir.	Yağlama sisteminin düzenli olarak kontrol edilmesi ve herhangi bir kesintinin derhal giderilmesi gereklidir. Yedek yağ pompaları bulundurulması da önemlidir.	Yağlama sistemindeki kesintiler, yataklarda ciddi hasarlara, piston-çapraz kafa arasındaki bağlantının bozulmasına ve motorun durmasına yol açabilir.

Ek Tablo 9. Veri tabanı arızalar tablosu: 9. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
47	1	7	Çapraz Kafa Pimi Aşınması	Çapraz kafa pimi, bağlantı çubuğunun salınım hareketi nedeniyle sürekli yük altındadır. Bu yük, pimin yüzeyinde aşınmalara neden olabilir.	Pimin düzenli olarak kontrol edilmesi ve gerekirse yüksek kaliteli malzemelerle değiştirilmesi gerekir. Ayrıca, pim tasarımının güçlendirilmesi düşünülebilir.	Pimin aşınması, çapraz kafa ve bağlantı çubuğu arasındaki bağlantının zayıflamasına, titreşimlerin artmasına ve potansiyel yatak arızalarına neden olabilir.
48	1	7	Çapraz Kafada Sıcaklık Artışı	Yetersiz yağlama veya aşırı yüklenme, çapraz kafa yataklarında aşırı ısınmaya neden olabilir.	Yağlama sisteminin etkinliği artırılmalı ve yatak sıcaklıkları düzenli olarak izlenmelidir. Gerekğinde soğutma önlemleri alınmalıdır.	Sıcaklık artışı, yağın bozulmasına, yataklarda metal-metal temasına ve motorun genel verimliliğinde düşüşe neden olabilir.
49	1	7	Çapraz Kafa Yataklarında Çatlaklar	Çapraz kafa yatakları, sürekli ve değişken yükler altında çalıştığı için zamanla çatlaklar oluşabilir.	Yatakların düzenli olarak incelenmesi ve çatlakların tespit edilmesi durumunda onarım veya değiştirme işlemleri yapılmalıdır.	Çatlaklar, yatak arızalarına, pistonun hareketinde düzensizliklere ve motor performansında ciddi düşüşlere neden olabilir.
50	1	8	Turboşarj Yetersiz Yağlama	Turboşarjın düzgün çalışabilmesi için yatakların yeterli şekilde yağlanması gerekir. Yetersiz yağlama, yataklarda aşırı sürtünmeye neden olur ve turboşarjın ciddi hasar görmesine yol açar.	Düzenli yağ değişimi yapılmalı ve yüksek kaliteli, uygun viskoziteye sahip yağlar kullanılmalıdır. Ayrıca yağ filtreleri temiz tutulmalı ve yağ hatlarında tıkanıklık olup olmadığı kontrol edilmelidir.	Yetersiz yağlama, turboşarj rotorunda hasara, kompresör kanatlarının aşınmasına ve turboşarjın tamamen arızalanmasına yol açabilir.
51	1	8	Turboşarj Yabancı Cisim Hasarı	Turboşarjın yüksek hızda çalışan parçalarına yabancı cisimlerin girmesi ciddi hasarlara yol açabilir. Bu cisimler genellikle motorun önceki arızalarından kaynaklanan metal parçacıkları olabilir.	Motorun tüm bileşenleri, özellikle turboşarj öncesi ve sonrası bölümler, yabancı cisimlerden arındırılmalı ve temiz tutulmalıdır. Arızadan sonra motor sistemi iyice temizlenmelidir.	Yabancı cisim hasarı, turboşarj pervanelerinde dengesizlik, kompresör tekerinde kırılma ve genel turboşarj performansında ciddi düşüşlere neden olabilir.
52	1	8	Turboşarj Aşırı Hızlanma (Overspeeding)	Yakıt enjeksiyon sistemi arızaları veya egzoz sıcaklıklarının yüksek olması, turboşarjın aşırı hızlanmasına neden olabilir. Bu durum, turboşarjın parçalarında aşırı gerilme yaratır.	Yakıt enjeksiyon sistemi doğru şekilde ayarlanmalı ve egzoz sıcaklıkları düzenli olarak izlenmelidir. Turboşarjı korumak için aşırı hız durumunda devreye giren güvenlik sistemleri kullanılmalıdır.	Aşırı hızlanma, turboşarj rotorunun kırılmasına, turboşarj gövdesinde çatlaklara ve genel motor performansında ciddi düşüşlere yol açabilir.

Ek Tablo 10. Veri tabanı arızalar tablosu: 10. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
53	1	8	Turboşarj Karbon Birikintisi ve Tıkanıklık	Egzoz gazı devresinde biriken karbon, turboşarjda tıkanıklıklara neden olabilir. Bu durum, turboşarjın verimini düşürür ve motorun güç kaybına yol açar.	Düzenli olarak turboşarjın egzoz ve kompresör bölümleri temizlenmeli, karbon birikintileri giderilmelidir. Ayrıca egzoz gazı sıcaklıkları kontrol altında tutulmalıdır.	Karbon birikintisi, turboşarjda aşırı basınç, egzoz gazı devresinde tıkanıklık ve motor performansında düşüşe neden olabilir.
54	1	8	Turboşarj Yatak Arızası	Turboşarj yatakları, aşırı yük altında ve yüksek hızda çalıştıkları için zamanla aşınabilir veya arızalanabilir. Bu durum, turboşarjın verimli çalışmasını engeller.	Yatakların düzenli olarak kontrol edilmesi ve gerektiğinde değiştirilmesi gerekir. Yüksek kaliteli yağ kullanımı ve düzenli yağ değişimleri yatak ömrünü uzatır.	Yatak arızası, turboşarj rotorunda dengesizlik, kompresör ve türbin tekerlerinde hasar ve turboşarjın tamamen arızalanmasına neden olabilir.
55	1	9	Egzoz Sistemi Geri Basınç (Back Pressure)	Egzoz sisteminde meydana gelen tıkanıklıklar veya boru hatlarındaki çok fazla kıvrım, egzoz gazlarının çıkışını engelleyerek geri basınca yol açar.	Egzoz sistemi tasarımı, üretici spesifikasyonlarına uygun olarak yapılmalı. Boru çapları, uzunlukları ve kıvrım sayıları en aza indirilmeli, egzoz çıkışı su hattının üzerinde tutulmalıdır.	Geri basınç, motorun aşırı ısınmasına, turboşarjda aşırı yük ve egzoz valflerinin erken aşınmasına neden olabilir.
56	1	9	Egzoz Gazı Sıcaklığında Artış	Yüksek egzoz gazı sıcaklığı, yanma sürecinde oluşan problemlerden kaynaklanır. Yakıt enjeksiyon sisteminde hatalar veya egzoz valflerinin doğru çalışmaması bu duruma yol açabilir.	Yakıt enjeksiyon sisteminin düzenli olarak ayarlanması ve egzoz valflerinin uygun şekilde çalıştığından emin olunması gereklidir. Egzoz gazı sıcaklığı sürekli olarak izlenmelidir.	Yüksek egzoz sıcaklıkları, silindir gömleklerinde aşırı aşınma, turboşarjda hasar ve motor verimliliğinde düşüşe yol açabilir.
57	1	9	Egzoz Sistemi Karbon Birikintisi	Egzoz sisteminde biriken karbon, özellikle turboşarj ve egzoz manifoldunda tıkanıklıklara neden olabilir.	Düzenli bakım ve temizlik işlemleri yapılmalı. Karbon birikintileri tespit edildiğinde temizlenmeli, egzoz gazı devresinin açık olduğundan emin olunmalıdır.	Karbon birikintisi, egzoz gazı geri basıncını artırabilir, motorun aşırı ısınmasına ve genel performans düşüklüğüne neden olabilir.
58	1	9	Egzoz Sızıntısı	Egzoz borularında meydana gelen çatlaklar veya bağlantı noktalarındaki gevşemeler, egzoz gazlarının sızmasına neden olabilir.	Egzoz boruları ve bağlantı noktaları düzenli olarak kontrol edilmeli, herhangi bir sızıntı tespit edilirse derhal onarılmalıdır.	Egzoz sızıntıları, motor performansında düşüşe, motorun verimliliğinin azalmasına ve personel için ciddi sağlık risklerine yol açabilir.

Ek Tablo 11. Veri tabanı arızalar tablosu: 11. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
59	1	9	Egzoz Borularında Korozyon	Egzoz sistemine giren tuzlu su veya nem, egzoz borularında korozyona neden olabilir.	Egzoz boruları, korozyona dayanıklı malzemelerden üretilmelidir. Düzenli bakım ve korozyon önleyici tedbirler alınmalıdır.	Korozyon, egzoz sızıntılarına, geri basınç ve egzoz sisteminin tamamen arızalanmasına yol açabilir.
60	1	9	Egzoz Sistemi Tıkanıklığı	Egzoz boruları veya susturucuların tıkanması, egzoz gazlarının düzgün bir şekilde atılamamasına yol açar.	Egzoz sistemi düzenli olarak kontrol edilmeli ve tıkanıklık tespit edildiğinde temizlenmelidir.	Tıkanıklıklar, motorun verimliliğinde düşüşe, egzoz gazı sıcaklıklarında artışa ve motorun aşırı ısınmasına neden olabilir.
61	1	10	Yağlama Sistemi Yetersiz Yağlama	Yağlama sisteminde yetersiz yağlama, pistonlar, yataklar ve diğer hareketli parçalar arasında yeterli yağ filminin oluşmamasına neden olabilir.	Yağ pompasının düzgün çalıştığından emin olunmalı, yağ filtreleri temizlenmeli ve yağ basıncı düzenli olarak kontrol edilmelidir.	Yetersiz yağlama, silindir gömleklerinde aşınmaya, krank mili ve yataklarda ciddi hasarlara ve motorun genel performansında düşüşe neden olabilir.
62	1	10	Yağlama Sistemi Yağda Kontaminasyon	Yağ sistemine giren su, yakıt veya metal parçacıkları gibi yabancı maddeler, yağın özelliklerini bozarak yağlamanın etkinliğini azaltabilir.	Yağın düzenli olarak analiz edilmesi ve filtrelerin temizlenmesi gereklidir. Kontamine olmuş yağlar derhal değiştirilmelidir.	Yağda kontaminasyon, yataklarda ve diğer kritik motor parçalarında aşınmaya, korozyona ve motorun genel verimliliğinde düşüşe yol açabilir.
63	1	10	Yağlama Sistemi Düşük Yağ Basıncı	Yağ basıncının düşmesi, yağın motorun tüm bileşenlerine yeterli miktarda ulaşmamasına neden olur. Bu durum genellikle yağ pompası arızaları veya yağ sızıntılarından kaynaklanır.	Yağ basıncı düzenli olarak izlenmeli, düşük basınç durumunda yağ pompaları ve basınç valfleri kontrol edilmelidir.	Düşük yağ basıncı, motorun aşırı ısınmasına, yatakların ve diğer hareketli parçaların aşınmasına ve motor arızalarına neden olabilir.
64	1	10	Yağlama Sistemi Yağ Sızıntıları	Yağ borularında veya contalarda meydana gelen sızıntılar, yağ seviyesinin düşmesine ve yağın kritik bileşenlere ulaşamamasına neden olur.	Yağ boruları ve contaları düzenli olarak kontrol edilmeli, herhangi bir sızıntı tespit edildiğinde derhal onarılmalıdır.	Yağ sızıntıları, motorun yetersiz yağlanması, aşırı ısınmaya ve kritik motor parçalarında hasara neden olabilir.
65	1	10	Yağlama Sistemi Yağ Soğutucu Arızası	Yağ soğutucusunun arızalanması, yağın yeterince soğutulmamasına ve motor parçalarının aşırı ısınmasına neden olabilir.	Yağ soğutucuları düzenli olarak temizlenmeli ve arızalanmaları durumunda derhal değiştirilmelidir.	Yağ soğutucu arızası, motorun aşırı ısınmasına, yağın bozulmasına ve motorun genel performansında düşüşe yol açabilir.

Ek Tablo 12. Veri tabanı arızalar tablosu: 12. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
66	1	10	Yağlama Sistemi Yağ Filtrelerinin Tıkanması	Yağ filtrelerinin tıkanması, yağın motorun kritik bileşenlerine ulaşmasını engeller ve bu da yetersiz yağlamaya neden olur.	Yağ filtreleri düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde değiştirilmelidir.	Tıkanmış filtreler, yetersiz yağlama, motor aşırı ısınması ve ciddi motor hasarlarına yol açabilir.
67	1	11	Soğutma Sistemi Blokajlar ve Tıkanıklıklar	Deniz suyu soğutma sisteminde, boruların içinde biriken deniz canlıları, tortular veya korozyon, su akışını engelleyebilir. Bu durum motorun aşırı ısınmasına yol açar.	Deniz suyu sisteminde düzenli temizlik yapılmalı ve tortu birikimi için kimyasal temizleyiciler kullanılmalıdır. Ayrıca, boruların düzenli olarak kontrol edilmesi ve gerektiğinde temizlenmesi gereklidir.	Tıkanıklıklar motorun aşırı ısınmasına, verimliliğin düşmesine ve ciddi hasarların meydana gelmesine neden olabilir.
68	1	11	Soğutma Sistemi Düşük Soğutma Suyu Seviyesi	Soğutma suyunun seviyesinin düşük olması, yeterli soğutma sağlayamamasına neden olabilir. Bu durum genellikle sızıntılar veya buharlaşma nedeniyle meydana gelir.	Soğutma suyu seviyesi düzenli olarak kontrol edilmeli ve eksilen su, uygun şekilde tamamlanmalıdır. Ayrıca, sistemdeki sızıntılar tespit edilip onarılmalıdır.	Düşük soğutma suyu seviyesi, motorun aşırı ısınmasına, termostat ve su pompası arızalarına neden olabilir.
69	1	11	Soğutma Sistemi Su Pompası Arızası	Soğutma suyu pompasının arızalanması, soğutma suyunun motor boyunca yeterli miktarda dolaşmamasına neden olur. Bu, motorun düzgün şekilde soğutulmamasına yol açar.	Su pompası düzenli olarak kontrol edilmeli, arızalıysa derhal değiştirilmelidir. Ayrıca, pompa contaları ve yatakları da kontrol edilmelidir.	Su pompası arızası, motorun aşırı ısınmasına, ciddi mekanik arızalara ve motorun durmasına yol açabilir.
70	1	11	Soğutma Sistemi Termostat Arızası	Termostatın düzgün çalışmaması, motorun sıcaklık kontrolünün bozulmasına neden olabilir. Termostat, motorun soğutma suyunu belirli bir sıcaklıkta tutmak için açılıp kapanır. Arızalı bir termostat soğutma suyunun doğru şekilde dolaşmasını engeller.	Termostatın düzenli olarak test edilmesi ve gerektiğinde değiştirilmesi gereklidir. Soğutma sistemi bakımı sırasında termostatın çalışma durumu gözden geçirilmelidir.	Termostat arızası, motorun aşırı ısınmasına veya yeterince ısınmamasına, bu nedenle motorun verimli çalışmamasına yol açabilir.
71	1	11	Soğutma Sistemi Isı Eşanjörü Tıkanması	Isı eşanjörü, motor soğutma sisteminde ısının deniz suyu ile değiştirildiği bir bileşendir. Zamanla, bu sistemde deniz suyu tarafından taşınan tortular veya mineraller tıkanıklıklara neden olabilir.	Isı eşanjörünün düzenli olarak temizlenmesi ve sistemde biriken tortuların kimyasal temizleyicilerle giderilmesi gerekir.	Isı eşanjörü tıkanması, motorun yeterince soğutulmamasına, aşırı ısınmaya ve yakıt tüketiminin artmasına neden olabilir.

Ek Tablo 13. Veri tabanı arızalar tablosu: 13. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
72	1	11	Soğutma Suyu Kalitesi ve Korozyon	Soğutma suyunda bulunan tuz, mineral ve organik maddeler, sistemde korozyona neden olabilir. Bu, özellikle metal parçalar için büyük bir tehlikedir.	Soğutma suyu kalitesini düzenli olarak izlemek, uygun inhibitörler eklemek ve sistemi korozyona karşı korumak gereklidir.	Korozyon, soğutma sistemi bileşenlerinde hasara, borularda ve eşanjörlerde sızıntılara ve genel sistem arızalarına yol açabilir.
73	1	12	Karter Patlaması (Crankcase Explosion)	Karter içinde biriken yağ buharının, sıcak bir noktaya temas etmesi sonucu oluşan patlama. Bu patlama, karterdeki basıncın hızla artmasına ve daha büyük bir ikincil patlamaya yol açabilir.	Karterdeki sıcak noktaların önlenmesi için düzenli bakım yapılmalıdır. Yağ buharı dedektörleri (OMD) ve karter basınç tahliye vanaları gibi güvenlik cihazları, patlamaları önlemede kritik rol oynar ve bu cihazların düzenli olarak test edilmesi gereklidir.	Karter patlaması, motorun ciddi şekilde hasar görmesine, hatta gemi mürettebatı için ölümcül sonuçlara yol açabilir.
74	1	12	Karterde Yağ Sızıntıları	Karterde meydana gelen yağ sızıntıları, yağ seviyesinin düşmesine ve yağlamanın yetersiz hale gelmesine neden olabilir.	Karter ve yağlama sistemi düzenli olarak kontrol edilmeli, sızıntı tespit edilirse onarılmalıdır. Yağ seviyesinin sürekli izlenmesi de önemlidir.	Yağ sızıntıları, yatakların aşırı ısınmasına, krank mili ve diğer hareketli parçaların aşınmasına neden olabilir.
75	1	12	Karter İçinde Metal Parçacıkları	Karterde metal parçacıkları birikimi, motorun iç bileşenlerinin aşındığını ve hasar gördüğünü gösterir.	Karterdeki metal parçacıkları düzenli olarak temizlenmeli ve motorun iç bileşenleri incelenmelidir. Gerekirse aşınan parçalar değiştirilmelidir.	Metal parçacıkları, yağlama sistemini tıkayabilir, yataklarda hasara ve motorun genel performansında düşüşe neden olabilir.
76	1	12	Karterde Yüksek Sıcak Noktalar (Hot Spots)	Karterde oluşan yüksek sıcaklık bölgeleri, yağın buharlaşmasına ve patlamaya neden olabilecek bir ortamın oluşmasına yol açabilir.	Motorun düzgün çalıştığından ve aşırı yüklenmediğinden emin olunmalıdır. Yağlama sistemi ve yatakların durumu düzenli olarak izlenmelidir.	Sıcak noktalar, karter patlamasına ve motorun ciddi şekilde hasar görmesine neden olabilir.
77	1	12	Karter Ventilasyon Problemleri	Karterin yeterince havalandırılmaması, basınç birikimine ve yağ buharının yoğunlaşmasına yol açabilir, bu da patlama riskini artırır.	Karter ventilasyon sistemlerinin düzenli olarak kontrol edilmesi ve gerektiğinde temizlenmesi gereklidir.	Yetersiz ventilasyon, karterde basınç artışına ve potansiyel patlama riskine yol açabilir.

Ek Tablo 14. Veri tabanı arızalar tablosu: 14. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
78	1	13	Krank Mili Yatak Aşınması	Yatak aşınması, krank mili yataklarının yüzeyinde zamanla oluşan aşınmalardır. Bu aşınmalar, özellikle yetersiz yağlama, yanlış montaj veya yüksek sıcaklıklar nedeniyle meydana gelir.	Düzenli bakım ve yağlama kontrolleri yapılarak aşınmanın önüne geçilebilir. Ayrıca, yatakların montajının doğru yapılması ve uygun yağların kullanılması da önemlidir. Aşınmış yataklar zamanında değiştirilmelidir.	Aşınmış yataklar, krank milinin dengesiz çalışmasına, titreşimlerin artmasına ve diğer motor bileşenlerinde hasara yol açabilir.
79	1	13	Krank Mili Yatak Sıkışması	Yatak sıkışması, yatak yüzeylerinin birbirine yapışması ve krank milinin dönmesini engellemesi durumudur. Bu genellikle yetersiz yağlama, yüksek sıcaklıklar veya yataklardaki yabancı maddeler nedeniyle oluşur.	Sıkışmayı önlemek için yağlama sisteminin düzenli olarak kontrol edilmesi ve motorun aşırı ısınmasının önlenmesi gereklidir. Ayrıca, yatakların ve yağlama kanallarının temizliği önemlidir.	Yatak sıkışması, krank milinde ciddi hasarlara, motorun durmasına ve hatta yangına neden olabilir.
80	1	13	Krank Mili Yatakta Aşırı Isınma	Yatakta aşırı ısınma, yetersiz yağlama veya aşırı yüklenme sonucu yatak sıcaklığının tehlikeli seviyelere çıkmasıdır. Bu durum, yağın viskozitesinin düşmesine ve yatak yüzeylerinde hasara yol açar.	Motorun yağlama sisteminin düzenli olarak kontrol edilmesi ve yağın viskozitesinin uygun seviyede tutulması gereklidir. Motorun aşırı yüklenmesinden kaçınılmalı ve sıcaklık sensörleri doğru çalışır halde olmalıdır.	Aşırı ısınma, yatak yüzeylerinde çatlaklar oluşturabilir ve sonuç olarak yatak sıkışması veya kırılmalarına neden olabilir.
81	1	13	Krank Mili Yatak Boşluklarının Artması	Yatak boşluklarının artması, yatak ve krank mili arasındaki boşluğun aşırı hale gelmesidir. Bu durum, yanlış montaj, aşınma veya üretim hataları nedeniyle oluşabilir.	Yatak boşlukları düzenli olarak kontrol edilmelidir. Gerekli durumlarda, yataklar yeniden işlenmeli veya değiştirilmelidir. Montaj sırasında doğru toleranslara uyulmalıdır.	Artan boşluklar, krank milinin dengesiz çalışmasına ve motorun genel performansında düşüşe neden olabilir.
82	1	13	Krank Mili Yağ Kaçakları	Krank mili yataklarında meydana gelen yağ kaçakları, yağlamanın yetersiz hale gelmesine ve motorun aşırı ısınmasına yol açabilir. Bu durum, motorun çalışmasını olumsuz etkiler.	Yağ kaçakları tespit edildiğinde derhal onarılmalı ve yağ seviyesi düzenli olarak izlenmelidir. Ayrıca, contaların durumu kontrol edilmelidir.	Yağ kaçakları, yatak aşınmasına, krank mili hasarına ve motorun genel performansında azalmaya neden olabilir.

Ek Tablo 15. Veri tabanı arızalar tablosu: 15. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
83	1	14	Eksantrik Mili Aşınması	Eksantrik mili üzerindeki kam loblarının yüzeyinde zamanla aşınma meydana gelebilir. Bu aşınmalar, valflerin doğru zamanda açılıp kapanmasını engeller, bu da motorun verimliliğini düşürür.	Düzenli bakım ve yağlama, aşınmayı önlemek için kritik öneme sahiptir. Eksantrik mili yüzeyinde aşınma belirtileri görülürse, mili yeniden işlemek veya değiştirmek gerekebilir.	Aşınmış bir eksantrik mili, motorun ateşleme zamanlamasında hatalara, güç kaybına ve yakıt tüketiminin artmasına neden olabilir.
84	1	14	Eksantrik Mili Zamanlama Sorunları	Eksantrik mili ile krank mili arasındaki zamanlama kayması, valflerin yanlış zamanda açılmasına ve kapanmasına yol açar. Bu durum, motorun dengesiz çalışmasına neden olabilir.	Zamanlama kaymasını önlemek için eksantrik mili ve bağlantılı dişli veya zincir sistemlerinin düzenli olarak kontrol edilmesi gereklidir. Zamanlama hataları tespit edilirse, dişli veya zincir sistemi ayarlanmalı veya değiştirilmelidir.	Yanlış zamanlama, motorun düzensiz çalışmasına, egzoz sıcaklıklarının artmasına ve potansiyel olarak motorun zarar görmesine yol açabilir.
85	1	14	Eksantrik Mili Kırılması	Eksantrik mili, aşırı yüklenme, malzeme yorgunluğu veya üretim hataları nedeniyle kırılabilir. Kırık bir eksantrik mili, motorun çalışmasını tamamen durdurabilir.	Kırılmayı önlemek için eksantrik mili ve bağlantılı parçaların düzenli olarak kontrol edilmesi önemlidir. Kırık tespit edilirse, eksantrik mili derhal değiştirilmelidir.	Eksantrik mili kırılması, motorun aniden durmasına, ciddi iç hasarlara ve acil durum müdahalelerine neden olabilir.
86	1	14	Eksantrik Mili Kam Lobu Aşınması	Eksantrik mili üzerindeki kam loblarının aşınması, valf hareketlerinin tam olarak gerçekleşmemesine neden olabilir. Bu, motorun verimsiz çalışmasına yol açar.	Kam loblarının aşınması durumunda, eksantrik mili yenilenmeli veya değiştirilmelidir. Ayrıca, yağlama sisteminin doğru çalıştığından emin olunmalıdır.	Kam lobu aşınması, motor gücünde azalmaya, düzensiz yanmaya ve egzoz emisyonlarının artmasına neden olabilir.
87	1	15	Enjektör Vanası Sıkışması	Enjektör vanasının sıkışması, iğne valfinin kısmen açık, tamamen kapalı veya açık kalması durumudur. Bu durum, erken ateşlemeye, enjektör sızıntısına, yetersiz yakıt enjeksiyonuna ve egzoz gazlarının yakıt ile karışmasına yol açar.	Vana sıkışması durumunda enjektörün sökülüp temizlenmesi ve aşınmış parçaların değiştirilmesi gerekir. Enjektörün yeniden montajı sonrasında basınç testleri yapılmalı ve doğru çalıştığından emin olunmalıdır.	Bu arıza, lokal aşırı ısınmaya, aşındırıcı aşınmaya ve motorun verimsiz çalışmasına neden olabilir.
88	1	15	Enjektör Aşırı Isınması	Yetersiz soğutma veya mekanik kusurlar nedeniyle enjektörlerde aşırı ısınma meydana gelebilir. Bu, iğne valfinin yumuşamasına ve enjektör sızıntısına yol açar, bu da motorun düzensiz çalışmasına neden olur.	Soğutma sisteminin düzgün çalıştığından emin olunmalı ve enjektörler düzenli olarak kontrol edilmelidir. Aşırı ısınmış enjektörler tamir edilmeli veya yenileriyle değiştirilmelidir.	Aşırı ısınma, egzoz sıcaklığının artmasına, dengesiz silindir basınçlarına ve yakıt tüketiminin artmasına neden olabilir.

Ek Tablo 16. Veri tabanı arızalar tablosu: 16. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
89	1	15	Enjektör zamanlama sorunu, zayıf püskürtme	Zayıf püskürtme, yakıtın silindire düzgün bir şekilde atomize edilmemesi durumudur. Bu, düşük yanma verimliliğine, yüksek egzoz sıcaklıklarına ve düzensiz motor çalışmasına yol açabilir.	Püskürtme sorunları genellikle enjektörün temizlenmesi veya püskürtme basıncının ayarlanması ile giderilebilir. Gerekirse, enjektörün değiştirilmesi gerekebilir.	Yetersiz atomizasyon, düzensiz yanmaya, egzoz emisyonlarının artmasına ve motorun genel performansının düşmesine neden olabilir.
90	1	15	Enjektör Sızıntısı	Enjektör sızıntıları, iğne valfinin aşınması, yay kuvvetinin zayıflaması veya enjektör deliklerinin genişlemesi sonucu oluşabilir. Bu sızıntılar, yanma odasına fazla yakıt girmesine ve egzoz gazlarında artışa yol açabilir.	Sızıntı tespit edilirse, enjektörün derhal sökülüp tamir edilmesi veya değiştirilmesi gerekir. Sızıntı ciddi ise, motor yükü azaltılmalı ve arızalı ünite devre dışı bırakılmalıdır.	Enjektör sızıntısı, motorun gücünde azalmaya, egzoz gazlarının koyulaşmasına ve yanma verimliliğinde düşüşe neden olabilir.
91	1	16	Yanmış Supaplar	Yanmış supaplar, özellikle egzoz supaplarında görülen, aşırı sıcaklıklar nedeniyle supap malzemesinin yanması veya aşınması durumudur. Bu durum, supapların düzgün kapanmamasına ve yanma odasında kaçaklara neden olur.	Yanmış supaplar, genellikle supap ve supap yuvası arasında doğru sızdırmazlığı sağlamak için supapların yeniden taşlanması veya değiştirilmesini gerektirir. Ayrıca, motorun soğutma sistemi ve yakıt kalitesine dikkat edilmelidir.	Yanmış supaplar, motorun gücünde azalmaya, yakıt tüketiminde artışa ve egzoz emisyonlarının artmasına neden olabilir.
92	1	16	Eğilmiş Supaplar	Eğilmiş supaplar, genellikle zamanlama kayışının veya zincirinin hatalı çalışması sonucu meydana gelir. Eğilmiş bir supap, diğer motor parçalarına zarar verebilir ve motorun düzgün çalışmasını engelleyebilir.	Eğilmiş supaplar tespit edildiğinde, supaplar ve ilgili zamanlama bileşenleri derhal değiştirilmelidir. Zamanlama kayışının düzenli olarak kontrol edilmesi önemlidir.	Eğilmiş supaplar, motorun performansını ciddi şekilde düşürebilir ve diğer motor bileşenlerinin hasar görmesine neden olabilir.
93	1	16	Supap Kaçakları	Supap kaçakları, supapların yuvalarında tam olarak kapanmaması durumunda meydana gelir. Bu kaçaklar, silindirler arasında basınç farkına ve verimsiz yanmaya yol açar.	Supap kaçakları, supapların yeniden taşlanması veya değiştirilmesi ile giderilebilir. Ayrıca, supap yuvalarının düzenli olarak temizlenmesi ve kontrol edilmesi gereklidir.	Supap kaçakları, motor gücünde düşüşe, egzoz gazlarında artışa ve motorun genel verimliliğinin azalmasına neden olabilir.

Ek Tablo 17. Veri tabanı arızalar tablosu: 17. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
94	1	16	Supapların Aşırı Isınması	Supaplar, özellikle egzoz supapları, aşırı sıcaklıklara maruz kaldığında aşırı ısınabilir. Bu durum, supapların ve supap yuvalarının hasar görmesine neden olabilir.	Motorun soğutma sisteminin doğru çalıştığından emin olunmalıdır. Aşırı ısınmış supaplar tespit edildiğinde, motorun soğutma sistemi kontrol edilmeli ve gerekli tamiratlar yapılmalıdır.	Aşırı ısınmış supaplar, motor performansında ciddi düşümlere ve motorun uzun vadede hasar görmesine neden olabilir.
95	1	17	Egzoz Manifold Çatlakları	Egzoz manifoldları, yüksek sıcaklıklar ve sürekli termal genişleme nedeniyle zamanla çatlayabilir. Çatlaklar, egzoz gazlarının motor bölmesine sızmasına ve motor performansının düşmesine neden olabilir.	Çatlak tespit edilirse, manifoldun onarılması veya değiştirilmesi gereklidir. Manifoldun düzenli olarak kontrol edilmesi, çatlakların erken tespit edilmesine yardımcı olabilir.	Çatlak egzoz manifoldları, motorun verimliliğini azaltabilir, yakıt tüketimini artırabilir ve motor bölmesinde yangın riskine yol açabilir.
96	1	17	Egzoz Gazı Sızıntıları	Egzoz manifoldu bağlantı yerlerinde veya contalarda oluşan sızıntılar, egzoz gazlarının motor bölmesine kaçmasına neden olabilir. Bu durum hem motor performansını etkiler hem de mürettebat için ciddi bir sağlık riski oluşturur.	Sızıntı tespit edildiğinde, contalar kontrol edilmeli ve gerekirse değiştirilmelidir. Ayrıca, manifold bağlantıları düzenli olarak sıkılmalı ve kontrol edilmelidir.	Egzoz gazı sızıntıları, motorun verimliliğini düşürür ve karbon monoksit zehirlenmesi riskini artırır.
97	1	17	Egzoz Manifoldunda Aşırı Isınma	Egzoz manifoldu, egzoz gazlarının sıcaklığı nedeniyle aşırı ısınabilir. Aşırı ısınma, manifoldun yapısal bütünlüğünü tehlikeye atarak çatlamalara veya deformasyona neden olabilir.	manifoldun aşırı ısınmasını önlemek için soğutma sistemi düzgün çalıştırılmalı ve egzoz gazı sıcaklıkları sürekli olarak izlenmelidir. Aşırı ısınma tespit edilirse, motor yükü azaltılmalı ve manifold kontrol edilmelidir.	Aşırı ısınma, manifoldun çatlamasına, motor performansının düşmesine ve yakıt verimliliğinin azalmasına yol açabilir.
98	1	18	Su Pompası Arızası	Su pompası, aşınma, korozyon veya conta problemleri nedeniyle çalışmayı durdurabilir. Bu, suyun motor etrafında dolaşmasını engelleyerek motorun aşırı ısınmasına neden olur.	Arızalı su pompası hemen değiştirilmelidir. Ayrıca, düzenli bakım ve su pompası contalarının kontrolü, bu tür arızaların önlenmesine yardımcı olabilir.	Su pompası arızası, motorun aşırı ısınmasına, silindir başlığı hasarına ve genel motor arızasına neden olabilir.
99	1	18	Su Pompası Su Kaçakları	Su pompasında veya bağlantı borularında meydana gelen kaçaklar, soğutma sisteminin verimliliğini azaltır ve motorun düzgün çalışmasını engeller.	Kaçaklar tespit edildiğinde, sızdırmazlık contaları ve bağlantı noktaları kontrol edilmeli, gerekirse değiştirilmelidir. Ayrıca, su seviyeleri sürekli olarak izlenmelidir.	Su kaçakları, soğutma yetersizliği nedeniyle motorun aşırı ısınmasına ve ciddi motor hasarına yol açabilir.

Ek Tablo 18. Veri tabanı arızalar tablosu: 18. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
100	1	18	Düşük Soğutma Suyu Basıncı	Su pompası basıncı, pompa kanatçıklarının aşınması veya pompa içindeki kavitasyon nedeniyle düşebilir. Bu, motorun yeterli soğutma suyu almasını engelleyebilir.	Düşük su basıncı tespit edildiğinde, pompa kanatçıkları kontrol edilmeli ve gerekirse değiştirilmelidir. Kavitasyon sorunu varsa, sistemdeki su akışı optimize edilmelidir.	Düşük su basıncı, motorun soğutulmasını yetersiz hale getirerek motorun aşırı ısınmasına ve uzun vadede mekanik arızalara neden olabilir.
101	1	19	Hava Soğutucu Borularında Sızıntı	Soğutucu borularında meydana gelen sızıntılar, soğutma verimliliğini azaltır ve motorun aşırı ısınmasına neden olabilir. Bu tür sızıntılar genellikle borulardaki çatlaklar veya korozyon nedeniyle oluşur.	Sızıntı tespit edildiğinde, sızdıran boruların tamir edilmesi veya değiştirilmesi gereklidir. Sızıntıları önlemek için düzenli bakım yapılmalı ve boruların korozyona karşı korunması sağlanmalıdır.	Soğutma yetersizliği, motorun aşırı ısınmasına, silindir başlıklarının hasar görmesine ve motorun genel performansının düşmesine neden olabilir.
102	1	19	Hava Soğutucusunda Kirlilik	Hava soğutucusu zamanla kirlenebilir ve tıkanabilir. Bu, hava akışını kısıtlar ve soğutma verimliliğini düşürür, bu da motorun aşırı ısınmasına yol açabilir.	Hava soğutucusu düzenli olarak temizlenmeli ve tıkanıklıklar giderilmelidir. Kirlenmeyi önlemek için hava filtresi sistemi de düzenli olarak kontrol edilmelidir.	Kirli bir hava soğutucusu, motorun verimliliğini azaltabilir, yakıt tüketimini artırabilir ve motorun aşırı ısınmasına neden olabilir.
103	1	19	Hava Soğutucu Basınç Düşüşü	Hava soğutucusunda basınç düşüşü, genellikle soğutucu tasarımındaki hatalar, tıkanıklıklar veya aşınmış borular nedeniyle oluşur. Bu durum, motorun yeterli miktarda soğutulmuş hava almasını engelleyebilir.	Basınç düşüşü tespit edildiğinde, hava soğutucusu kontrol edilmeli, tıkanıklıklar temizlenmeli ve gerekli tamiratlar yapılmalıdır. Soğutucunun düzenli olarak bakımının yapılması, bu tür sorunları önleyebilir.	Basınç düşüşü, motorun yanma verimliliğini azaltabilir ve motor performansında düşüşe neden olabilir.
104	2	20	Alternatör Sargı İzolasyonunun Bozulması	Alternatörün içindeki sargıların izolasyonu zamanla aşınabilir, bu da elektriksel kaçaklara ve kısa devrelere yol açabilir. İzolasyon bozulması, alternatörün verimliliğini düşürür ve ciddi arızalara neden olabilir.	İzolasyon direnci testleri düzenli olarak yapılmalıdır. İzolasyon bozulduğunda sargılar yenilenmeli ve yeniden izole edilmelidir. Bu işlem sırasında yüksek kaliteli izolasyon malzemeleri kullanılmalıdır.	Kısa devreler, aşırı ısınma ve alternatörün tamamen devre dışı kalması gibi daha büyük elektriksel arızalar tetiklenebilir.

Ek Tablo 19. Veri tabanı arızalar tablosu: 19. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
105	2	20	Alternatör Diode Arızası	Alternatördeki diyotlar, AC akımını DC akıma dönüştürmek için kullanılır. Diyotlar arızalandığında, bataryalara düzgün şekilde şarj verilemez ve elektriksel sistemler dengesiz çalışabilir.	Diyotlar özel ekipmanlarla test edilmelidir. Arızalı diyotlar tespit edildiğinde, profesyonel bir teknisyen tarafından değiştirilmelidir.	Yetersiz batarya şarjı, elektriksel sistemlerde dalgalanmalar ve potansiyel batarya hasarı.
106	2	20	Alternatörün Aşırı Isınması	Alternatör aşırı ısındığında, iç bileşenler zarar görebilir. Aşırı ısınma, yetersiz havalandırma, tıkanmış hava filtreleri veya uzun süreli yüksek yük altında çalışma gibi sebeplerle ortaya çıkabilir.	Alternatörün havalandırma kanalları temiz tutulmalı ve yük altında çalışma sınırlandırılmalıdır. Ayrıca, sıcaklık sensörleriyle düzenli olarak sıcaklık izlenmeli ve gerekli durumlarda alternatör soğutulmalıdır.	Yalıtım malzemelerinin yanması, rotor ve statorun hasar görmesi ve nihayetinde alternatörün çalışamaz hale gelmesi.
107	2	20	Alternatör Karbon Fırça Aşınması	Alternatördeki karbon fırçalar, rotorla temas ederek elektriksel akımın iletilmesini sağlar. Fırçalar zamanla aşınabilir ve serbest hareket edemez hale gelir.	Karbon fırçalar düzenli olarak kontrol edilmeli, aşınma durumunda yenileriyle değiştirilmelidir. Fırçaların serbest hareket ettiğinden emin olunmalı ve temas basıncı doğru seviyede tutulmalıdır.	Düşük voltaj üretimi, akım dalgalanmaları ve alternatörün verimsiz çalışması.
108	2	21	Jeneratör Motorunun Çalışmaması	Jeneratör motoru çalışmazsa, bu genellikle yakıt sistemi sorunlarından, akü problemlerinden veya marş motoru arızalarından kaynaklanır. Yakıt filtresi tıkanabilir, yakıt hattında hava birikebilir veya akü zayıflayabilir.	Yakıt seviyeleri kontrol edilmeli, tıkalı yakıt filtresi değiştirilmelidir. Akü düzenli olarak şarj edilmeli ve terminaller temizlenmelidir. Marş motoru arızalıysa, test edilip gerekirse değiştirilmelidir.	Elektrik üretimi yapılamaz, gemi elektrik sistemi devre dışı kalabilir, acil durumlarda yedek güç sağlanamaz.
109	2	21	Jeneratör motorunun Aşırı Isınması	Jeneratör motorunun aşırı ısınması, soğutma sıvısı eksikliği, radyatör tıkanıklıkları veya su pompası arızalarından kaynaklanabilir. Bu durum motor bileşenlerine ciddi hasar verebilir.	Soğutma sıvısı düzenli olarak kontrol edilmeli ve eksikse tamamlanmalıdır. Radyatör temiz tutulmalı ve su pompası arızalıysa değiştirilmelidir.	Motorun durması, iç bileşenlerin aşırı ısınması, contaların yanması ve motorun genel verimliliğinde düşüş gibi ciddi sorunlara yol açabilir.

Ek Tablo 20. Veri tabanı arızalar tablosu: 20. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
110	2	21	Jeneratör Yakıt Enjeksiyon Sorunları	Yakıt enjeksiyon sistemindeki arızalar, motorun düşük güç üretmesine, duman çıkışında anormalliklere ve motorun düzensiz çalışmasına neden olabilir. Bu genellikle yakıt enjektörlerinin tıkanmasından veya yakıt enjeksiyon basıncının yetersiz olmasından kaynaklanır.	Yakıt enjektörleri düzenli olarak temizlenmeli veya gerekiyorsa değiştirilmelidir. Yakıt enjeksiyon basıncı kontrol edilmeli ve doğru seviyeye getirilmelidir.	Yanma verimliliğinde azalma, motor performansında düşüş, egzoz gazlarında siyah veya beyaz duman çıkışı gibi sorunlar yaşanabilir.
111	2	21	Jeneratör Düşük Güç Çıkışı	Jeneratör motoru, yakıt kalitesinin düşük olması, hava filtresinin tıkanması veya motorun aşırı yük altında çalışması nedeniyle yeterli güç üretemeyebilir.	Uygun yakıt kullanımı sağlanmalı, hava filtresi düzenli olarak temizlenmeli veya değiştirilmelidir. Ayrıca, motorun yükü izlenmeli ve gerekirse yük azaltılmalıdır.	Elektrik üretiminde düşüş, motorun aşırı zorlanması ve potansiyel olarak motorun aşırı ısınması gibi sorunlara yol açabilir.
112	2	21	Jeneratör Yağ Sızıntısı	Jeneratör motorunda yağ sızıntısı, genellikle contaların veya sızdırmazlık elemanlarının aşınması, gevşek bileşenler veya yağ karterinde hasar nedeniyle meydana gelir.	Yağ sızıntıları tespit edildiğinde, gevşek bileşenler sıkılmalı, aşınmış contalar ve sızdırmazlık elemanları yenilenmelidir. Yağ karterinde hasar varsa, onarılmalı veya değiştirilmelidir.	Yetersiz yağlama, motor bileşenlerinin aşırı ısınması ve motorun durması gibi sorunlar oluşabilir.
113	2	21	Jeneratörde Aşırı Gürültü ve Titreşim	Jeneratör motoru çalışırken aşırı gürültü veya titreşim, genellikle gevşek bileşenler, dengesiz parçalar veya motor bağlantılarındaki sorunlardan kaynaklanır.	Jeneratör motorundaki tüm bileşenler düzenli olarak kontrol edilmeli ve gevşek parçalar sıkılmalıdır. Ayrıca, dönen parçalar dengelenmeli ve motor bağlantıları gözden geçirilmelidir.	Parçaların aşınması, bağlantı elemanlarının kırılması ve motorun genel performansında düşüş yaşanabilir.
114	2	21	Jeneratör Egzozundan Siyah Duman Çıkışı	Jeneratör motorunun egzozundan siyah duman çıkması, genellikle yakıtın tam olarak yanmaması, hava filtresinin tıkanması veya yakıt enjeksiyon sistemi sorunları nedeniyle oluşur.	Hava filtresi temizlenmeli veya değiştirilmelidir. Yakıt enjeksiyon sistemi kontrol edilmeli ve gerekli ayarlamalar yapılmalıdır.	Yanma odasında birikintiler, motor performansında azalma ve yakıt verimliliğinde düşüş gibi sorunlara yol açabilir.
115	2	21	Jeneratörde Elektrik Üretmeme	Motor çalışmasına rağmen jeneratör elektrik üretmiyorsa, bu durum genellikle devre kesicilerde, alternatörde veya voltaj regülatöründe meydana gelen arızalardan kaynaklanır.	Tripped devre kesiciler kontrol edilip yeniden ayarlanmalıdır. Alternatör ve voltaj regülatörü test edilmeli, gerektiğinde onarılmalı veya değiştirilmelidir.	Elektrik sistemlerinin devre dışı kalması ve acil durumlarda elektrik sağlanamaması gibi ciddi sorunlar oluşabilir.

Ek Tablo 21. Veri tabanı arızalar tablosu: 21. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
116	2	22	Jeneratör Yakıt Filtresinin Tıkanması	Yakıt filtresinin tıkanması, yakıt sisteminde yeterli yakıt akışının engellenmesine neden olabilir. Bu durum motorun düzensiz çalışmasına, düşük performansa ve hatta motorun durmasına yol açabilir.	Yakıt filtresi düzenli olarak kontrol edilmeli ve tıkalıysa temizlenmeli veya değiştirilmelidir. Ayrıca, yakıtın kalitesi korunmalı ve depolama sırasında yakıtın kirlenmemesi için önlemler alınmalıdır.	Yakıt enjeksiyon sisteminde hasar, motor performansında azalma ve potansiyel olarak motorun durması gibi sorunlar yaşanabilir.
117	2	22	Jeneratör Yakıt Sistemine Hava Girmesi	Yakıt sistemine hava girmesi, yakıtın motor silindirlere düzgün şekilde iletilmemesine neden olur. Bu, motorun çalışmamasına veya düzensiz çalışmasına yol açabilir.	Hava kabarcıkları, yakıt hattının uygun şekilde havalandırılmasıyla giderilmelidir. Yakıt sistemi düzenli olarak kontrol edilmeli ve hava girişini engellemek için sızdırmazlık sağlanmalıdır.	Motorun çalışmaması, düzensiz çalışması ve yakıt verimliliğinin düşmesi gibi ciddi sorunlara yol açabilir.
118	2	22	Jeneratör Yakıt Kirliliği	Yakıt sistemine su veya kir gibi yabancı maddeler girmesi, yakıtın yanma kalitesini düşürerek motor performansını olumsuz etkiler.	Yakıt tankı düzenli olarak temizlenmeli ve yakıtın kirlenmesini önlemek için uygun filtreler kullanılmalıdır. Yakıt deposunda su birikmesini önlemek için su ayırıcılar kullanılmalıdır.	Yakıt enjektörlerinin tıkanması, yanma verimliliğinin düşmesi ve motorun durması gibi sorunlar yaşanabilir.
119	2	22	Jeneratör Yakıt Sızıntısı	Yakıt sızıntıları, yakıt hattındaki çatlaklar, gevşek bağlantılar veya aşınmış contalar nedeniyle meydana gelebilir. Bu durum, motorun yakıt alımını olumsuz etkileyebilir ve güvenlik riskleri oluşturabilir.	Yakıt sistemi düzenli olarak sızıntı açısından kontrol edilmeli, sızıntı tespit edilirse hatlar, contalar ve bağlantılar sıkılaştırılmalı veya değiştirilmelidir.	Yakıt basıncının düşmesi, motorun çalışmaması veya yangın riski gibi ciddi sorunlar yaşanabilir.
120	2	23	Jeneratör Düşük Yağ Basıncı	Düşük yağ basıncı, motorun hareketli parçalarının yeterince yağlanmamasına neden olabilir, bu da sürtünmeyi artırarak aşınmaya ve potansiyel olarak motor arızalarına yol açabilir.	İlk olarak, yağ basıncı göstergesi doğru çalışıyor mu kontrol edilmelidir. Ardından, yağ pompası ve yağ filtreleri kontrol edilmeli ve gerekirse temizlenmeli veya değiştirilmelidir. Eğer yataklarda aşırı boşluk varsa, bunlar da kontrol edilip ayarlanmalıdır.	Yetersiz yağlama nedeniyle motor bileşenlerinin aşırı ısınması, yatakların yanması, krank mili ve diğer hareketli parçalarda ciddi hasarlar oluşabilir.

Ek Tablo 22. Veri tabanı arızalar tablosu: 22. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
121	2	23	Jeneratör Yüksek Yağ Basıncı	Yüksek yağ basıncı, yağ kanallarında aşırı basınç oluşturarak, conta ve keçe sızıntılarına neden olabilir. Bu durum genellikle yağın viskozitesinin yanlış seçilmesi veya tıkanmış yağ filtreleri nedeniyle meydana gelir.	Yağ viskozitesinin doğru seçildiğinden emin olunmalıdır. Ayrıca, tıkanmış yağ filtreleri temizlenmeli veya değiştirilmelidir. Yağ basıncı regülatör valfi kontrol edilmeli ve gerekirse ayarlanmalıdır.	Conta sızıntıları, aşırı yağ tüketimi ve yağ kanallarında hasar gibi sorunlara yol açabilir.
122	2	23	Jeneratör Yağ Kaçakları	Yağ kaçakları, genellikle aşınmış contalar, gevşek bağlantılar veya hasar görmüş yağ karterinden kaynaklanır. Bu durum, yağ seviyesinin hızla düşmesine ve motorun yetersiz yağlanmasıyla sonuçlanabilir.	Yağ kaçakları tespit edildiğinde, kaçak yapan contalar değiştirilmelidir. Gevşek bağlantılar sıkılmalı ve yağ karteri hasar görmüşse onarılmalıdır.	Yetersiz yağlama, motor bileşenlerinde aşırı ısınma, aşınma ve potansiyel motor arızaları gibi ciddi sonuçlara yol açabilir.
123	2	23	Jeneratör Yağ Kalitesinin Bozulması	Yağın zamanla kirlenmesi veya özelliklerini yitirmesi, motorun düzgün yağlanamamasına ve bileşenlerin aşınmasına neden olabilir.	Yağ düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerekiyorsa değiştirilmelidir. Yağ analizi yapılarak yağın kalitesi izlenmeli ve kirlenme belirtileri varsa motor yağlama sistemi temizlenmelidir.	Yetersiz yağlama, bileşen aşınması, motor performansında düşüş ve potansiyel motor arızaları gibi sorunlar yaşanabilir.
124	2	24	Jeneratör Soğutma Su Pompası Arızası	Soğutma suyu pompasının arızalanması, motorun yeterli miktarda soğutma suyu alamamasına neden olabilir. Bu durum motorun aşırı ısınmasına yol açar. Pompa arızaları genellikle su pompasının tıkanması, kayışın kayması veya pompada mekanik bir sorun nedeniyle meydana gelir.	Su pompası düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerekirse tıkanıklıklar giderilmeli, kayış sıkılığı kontrol edilmeli ve mekanik sorunlar tespit edildiğinde pompa onarılmalı veya değiştirilmelidir.	Motorun aşırı ısınması, silindir başlıklarının eğilmesi ve motor bileşenlerinin zarar görmesi gibi ciddi sorunlara yol açabilir.
125	2	24	Jeneratör Termostat Arızası	Termostatın arızalanması, soğutma sisteminin düzgün çalışmamasına neden olabilir. Termostat kapalı kalırsa motor aşırı ısınabilir, açık kalırsa motor aşırı soğuyabilir.	Termostatın düzgün çalışıp çalışmadığı düzenli olarak kontrol edilmeli, gerektiğinde değiştirilmelidir. Termostatın arızalı olması durumunda, motorun minimum yükte çalıştırılması ve termostatın mümkün olan en kısa sürede değiştirilmesi önerilir.	Aşırı ısınma, motorun verimsiz çalışması ve yakıt tüketiminin artması gibi sorunlara neden olabilir.

Ek Tablo 23. Veri tabanı arızalar tablosu: 23. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
126	2	24	Jeneratör Isı Değiştirici Tıkanıklığı	Isı değiştiricide biriken tortu ve kireç, soğutma suyunun düzgün bir şekilde akmasına engel olabilir. Bu durum motorun aşırı ısınmasına ve soğutma performansının düşmesine neden olur.	Isı değiştirici düzenli olarak temizlenmeli ve tortu birikimi giderilmelidir. Gerekirse ısı değiştirici yerinden çıkarılarak ters yönde yıkanmalıdır.	Yetersiz soğutma, motorun aşırı ısınması ve uzun vadede motor bileşenlerinin hasar görmesi gibi sorunlara yol açabilir.
127	2	24	Jeneratör Karışım Dirseği Tıkanıklığı	Egzoz gazları ve soğutma suyunun karıştığı dirsekte meydana gelen tıkanıklıklar, soğutma suyu akışını engelleyerek motorun aşırı ısınmasına neden olabilir.	Karışım dirseği düzenli olarak korozyon ve tortu açısından kontrol edilmeli ve temizlenmelidir. Gerekirse karışım dirseği değiştirilmelidir.	Aşırı ısınma, egzoz gazı basıncının artması ve potansiyel olarak motor hasarı gibi ciddi sorunlara yol açabilir.
128	2	25	Jeneratör Gösterge ve Ölçüm Aletlerinde Hatalı Okuma	Kontrol panosundaki voltmetre, ampermetre gibi göstergelerde yanlış okuma, elektriksel sistemdeki voltaj ve akım değerlerinin doğru izlenememesine neden olabilir. Bu durum, jeneratörün yanlış çalışmasına veya beklenmedik kapanmalara yol açabilir.	Gösterge aletleri ve sensörler düzenli olarak kalibre edilmelidir. Hatalı okuma tespit edilirse, ilgili ölçüm cihazları kontrol edilmeli ve gerekirse değiştirilmelidir.	Yanlış müdahaleler, jeneratörün aşırı yüklenmesi veya düşük voltajda çalışması gibi sorunlara neden olabilir.
129	2	25	Jeneratör Devre Kesici Arızası	Kontrol panosundaki devre kesicilerin arızalanması, aşırı akımın veya kısa devrelerin tespit edilememesine neden olabilir. Bu durum, jeneratörün ve diğer elektrikli ekipmanların zarar görmesine yol açabilir.	Devre kesiciler düzenli olarak test edilmeli ve arızalı olanlar değiştirilmelidir. Ayrıca, panodaki bağlantılar kontrol edilip temizlenmelidir.	Jeneratörde aşırı ısınma, elektriksel yangın riski ve ekipman hasarları gibi ciddi sonuçlara yol açabilir.
130	2	25	Jeneratör Otomatik Kontrol Ünitesi (ACU) Hataları	Jeneratörün otomatik kontrol ünitesinde (ACU) meydana gelen yazılım veya donanım arızaları, jeneratörün otomatik başlatma, durdurma veya yük dengeleme fonksiyonlarını düzgün yerine getirememesine neden olabilir.	ACU'nun yazılımı düzenli olarak güncellenmeli ve donanım bileşenleri kontrol edilmelidir. Hatalar tespit edilirse, ilgili bileşenler onarılmalı veya değiştirilmelidir.	Jeneratörün doğru zamanda devreye girmemesi veya kapanmaması, elektrik sisteminde dengesizlikler gibi sorunlara neden olabilir.
131	2	25	Jeneratör Kablolama ve Bağlantı Sorunları	Kontrol panosundaki kablolama hataları veya gevşek bağlantılar, elektriksel sinyallerin iletilmesini engelleyebilir. Bu, yanlış sinyal algılamalarına veya jeneratörün beklenmedik şekilde durmasına neden olabilir.	Tüm kablolar ve bağlantılar düzenli olarak kontrol edilmeli, gevşek veya aşınmış olanlar sıkılmalı veya yenilenmelidir.	Jeneratörün beklenmedik kapanması, yanlış uyarılar ve elektriksel sistemde arızalar gibi sorunlara yol açabilir.

Ek Tablo 24. Veri tabanı arızalar tablosu: 24. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
132	2	26	Jeneratör Egzoz Manifoldu Tıkanıklığı	Egzoz manifoldu, motorun çalışması sırasında oluşan atık gazları toplar ve dışarı atılmak üzere egzoz borusuna iletir. Manifoldta biriken karbon birikintileri ve tortu, tıkanıklığa yol açarak gaz akışını engelleyebilir.	Egzoz manifoldu düzenli olarak temizlenmelidir. Tıkanıklık tespit edilirse, manifold dikkatlice sökülmeli ve karbon birikintilerinden arındırılmalıdır.	Motorun verimli çalışmaması, artan yakıt tüketimi ve turboşarj sisteminde aşırı basınç oluşması gibi sorunlara yol açabilir.
133	2	26	Jeneratör Turboşarj Sistemi Arızaları	Turboşarj sistemi, egzoz gazlarının enerjisini kullanarak motorun performansını artırır. Ancak, turboşarjın aşırı ısınması veya yanlış çalışması, motor performansında düşüşe neden olabilir. Bu durum genellikle turboşarjın aşırı yüklenmesi, yağlama sorunları veya egzoz sistemi tıkanıklıkları nedeniyle oluşur.	Turboşarj sistemi düzenli olarak kontrol edilmeli ve özellikle yağlama sistemi gözden geçirilmelidir. Aşırı ısınma tespit edilirse, turboşarj soğutma sistemi ve yağ basıncı kontrol edilmelidir.	Motor gücünde düşüş, turboşarjın hasar görmesi ve motorun genel verimliliğinde azalma gibi sorunlara yol açabilir.
134	2	26	Jeneratör Egzoz Borusu Sızıntıları	Egzoz borusunda meydana gelen çatlaklar veya gevşek bağlantılar, egzoz gazlarının güvenli bir şekilde dışarı atılmasını engelleyebilir. Bu sızıntılar, motor odasına gaz sızmasına ve potansiyel sağlık risklerine neden olabilir.	Egzoz borusu ve bağlantıları düzenli olarak kontrol edilmelidir. Sızıntı tespit edilirse, boru onarılmalı veya değiştirilmelidir. Tüm bağlantılar sıkıca yerleştirilmelidir.	Motor odasında gaz birikmesi, yangın riski ve motor performansında düşüş gibi ciddi sorunlara neden olabilir.
135	2	26	Jeneratör Egzoz Sistemi Geri Basınç Sorunları	Egzoz sisteminde geri basınç, egzoz gazlarının düzgün bir şekilde dışarı atılamaması durumunda oluşur. Bu durum, motor performansını olumsuz etkileyebilir ve hatta motorun çalışmasını durdurabilir.	Egzoz borularının tasarımı ve montajı, geri basıncı en aza indirecek şekilde yapılmalıdır. Boruların çapı ve uzunluğu, motorun gücüne ve egzoz gazı miktarına uygun olmalıdır. Geri basınç tespit edilirse, egzoz sistemi yeniden tasarlanmalı veya ayarlanmalıdır.	Motorun durması, yakıt verimliliğinin azalması ve turboşarj sisteminde hasar gibi sorunlara yol açabilir.
136	2	27	Jeneratör Akü Problemleri	Başlangıç sistemi, akülerden sağlanan enerjiye dayanır. Akülerde meydana gelen zayıflama, şarj eksikliği veya bağlantı sorunları, jeneratörün başlatılmasını engelleyebilir.	Akü voltajı düzenli olarak kontrol edilmeli ve zayıflayan aküler değiştirilmelidir. Ayrıca, akü bağlantı terminaleri temizlenmeli ve sıkı olmalıdır.	Jeneratörün çalışmaması, acil durumlarda güç kaybı ve genel sistem performansında düşüş yaşanabilir.

Ek Tablo 25. Veri tabanı arızalar tablosu: 25. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
137	2	27	Jeneratör Marş Motoru Arızaları	Marş motoru, motoru başlatmak için gerekli olan ilk hareketi sağlar. Marş motorundaki aşınma, yetersiz elektrik akışı veya mekanik arızalar, jeneratörün başlatılmasını zorlaştırabilir veya engelleyebilir.	Marş motoru düzenli olarak kontrol edilmeli, aşınmış veya arızalı parçalar değiştirilmelidir. Elektrik akışı test edilmeli ve gereken durumlarda tamir edilmelidir.	Jeneratörün başlatılamaması ve acil durumlarda güç sağlanamaması gibi ciddi sorunlara yol açabilir.
138	2	27	Jeneratör Yakıt Sistemi Sorunları	Yakıt sistemi, jeneratör motorunun başlatılmasında kritik bir rol oynar. Yakıt hatlarındaki tıkanıklıklar, hava kabarcıkları veya düşük yakıt seviyesi, motorun çalışmasını engelleyebilir.	Yakıt sistemi düzenli olarak kontrol edilmeli, tıkanıklıklar giderilmeli ve hava alma işlemi yapılmalıdır. Yakıt seviyesinin yeterli olduğundan emin olunmalı ve sistemdeki sızıntılar kontrol edilmelidir.	Motorun başlatılamaması, yanma verimliliğinde düşüş ve sistemin genel çalışmasında aksaklıklar olabilir.
139	2	27	Jeneratör Elektriksel Bağlantı Sorunları	Başlangıç sisteminde yer alan elektrik bağlantıları, zamanla gevşeyebilir veya korozyona uğrayabilir. Bu durum, başlangıç sisteminin düzgün çalışmamasına neden olabilir.	Elektrik bağlantıları düzenli olarak kontrol edilmeli ve gevşek veya korozyona uğramış bağlantılar onarılmalıdır.	Jeneratörün başlatılamaması ve acil durum sistemlerinin devre dışı kalması gibi sorunlar yaşanabilir.
140	2	28	Jeneratör Akü Şarj Problemleri	Akülerin tam olarak şarj edilememesi veya aşırı şarj edilmesi, akü ömrünü kısaltabilir ve jeneratörün başlatılmasında güçlükler yaşanmasına neden olabilir.	Akü şarj sistemleri düzenli olarak kontrol edilmeli ve şarj regülatörleri gerektiğinde ayarlanmalıdır. Ayrıca, akülerin üretici tarafından belirtilen şarj prosedürlerine uygun olarak şarj edilmesi sağlanmalıdır.	Akü ömründe azalma, jeneratörün başlatılamaması ve acil durumlarda yedek güç kaynağının devre dışı kalması gibi sorunlar yaşanabilir.
141	2	28	Jeneratör Akülerinde Sülfatlaşma	Akülerde sülfat birikimi, akü plakalarının üzerinde kurşun sülfat kristalleri oluşmasına neden olabilir. Bu durum, akünün şarj kapasitesini düşürür ve jeneratörün başlatılmasında zorluklara yol açabilir.	Aküler düzenli olarak kontrol edilmeli ve sülfatlaşma belirtileri görüldüğünde uygun yöntemlerle temizlenmelidir. Ayrıca, akülerin tam şarj edilmesi sağlanarak sülfatlaşmanın önlenmesi mümkündür.	Jeneratörün başlatılamaması, akülerin daha sık değiştirilmesi ve acil durum güç kaynağının güvenilmez hale gelmesi gibi sorunlar ortaya çıkabilir.

Ek Tablo 26. Veri tabanı arızalar tablosu: 26. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
142	2	28	Jeneratör Akü Bağlantı Sorunları	Akü bağlantılarında meydana gelen gevşeme veya korozyon, elektrik akışını engelleyebilir. Bu durum, jeneratörün başlatılmasını zorlaştırabilir veya tamamen engelleyebilir.	Akü bağlantı terminalleri düzenli olarak temizlenmeli ve sıkı olduklarından emin olunmalıdır. Korozyon tespit edilirse, temizleme işlemi yapılmalı ve gerekirse bağlantı elemanları yenilenmelidir.	Jeneratörün başlatılamaması, elektrik sisteminde kesintiler ve akülerin ömrünün kısalması gibi sorunlar yaşanabilir.
143	2	28	Jeneratör Akü Kapasite Kaybı	Akülerin zamanla kapasite kaybı yaşaması, yetersiz enerji depolama kapasitesine yol açabilir. Bu durum, jeneratörün başlatılmasında veya acil durumlarda yedek enerji sağlanmasında sorunlara neden olabilir.	Akülerin kapasitesi düzenli olarak test edilmeli ve kapasite kaybı tespit edilirse aküler değiştirilmelidir. Ayrıca, akülerin doğru şartlarda saklandığından ve kullanılmadığında tamamen boşalmadığından emin olunmalıdır.	Yedek enerji sağlanamaması, jeneratörün başlatılamaması ve kritik sistemlerin devre dışı kalması gibi ciddi sorunlara yol açabilir.
144	3	29	Kompresör Hava Giriş Filtresinin Tıkanması	Gemi hava kompresörünün hava giriş filtresi, zamanla toz ve kir gibi partiküllerle tıkanabilir. Bu durum, kompresörün yeterli miktarda hava alamamasına ve performans kaybına yol açar.	Filtrenin düzenli olarak temizlenmesi veya gerektiğinde değiştirilmesi gerekir. Filtre temizlenirken, kutuya kir kaçmaması için dikkat edilmelidir.	Hava giriş filtresi tıkanığında, kompresör motorunun aşırı ısınmasına, enerji tüketiminin artmasına ve kompresör bileşenlerinin daha hızlı aşınmasına neden olabilir.
145	3	29	Kompresör Hava Giriş Filtresinin Hasar Görmesi	Hava giriş filtresi hasar gördüğünde, kirlenmeler kompresöre girebilir. Bu durum, kompresörün iç bileşenlerinde aşınma ve hasara yol açabilir, ayrıca sıkışan partiküller hava akışını engelleyebilir.	Hasar görmüş filtreler derhal yenileri ile değiştirilmelidir. Bu, kompresörün daha verimli çalışmasını sağlar ve iç bileşenlerin korunmasına yardımcı olur.	Filtre hasar gördüğünde kompresöre giren kirlenmeler, valflerin tıkanmasına, pistonların aşınmasına ve genel olarak kompresörün ömrünün kısalmasına neden olabilir.
146	3	29	Kompresör Motorunun Aşırı Isınması	Hava giriş filtresi tıkalı olduğunda kompresör daha fazla çalışmak zorunda kalır, bu da motorun aşırı ısınmasına yol açabilir. Bu durum, motorun çalışma ömrünü kısaltır ve beklenmedik arızalara neden olabilir.	Filtre düzenli olarak kontrol edilip temizlenmeli, motorun aşırı ısınmasına neden olacak tüm tıkanıklıklar giderilmelidir.	Motorun aşırı ısınması, kompresörün durmasına veya ciddi mekanik hasarlara yol açabilir, bu da geminin operasyonel güvenliğini riske atar.

Ek Tablo 27. Veri tabanı arızalar tablosu: 27. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
147	3	29	Kompresör Enerji Tüketiminin Artması	Tıkalı veya kirli bir hava giriş filtresi, kompresörün daha fazla enerji tüketmesine neden olur çünkü kompresör, aynı miktarda havayı çekmek için daha fazla çalışmak zorunda kalır.	Enerji verimliliğini korumak için hava giriş filtresinin düzenli olarak değiştirilmesi veya temizlenmesi gerekir.	Artan enerji tüketimi, uzun vadede operasyonel maliyetleri artırır ve kompresörün diğer bileşenlerinde erken yıpranmaya neden olabilir.
148	3	30	Kompresör Segmanlarının Aşınması	Segmanlar, kompresyon sırasında havanın sızmasını engeller. Ancak zamanla aşınan segmanları, kompresörün verimliliğini düşürebilir ve sıkıştırma sürecinde hava kaçaklarına neden olabilir.	Segmanları düzenli olarak kontrol edilmeli ve aşındıkları tespit edilirse yenileri ile değiştirilmelidir.	Yetersiz sıkıştırma nedeniyle kompresörün verimliliği düşebilir, motorun aşırı çalışmasına ve enerji tüketiminin artmasına neden olabilir.
149	3	30	Kompresör Pistonunun Aşırı Isınması	Pistonun aşırı ısınması, yetersiz soğutma veya zayıf yağlama nedeniyle ortaya çıkabilir. Bu durum, pistonun genleşmesine ve silindir gömleğine zarar vermesine yol açabilir.	Soğutma sistemi ve yağlama sistemi düzenli olarak kontrol edilmeli, sorun tespit edilirse onarılmalıdır. Yeterli soğutma sağlanmalı ve uygun yağlama yapılmalıdır.	Segmanların sıkışması, silindir gömleği aşınması, motor gücünde azalma gibi ciddi problemlere yol açabilir.
150	3	30	Kompresör Pistonunun Silindire Teması	Pistonun silindir duvarına sürtünmesi, genellikle yatak arızaları veya pistonun düzgün hizalanmaması nedeniyle meydana gelir. Bu, kompresörün verimliliğini ciddi şekilde düşürebilir ve bileşenlerde hasara neden olabilir.	Piston ve silindir duvarları düzenli olarak kontrol edilerek, herhangi bir aşınma veya hizalama problemi tespit edilirse onarılmalıdır.	Pistonun aşırı aşınması, silindir duvarlarının hasar görmesi, hava sızdırmazlığının azalması.
151	3	30	Kompresör Yağ Kaçakları ve Aşırı Yağ Tüketimi	Aşınmış segmanları veya hatalı yağlama sistemi, kompresörde yağ sızıntılarına ve aşırı yağ tüketimine neden olabilir. Bu durum, kompresörün performansını etkileyebilir ve çevreye zarar verebilir.	Yağ seviyeleri ve yağlama sistemi düzenli olarak kontrol edilmeli, aşınmış segmanları veya sızdıran contalar tespit edilirse değiştirilmelidir.	Yetersiz yağlama nedeniyle piston ve silindir aşınması, motorun aşırı ısınması ve potansiyel çevresel kirlenme.
152	3	30	Kompresörün Yüksek Gürültüde Çalışması	Piston grubunda meydana gelen aşınma veya hatalı hizalama, kompresörün aşırı gürültülü çalışmasına neden olabilir. Bu durum genellikle mekanik bileşenlerde ciddi bir arızanın belirtisidir.	Kompresörün çalışırken yaptığı gürültü dikkatlice dinlenmeli ve kaynak tespit edilmelidir. Gerekirse piston, yataklar veya bağlantı kolları kontrol edilip onarılmalıdır.	Uzun vadede piston ve yataklarda ciddi hasarlar, kompresörün çalışmaz hale gelmesi.

Ek Tablo 28. Veri tabanı arızalar tablosu: 28. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
153	3	31	Kompresör Ara Soğutucu Borularında Tıkanma	Ara soğutucu boruları, zamanla kir, tortu ve diğer yabancı maddelerin birikmesi nedeniyle tıkanabilir. Bu durum, havanın yeterince soğutulamamasına ve kompresörün verimliliğinin düşmesine neden olabilir.	Ara soğutucunun düzenli olarak temizlenmesi ve tıkanıklıkların giderilmesi gereklidir. Bu, boruların düzgün hava akışı sağlamasına yardımcı olur ve kompresörün optimal çalışmasını sürdürür.	Yetersiz soğutma nedeniyle kompresör aşırı ısınabilir, bu da bileşenlerin hasar görmesine ve potansiyel olarak sistemin kapanmasına neden olabilir.
154	3	31	Kompresör Ara Soğutucusu Hava Kaçağı	Ara soğutucu borularında veya contalarında meydana gelen kaçaklar, soğutma performansını düşürür ve ikinci aşamaya geçen havanın istenilen sıcaklığa ulaşmasını engeller.	Kaçakların yerini tespit etmek için basınç testleri yapılmalı ve sızıntı yapan borular veya contalar derhal onarılmalıdır. Gerektiğinde, hasarlı parçalar yenileriyle değiştirilmelidir.	Soğutmanın yetersiz olması, kompresörün aşırı çalışmasına, enerji tüketiminin artmasına ve genel sistem performansının düşmesine yol açabilir.
155	3	31	Kompresör Ara Soğutucusunda Yoğuşma ve Nem Problemleri	Ara soğutucuda yeterli drenaj sağlanamadığında, yoğuşma meydana gelir ve bu su birikintileri kompresör sistemine geri dönebilir. Bu durum, kompresörün iç bileşenlerinde korozyona ve performans düşüklüğüne yol açabilir.	Ara soğutucunun drenaj sisteminin düzenli olarak kontrol edilmesi ve temizlenmesi gereklidir. Yoğuşma oluşumunu engellemek için drenaj hatları açık tutulmalı ve su birikintileri sık sık tahliye edilmelidir.	Nem ve suyun birikmesi, korozyona neden olabilir ve bu da kompresörün ömrünü kısaltabilir. Ayrıca, nemin artması sistemin genel verimliliğini düşürebilir ve enerji maliyetlerini artırabilir.
156	3	31	Kompresör Ara Soğutucusunun Aşırı Isınması	Ara soğutucunun aşırı ısınması, soğutma suyu akışının yetersiz olması veya soğutucu fanların düzgün çalışmaması nedeniyle meydana gelebilir. Bu durum, soğutma etkinliğini ciddi şekilde azaltır ve kompresörün diğer bileşenlerinin aşırı ısınmasına yol açar.	Soğutma suyu akışının ve fanların düzgün çalışıp çalışmadığı düzenli olarak kontrol edilmeli, gerekirse fanlar onarılmalı veya soğutma suyu sistemi temizlenmelidir. Soğutucu sıvının sıcaklığı izlenmeli ve gerekirse ayarlanmalıdır.	Aşırı ısınma, kompresörün verimliliğini düşürebilir ve uzun vadede mekanik hasarlara, hatta sistemin tamamen durmasına neden olabilir.

Ek Tablo 29. Veri tabanı arızalar tablosu: 29. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
157	3	32	Kompresör Yağ Basıncının Düşmesi	Yağlama sistemindeki yağ basıncının düşmesi, yeterli yağlama sağlanamadığı anlamına gelir. Bu durum, hareketli parçalar arasındaki sürtünmenin artmasına ve bileşenlerin aşırı ısınmasına yol açabilir.	Yağ seviyeleri düzenli olarak kontrol edilmeli ve eksikse yağ eklenmelidir. Ayrıca, yağ pompası ve filtreler de kontrol edilmelidir. Gerekirse, yağ pompası veya filtreler değiştirilmelidir.	Yetersiz yağlama, kompresör bileşenlerinin aşırı aşınmasına, segmanların sıkışmasına ve genel olarak kompresör performansının düşmesine neden olabilir. Bu durum, hareketli parçalar arasındaki sürtünmenin artmasına ve bileşenlerin aşırı ısınmasına yol açabilir.
158	3	32	Kompresör Yağ Kaçakları	Yağlama sisteminde meydana gelen kaçaklar, yağ seviyesinin hızla düşmesine ve yağlama yetersizliğine yol açabilir. Bu, kompresörün çalışmasını tehlikeye atabilir.	Yağ kaçakları olan bölgeler tespit edilmeli ve sızdırmazlık sağlanmalıdır. Hasarlı contalar veya borular derhal değiştirilmelidir.	Yağ kaçakları, kompresörün yetersiz yağlama ile çalışmasına ve uzun vadede ciddi mekanik arızalara neden olabilir.
159	3	32	Kompresörde Yanlış Viskozitede Yağ Kullanımı	Uygun olmayan viskozitede yağ kullanımı, yağın yeterli akışkanlıkta olmamasına veya çok akışkan olmasına neden olabilir. Bu durum, kompresör bileşenlerinin uygun şekilde yağlanamamasına yol açabilir.	Üreticinin önerdiği viskoziteye sahip yağlar kullanılmalıdır. Yağ değiştirilirken doğru yağ türü kullanıldığından emin olunmalıdır.	Yanlış viskozitede yağ kullanımı, kompresörün aşırı ısınmasına, bileşenlerin aşınmasına ve enerji verimliliğinin düşmesine neden olabilir.
160	3	32	Kompresör Yağ Filtresinin Tıkanması	Yağ filtresi, yağdaki partikülleri ve kirleri temizler. Ancak, zamanla tıkanabilir ve bu da yağ akışını engelleyebilir, dolayısıyla yağlama yetersiz hale gelir.	Yağ filtresi düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde değiştirilmelidir. Temiz filtreler, yağın düzgün bir şekilde akmasını sağlar ve yağlama verimliliğini korur.	Tıkanmış bir yağ filtresi, kompresörün yetersiz yağlama ile çalışmasına ve dolayısıyla bileşenlerin aşırı ısınmasına ve aşınmasına neden olabilir.
161	3	33	Kompresör Emme Valfi Kaçakları	Emme valfi kaçakları, kompresörün hava emiş verimliliğini düşürür. Kaçak nedeniyle sıkıştırılmış hava geri kaçabilir ve bu da kompresörün çıkış basıncının düşmesine neden olur.	Emme valfleri düzenli olarak kontrol edilip aşınma, çatlak veya valf oturma yüzeyindeki karbon birikintileri giderilmelidir. Kaçak tespit edilirse valfler onarılmalı veya değiştirilmelidir.	Düşük çıkış basıncı, karbon birikimi, kompresörün uzun süre çalışması ve volumetrik verimliliğin düşmesi gibi sorunlara neden olabilir.

Ek Tablo 30. Veri tabanı arızalar tablosu: 30. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
162	3	33	Kompresör Tahliye Valfi Kaçakları	Tahliye valfi kaçakları, sıkıştırılmış havanın geri kaçmasına neden olur ve bu durum kompresörün çıkış basıncının düşmesine yol açar. Ayrıca, yüksek sıcaklıkta hava kaçıışı valfin üzerinde karbon birikmesine neden olabilir.	Tahliye valfleri düzenli olarak kontrol edilmeli ve karbon birikimi, aşınma veya valf oturma yüzeyindeki hasarlar giderilmelidir. Gerekirse, valfler onarılmalı veya değiştirilmelidir.	Yüksek sıcaklık nedeniyle valf üzerinde karbon birikimi, kompresörün aşırı ısınması, yağlama problemleri ve genel kompresör verimliliğinde düşüş gibi sorunlar meydana gelebilir.
163	3	33	Kompresör Yanlış Valf Montajı	Emme veya tahliye valflerinin yanlış montajı, kompresörün verimliliğini ciddi şekilde etkileyebilir. Bu durum, valflerin doğru açılıp kapanmamasına ve kompresörün düzgün çalışmamasına neden olabilir.	Valfler doğru yönde ve uygun sıklıkla monte edilmelidir. Valf yaylarının sertliği de kontrol edilmeli ve üretici talimatlarına uygun şekilde ayarlanmalıdır.	Yanlış montaj, kompresörün aşırı ısınmasına, valflerin erken aşınmasına ve potansiyel olarak valf kırılmalarına neden olabilir.
164	3	33	Kompresör Valf Tıkanıklıkları	Valflerin kir veya karbon birikintileri nedeniyle tıkanması, havanın serbestçe akmasını engeller. Bu durum, kompresörün performansında düşüşe neden olabilir.	Valfler düzenli olarak temizlenmeli ve tıkanıklıklar giderilmelidir. Ayrıca, kompresöre giren havanın filtrelenmesi de bu tür tıkanıklıkları önlemek için önemlidir.	Tıkanmış valfler, kompresörün aşırı çalışmasına, enerji tüketiminin artmasına ve valf hasarlarına yol açabilir.
165	3	34	Kompresörde Korozyon ve İç Paslanma	Hava alıcı tanklarının iç yüzeyinde, sıkıştırılmış havadan gelen nemin etkisiyle korozyon ve paslanma meydana gelebilir. Bu durum, tankın yapısal bütünlüğünü zayıflatabilir ve basınç altında patlama riski oluşturabilir.	Tankın iç yüzeyi düzenli olarak kontrol edilmeli ve korozyon oluşumu tespit edilirse pas giderici işlemler uygulanmalı veya tank yenilenmelidir. Ayrıca, tankın içindeki nemin uzaklaştırılması için nem alma cihazları kullanılmalıdır.	Korozyonun ilerlemesi, tankın delinmesine ve hava sızıntısına yol açabilir. Bu da sistemin genel basınç kaybına ve operasyonel güvenlik risklerine neden olabilir.
166	3	34	Kompresör Tankının Aşırı Basınçla Doldurulması	Hava alıcı tankının aşırı basınçla doldurulması, tankın güvenlik valflerinin devreye girmesine neden olabilir. Eğer güvenlik valfleri düzgün çalışmazsa, bu durum tankın patlamasına yol açabilir.	Tankın üzerinde bulunan basınç göstergeleri ve güvenlik valfleri düzenli olarak kontrol edilip test edilmelidir. Gerekğinde valfler yenilenmelidir. Ayrıca, kompresörün otomatik kesme basınç ayarları doğru şekilde ayarlanmalıdır.	Aşırı basınç nedeniyle tankın patlaması, ciddi yaralanmalara ve ekipman hasarına yol açabilir. Ayrıca, sistemdeki diğer bileşenler de bu durumdan etkilenebilir.

Ek Tablo 31. Veri tabanı arızalar tablosu: 31. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
167	3	34	Kompresörde Nem ve Su Birikimi	Hava alıcı tankında biriken nem ve su, sistemde korozyona neden olabilir ve basınç dalgalanmalarına yol açabilir. Ayrıca, suyun kompresöre geri dönmesi, kompresör bileşenlerinde hasara neden olabilir.	Tankın altındaki su tahliye vanası düzenli olarak açılarak su birikintisi boşaltılmalıdır. Tankın içinde biriken suyun sık sık tahliye edilmesi, korozyon ve paslanmayı önler.	Su birikintisi, sistemin genel verimliliğini düşürebilir ve kompresör bileşenlerinin aşınmasına yol açabilir. Ayrıca, bu durum valflerde arızalara ve hava hattı tıkanıklıklarına neden olabilir.
168	3	34	Kompresör Patlama Diskinin Arızalanması	Hava alıcı tankında bulunan patlama disk, aşırı basınç durumunda tankı korumak için tasarlanmıştır. Bu disk arızalandığında veya çalışmadığında, tankın aşırı basınçla dolması ve patlama riski artar.	Patlama disk, düzenli olarak kontrol edilmeli ve her kullanım öncesinde çalışıp çalışmadığı test edilmelidir. Herhangi bir hasar tespit edilirse disk derhal yenilenmelidir.	Patlama diskinin arızalanması, tankın kontrolsüz bir şekilde aşırı basınç altında kalmasına ve nihayetinde patlamasına yol açabilir.
169	3	35	Kompresör Basınç Anahtarının Arızalanması	Basınç anahtarının arızalanması, kompresörün otomatik olarak durup başlamasını kontrol eden mekanizmanın düzgün çalışmamasına yol açar. Bu durum, kompresörün aşırı basınçla çalışmasına veya yetersiz basınçta durmasına neden olabilir.	Basınç anahtarı düzenli olarak test edilmeli ve doğru çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir. Arıza durumunda, anahtar onarılmalı veya yenisi ile değiştirilmelidir.	Basınç anahtarının arızalanması, kompresörün aşırı basınç altında çalışmasına ve diğer bileşenlerin hasar görmesine neden olabilir.
170	3	35	Kompresör Emniyet Valfinde Kaçak	Emniyet valfi, sistemdeki aşırı basıncı tahliye etmek için tasarlanmıştır. Ancak, valfin kaçak yapması durumunda, sürekli hava kaçağı meydana gelir ve bu da kompresörün verimliliğini düşürür.	Emniyet valfi düzenli olarak test edilmeli ve kaçak olup olmadığı kontrol edilmelidir. Valf sızıntı yapıyorsa, onarılmalı veya yenisi ile değiştirilmelidir.	Sürekli hava kaçağı, kompresörün sürekli çalışmasına neden olarak aşınma ve enerji tüketiminde artışa yol açabilir.
171	3	35	Kompresör Emniyet Valfinin Yanlış Ayarlanması	Emniyet valfinin ayar basıncının yanlış olması ya çok erken ya da çok geç açılmasına neden olabilir. Bu, ya basıncın gereğinden önce tahliye edilmesine ya da sistemde aşırı basınç birikmesine yol açabilir.	Emniyet valfinin ayar basıncı düzenli olarak kontrol edilmeli ve doğru değerlere göre ayarlanmalıdır. Ayar basıncı kontrol listelerinde belirtilen değerlere uygun olmalıdır.	Yanlış ayarlanmış emniyet valfi, kompresörün güvenli olmayan basınçlarda çalışmasına ve potansiyel olarak patlamalara neden olabilir.

Ek Tablo 32. Veri tabanı arızalar tablosu: 32. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
172	3	35	Kompresör Basınç Anahtarında Temas Sorunları	Basınç anahtarındaki kontakların düzgün çalışmaması, anahtarın kompresör sistemini zamanında durdurup başlatmasını engelleyebilir. Bu, kompresörün aşırı basınçla çalışmasına yol açabilir.	Basınç anahtarındaki kontaklar düzenli olarak temizlenmeli ve aşınma belirtileri olup olmadığı kontrol edilmelidir. Gerekirse, temas noktaları onarılmalı veya anahtar tamamen yenilenmelidir.	Temas sorunları, kompresörün çalışmasının kontrolsüz hale gelmesine ve aşırı basınç nedeniyle güvenlik sorunlarına yol açabilir.
173	3	36	Kompresör Motorunun Aşırı Isınması	Tahrik motorunun aşırı ısınması, genellikle yetersiz soğutma, aşırı yüklenme veya düşük voltaj gibi nedenlerden kaynaklanır. Bu durum motorun ömrünü kısaltabilir ve ciddi arızalara yol açabilir.	Motorun soğutma sistemi düzenli olarak kontrol edilmeli ve aşırı yüklenme önlenmelidir. Gerekirse, soğutma fanları veya motorun çevresindeki havalandırma sistemi kontrol edilmeli ve onarılmalıdır.	Aşırı ısınma, motorun yanmasına, rulmanların aşınmasına ve genel olarak motor performansının düşmesine neden olabilir.
174	3	36	Kompresör Rulman Arızaları	Tahrik motorunun rulmanları, uzun süreli kullanım veya yetersiz yağlama nedeniyle aşınabilir. Bu durum, motorun yüksek sesli çalışmasına ve verimliliğinin düşmesine neden olabilir.	Rulmanlar düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde değiştirilmelidir. Ayrıca, motorun düzgün bir şekilde yağlandığından emin olunmalıdır.	Aşınmış rulmanlar, motorun aşırı titreşim yapmasına, bileşenlerin daha hızlı aşınmasına ve motorun tamamen durmasına neden olabilir.
175	3	36	Kompresörde Elektriksel Arızalar	Elektriksel arızalar, tahrik motorunun çalışmasını engelleyebilir. Bu arızalar, hatalı kablolama, aşınmış bağlantılar veya arızalı bir kapasitör nedeniyle meydana gelebilir.	Tüm elektrik bağlantıları düzenli olarak kontrol edilmeli ve gevşek veya hasarlı bağlantılar onarılmalıdır. Kapasitör ve diğer elektrik bileşenleri gerektiğinde değiştirilmelidir.	Elektriksel arızalar, motorun çalışmamasına, kısa devreye ve daha ciddi elektriksel problemlere yol açabilir.
176	3	36	Kompresörde Düşük Voltaj veya Güç Kesintileri	Düşük voltaj veya ani güç kesintileri, tahrik motorunun yetersiz çalışmasına ve zamanla aşırı ısınmasına neden olabilir.	Motorun bağlı olduğu güç kaynağının voltaj seviyesi düzenli olarak kontrol edilmeli ve düşük voltaj sorunu tespit edilirse gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.	Düşük voltaj, motorun tam güçte çalışmamasına, aşırı ısınmasına ve uzun vadede motorun yanmasına neden olabilir.

Ek Tablo 33. Veri tabanı arızalar tablosu: 33. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
177	4	37	Separatör Giriş Sıvısının Eşit Dağıtım Problemi	Giriş sıvısının separatör içerisindeki bileşenlere eşit dağılmaması, sıvının bir kısmının aşırı yüklenmesine ve diğer kısımlarının eksik kalmasına neden olabilir. Bu durum, ayırma işleminin verimliliğini düşürür.	Giriş valfleri ve dağıtım sisteminin düzenli olarak kontrol edilmesi, tıkanmaların veya mekanik arızaların giderilmesi gerekmektedir. Ayrıca, separatörün üretici kılavuzundaki talimatlara uygun olarak çalıştırılması sağlanmalıdır.	Yanlış veya yetersiz sıvı dağıtımı, separatörün iç bileşenlerinin aşınmasına, verim kaybına ve potansiyel olarak ciddi ekipman arızalarına yol açabilir.
178	4	37	Separatörde Tıkanmış Giriş Hattı	Separatörün giriş hattının tıkanması sonucu sıvılar separatöre düzgün şekilde ulaşamaz. Bu tıkanıklık genellikle yağ veya yakıttaki tortular ve yabancı maddelerden kaynaklanır.	Giriş hattının temizlenmesi, düzenli bakım ve filtrelerin kontrol edilmesi gerekir.	Separatör verimsiz çalışır, sistem basıncı artar, ayırma işlemi tam gerçekleşmez, bu da yakıt kalitesinin düşmesine ve ekipman aşınmasına yol açabilir.
179	4	37	Separatör Giriş Sıvısında Eşit Olmayan Dağılımı	Giriş ve dağıtım sistemi, sıvıları separatör içine eşit şekilde dağıtamaz. Bu durum, iç mekanizmalarda aşınma veya mekanik hasar sonucu oluşur.	Dağıtım mekanizmasının bakımı yapılmalı, aşınmış parçalar değiştirilmelidir.	Ayırma verimliliği düşer, düzgün ayırma yapılamaz, çevreye zarar verebilecek kirlilik riskleri artar.
180	4	37	Separatör İç Bileşenlerinin Aşırı Yüklenmesi	Giriş sıvısının doğru şekilde dağıtılmaması, separatörün iç bileşenlerinde aşırı yüklenmelere neden olabilir. Bu durum, özellikle disklerin ve bowl bileşenlerinin düzensiz çalışmasına yol açar.	Separatörün iç bileşenlerinin düzenli bakımı yapılmalı, aşınma veya deformasyon belirtileri kontrol edilmelidir. Ayrıca, uygun disk ve hazne bileşenlerinin kullanıldığından emin olunmalıdır.	Disklerde ve bowl'da aşırı aşınma, yağ sızıntıları ve genel sistem performansında azalma gibi sorunlar ortaya çıkabilir.
181	4	37	Separatör Sealing Suyu Arızaları	Separatörde kullanılan sealing suyu, yağ ile suyun doğru şekilde ayrılmasını sağlamak için kritik bir rol oynar. Sealing suyu eksikliği veya arızası, yağın su çıkışından kaçmasına neden olabilir.	Sealing suyu hattının ve valflerinin düzenli olarak kontrol edilmesi, tıkanıklıkların giderilmesi ve suyun yeterli basınçta verildiğinden emin olunması gerekmektedir.	Yağın su çıkışından kaçması, temizlenmiş yakıtın kalitesini düşürebilir ve motor performansını olumsuz etkileyebilir.

Ek Tablo 34. Veri tabanı arızalar tablosu: 34. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
182	4	37	Separatör Disk Boyutu veya Yerleşim Sorunları	Yanlış boyutlandırılmış veya hatalı yerleştirilmiş diskler, yağ ve suyun doğru şekilde ayrılmasını engelleyebilir. Bu, ayrışma sürecinin verimsiz olmasına ve suyun yakıt çıkışına karışmasına neden olabilir.	Disklerin doğru boyutta olduğundan ve doğru şekilde yerleştirildiğinden emin olunmalıdır. Disk boyutu, üretici talimatlarına göre seçilmeli ve düzenli kontroller yapılmalıdır.	Yetersiz ayrışma, yakıt kirliliğine, motor performansında düşüşe ve potansiyel olarak motor arızalarına yol açabilir.
183	4	38	Separatör Dengesiz Santrifüj Kuvveti	Separatörün yüksek hızda dönmesi, santrifüj kuvvetinin dengesiz bir şekilde uygulanmasına yol açabilir. Bu durum, separatör disklerinde düzensiz aşınmaya veya deformasyona neden olabilir.	Separatörün düzenli bakımı yapılmalı, özellikle disklerin ve bowl'un dengesi kontrol edilmelidir. Diskler veya bowl'un herhangi bir deformasyon veya aşınma belirtisi gösterip göstermediği incelenmelidir.	Dengesiz santrifüj kuvveti, separatör performansında düşüşe, yağ ve suyun verimsiz ayrılmasına ve potansiyel olarak daha büyük mekanik arızalara yol açabilir.
184	4	38	Separatör Yüksek Devir Hızı Arızası	Separatörün motoru, belirlenen RPM'yi aşarsa, bu durum, separatörün aşırı yüklenmesine ve bileşenlerin aşırı ısınmasına neden olabilir.	Motorun devir hızı düzenli olarak izlenmeli ve belirlenen sınırlar içinde tutulmalıdır. Gerekirse, motorun hız kontrol ünitesi yeniden ayarlanmalıdır.	Yüksek devir hızı, separatör disklerinin kırılmasına, motor arızalarına ve genel olarak sistemin durmasına neden olabilir.
185	4	38	Separatör Santrifüj Kuvvetiyle Yağ ve Su Ayrışma Sorunları	Santrifüj kuvveti doğru uygulanmazsa, yağ ve suyun efektif bir şekilde ayrılması zorlaşır. Bu durumda, yağın içindeki su ve katı partiküller tam olarak ayrıştırılamaz.	Separatörde kullanılan gravite disklerin boyutları doğru seçilmeli ve yağın sıcaklığı uygun bir seviyede tutulmalıdır. Ayrıca, separatörün hızının ve besleme hızının ayarları da kontrol edilmelidir.	Yetersiz ayrışma, yakıtın kirlenmesine, motor performansının düşmesine ve zamanla motor arızalarına yol açabilir.
186	4	39	Separatör Ayrım Bölgelerinin Yetersiz Performansı	Ayrım bölgeleri, karışımların yoğunluklarına göre saflaştırılmasını sağlar. Eğer bu bölgelerde bir sorun yaşanırsa, örneğin disklerin doğru yerleştirilmemesi veya disk boyutlarının yanlış seçilmesi gibi, ayırım işlemi verimli olmaz ve karışımlar tam olarak ayrıştırılamaz.	Ayrım bölgelerindeki disklerin doğru boyutta olduğundan ve yerleştirilmesinden emin olunmalıdır. Disklerin üretici talimatlarına uygun olarak periyodik bakımları yapılmalı ve gerekiyorsa değiştirilmelidir.	Yetersiz ayırım, yakıt ve yağın saflığının azalmasına, motor performansında düşüşe ve potansiyel olarak motor arızalarına neden olabilir.

Ek Tablo 35. Veri tabanı arızalar tablosu: 35. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
187	4	39	Separatör Gravite Disk Arızaları	gravite disk, yağ ve suyun ayrışma arayüzünü belirleyen kritik bir bileşendir. Eğer gravite disk doğru seçilmezse veya hasar görürse, ayırım işlemi verimsiz hale gelir ve su, yağ çıkışından sızabilir.	gravite disklerin uygun boyutta olduğundan ve doğru yerleştirildiğinden emin olunmalıdır. Ayrıca, ayırım performansını artırmak için diskler düzenli olarak kontrol edilmelidir.	Yanlış yerleştirilmiş veya hatalı gravite diskler, yağın içinde su kalmasına ve motorun iç kısımlarında korozyona neden olabilir.
188	4	39	Separatör Çamur(Sludge) Tahliye Problemleri	Ayırım bölgelerinde biriken çamur ve diğer katı maddelerin zamanında tahliye edilmemesi, separatörün performansını olumsuz etkiler. Bu durum, çamur çıkışının tıkanması veya tahliye sürecinde hatalar yaşanması nedeniyle olabilir.	Sludge tahliye sisteminin doğru çalıştığından emin olunmalı, tahliye aralıkları üretici talimatlarına göre ayarlanmalıdır. Gerekirse, tahliye mekanizması ve ilgili valfler kontrol edilmeli ve temizlenmelidir.	Tahliye işleminin başarısız olması, separatörün iç bileşenlerinde birikmeye ve aşırı yüklenmeye neden olabilir, bu da ekipmanın erken aşınmasına yol açar.
189	4	40	Separatör Tahliye Valfinin Tıkanması	Tahliye valfi, ayrılan kirleticileri ve temizlenmiş sıvıları ayrı alanlara yönlendiren önemli bir bileşendir. Bu valfin tıkanması durumunda, kirleticiler düzgün bir şekilde tahliye edilemez, bu da separatörün verimliliğini düşürür ve sıvıların karışmasına neden olabilir.	Tahliye valfi düzenli olarak kontrol edilmeli ve tıkanıklık durumunda temizlenmelidir. Özellikle yüksek viskoziteli yağlarla çalışırken, valfin temizliği daha sık yapılmalıdır.	Tahliye valfinin tıkanması, kirli sıvıların temiz sıvılarla karışmasına, motor performansının düşmesine ve hatta ciddi makine arızalarına yol açabilir.
190	4	40	Separatör Toplama Haznesinde Birikme	Ayrılan maddeler, yoğunluklarına göre farklı alanlarda toplanır. Ancak, bu alanlarda birikme yaşanması, separatörün etkinliğini düşürebilir ve sıvıların düzgün şekilde tahliye edilmesini engelleyebilir.	Toplama haznelerinin düzenli olarak temizlenmesi ve birikmenin önlenmesi için separatörün çalışma koşullarının izlenmesi gereklidir. Ayrıca, tahliye işlemi sırasında birikmelerin kontrol edilmesi önemlidir.	Birikme, separatörün verimliliğini düşürerek kirli sıvıların temizlenmemesine neden olabilir ve bu durum, motor arızaları gibi daha ciddi sorunlara yol açabilir.

Ek Tablo 36. Veri tabanı arızalar tablosu: 36. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
191	4	40	Separatör Tahliye Sistemi Basınç Sorunları	Tahliye sistemi, sıvıların güvenli bir şekilde toplanmasını ve kirleticilerin bertaraf edilmesini sağlar. Ancak, sistemdeki basınç sorunları, sıvıların düzgün şekilde tahliye edilmemesine neden olabilir.	Tahliye sisteminin basıncı düzenli olarak izlenmeli ve gerektiğinde ayarlanmalıdır. Ayrıca, basınç sorunlarının kaynağı olan valf ve pompalar kontrol edilmeli ve gerekli bakımlar yapılmalıdır.	Düşük basınç, kirliliğin sıvıların yeterince tahliye edilememesine ve bu durumun motorlarda performans kaybına ve potansiyel arızalara yol açmasına neden olabilir.
192	4	41	Separatör Disk Yığınının Tıkanması	Disk yığınının tıkanması, separatördeki sıvıların ve katı maddelerin düzgün şekilde ayrılmasını engelleyebilir. Bu durum, özellikle çamur tahliyesi yeterince sık yapılmazsa veya işlenen sıvı beklenenden fazla katı madde içeriyorsa meydana gelir. Tıkanan diskler, sıvıların ayrılma yollarını bloke eder ve separatör performansını olumsuz etkiler.	Disk yığınının tıkanmasını önlemek için separatörün düzenli olarak temizlenmesi gerekmektedir. Ayrıca, çamur tahliye döngüleri sıkı bir şekilde izlenmeli ve zamanında yapılmalıdır. Tıkanıklık durumunda, separatör durdurulmalı ve disk yığını dikkatlice temizlenmelidir.	Disk yığınının tıkanması, ayrıştırılan sıvıların kalitesinin düşmesine, temiz sızıda kirlilik olmasına ve sonuç olarak motor performansında düşüşe neden olabilir.
193	4	41	Separatör Disk Yığınının Aşınması veya Deformasyonu	Disk yığınının sürekli yüksek hızda çalışması, disklerin zamanla aşınmasına veya deformasyona uğramasına yol açabilir. Aşınmış veya deforme olmuş diskler, sıvıların düzgün şekilde ayrılmasını engelleyebilir ve bu da ayrıştırma verimliliğini düşürür.	Disk yığınının düzenli olarak kontrol edilmesi ve aşınmış veya hasar görmüş disklerin yenileriyle değiştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, üretici talimatlarına uygun bakım programları uygulanmalıdır.	Aşınmış diskler, separatörün etkinliğini düşürür ve yakıtın veya yağın içinde istenmeyen katı maddelerin kalmasına neden olabilir. Bu durum, motor arızaları gibi ciddi sorunlara yol açabilir.
194	4	41	Separatör Disk Yığınının Hatalı Kurulum	Disklerin yanlış yerleştirilmesi veya yanlış boyutlarda seçilmesi, ayrıştırma sürecini olumsuz etkileyebilir. Yanlış yerleştirilmiş diskler, sıvıların düzgün şekilde ayrılmasına neden olabilir ve bu da temiz sızıda istenmeyen maddelerin kalmasına yol açar.	Disk yığınının doğru şekilde yerleştirildiğinden ve disk boyutlarının doğru seçildiğinden emin olunmalıdır. Disklerin kurulumunun üretici kılavuzlarına uygun olarak yapılacağından emin olunmalıdır.	Hatalı disk yerleşimi, yetersiz ayrışmaya ve motorlarda performans kaybına neden olabilir.

Ek Tablo 37. Veri tabanı arızalar tablosu: 37. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
195	4	42	Separatörde Yanlış Pozitif Alarmlar	Yağ içeriği algılama cihazı, su içindeki yağ miktarını ölçerken, cihazın ışık saçılımı teknolojisini kullanması durumunda tortu, pas veya diğer partiküller nedeniyle yanlış pozitif alarmlar verebilir. Bu, cihazın su yerine bu parçacıkları yağ olarak algılamasından kaynaklanır.	Cihazın düzenli olarak kalibre edilmesi ve bakımlarının yapılması gereklidir. Özellikle eski sistemlerde, cihazın daha hassas bir teknolojiye sahip yeni modellerle değiştirilmesi gerekebilir. Ayrıca, cihazın kullanıldığı sistemdeki boruların ve diğer bileşenlerin paslanma veya tortu birikmesine karşı düzenli kontrol edilmesi önerilir.	Yanlış pozitif alarmlar, gereksiz yere sistemin durmasına veya yanlış müdahalelere neden olabilir, bu da operasyonel verimliliği düşürebilir.
196	4	42	Separatörde Yanlış Negatif Alarmlar	Yağ içeriği algılama cihazı, özellikle ultra-emülsifiye olmuş yağ moleküllerini tespit etmede yetersiz kalabilir. Bu durumda, cihaz yağın suya karıştığını tespit edemeyebilir ve bu da çevreye zarar verecek şekilde yanlış tahliyelere yol açabilir.	Cihazın UV flüoresans gibi daha hassas teknolojilerle güncellenmesi önerilir. Bu teknoloji, ultra-emülsifiye yağ moleküllerini daha doğru bir şekilde tespit edebilir ve yanlış negatif sonuçların önüne geçebilir. Düzenli kalibrasyon ve bakım da bu sorunu minimize eder.	Yanlış negatif alarmlar, çevresel düzenlemelerin ihlal edilmesine ve geminin çevreye zarar vermesine yol açabilir. Bu durum, ciddi yasal sonuçlar doğurabilir.
197	4	42	Separatör Cihaz Kalibrasyon Sorunları	Yağ içeriği algılama cihazının kalibrasyonunun doğru yapılmaması, cihazın yağ içeriğini doğru ölçmemesine neden olabilir. Bu, cihazın hem yanlış pozitif hem de yanlış negatif alarmlar vermesine yol açabilir.	Cihazın üretici talimatlarına uygun olarak düzenli kalibrasyonu yapılmalıdır. Ayrıca, kalibrasyon işleminin doğru yapıldığından emin olmak için yetkili teknisyenlerin bu işlemi gerçekleştirmesi gereklidir.	Yanlış kalibrasyon hem operasyonel aksamalara hem de çevresel düzenlemelere uyumsuzluğa neden olabilir.
198	4	43	Separatör Isıtma Elemanının Arızalanması	Isıtma elemanının çalışmaması, separatördeki sıvıların yeterince ısınmamasına neden olur. Bu durum, özellikle viskoz sıvılarla çalışırken ayrıştırma verimliliğinin düşmesine yol açar.	Isıtma elemanları düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde temizlenmelidir. Eğer ısıtma elemanında bir sorun tespit edilirse, hemen yenisiyle değiştirilmelidir. Ayrıca, ısıtıcı devrelerinin ve kontrol sistemlerinin doğru çalıştığından emin olunmalıdır.	Isıtma elemanının arızalanması, yetersiz ısınmaya ve bunun sonucunda ayrıştırma sürecinin verimsiz hale gelmesine neden olabilir. Bu da yakıtın veya yağın içinde daha fazla kirlilik kalmasına ve motor performansının düşmesine yol açabilir.

Ek Tablo 38. Veri tabanı arızalar tablosu: 38. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
199	4	43	Separatör Isıtma Elemanında Kirlenme	Isıtma elemanlarının yüzeyinde kir veya tortu birikmesi, ısı transferini engelleyebilir ve bu da ısıtma elemanının verimliliğini azaltır. Bu durum, sıvıların gerekli sıcaklığa ulaşamamasına neden olabilir.	Isıtma elemanlarının düzenli olarak temizlenmesi gereklidir. Kirli ısıtıcı yüzeyler, özel temizlik kimyasalları veya uygun yöntemlerle temizlenmelidir. Ayrıca, düzenli bakım planları oluşturulmalı ve ısıtma elemanlarının çalışma performansı izlenmelidir.	Kirli ısıtma elemanları, sıvıların ayrışması için gereken sıcaklığa ulaşmasını engelleyerek ayrıştırma sürecinin verimsiz olmasına yol açabilir. Bu da yakıt veya yağ kalitesinin düşmesine ve motor arızalarına neden olabilir.
200	4	43	Separatör Isıtma Elemanının Aşırı Isınması	Isıtma elemanının aşırı ısınması, cihazın yanmasına veya zarar görmesine yol açabilir. Aşırı ısınma genellikle termostatin arızalanması veya ısıtma devresinde bir sorun olması durumunda meydana gelir.	Termostat ve ısıtma devreleri düzenli olarak kontrol edilmeli ve aşırı ısınma durumunda bu bileşenler derhal değiştirilmelidir. Ayrıca, ısıtma elemanlarının soğutma mekanizmalarının doğru çalıştığından emin olunmalıdır.	Aşırı ısınma, ısıtma elemanının tamamen arızalanmasına ve bunun sonucunda ayrıştırma işleminin durmasına neden olabilir. Bu durum, gemi operasyonlarında kesintilere yol açabilir.
201	5	44	Kazan Su Davlumbazında Korozyon	Su davlumbazında korozyon, genellikle kazan besleme suyundaki çözünmüş oksijenin etkisiyle oluşur. Korozyon, su davlumbazının metal yüzeylerini zayıflatır ve sonunda su kaçaqlarına veya daha ciddi mekanik arızalara yol açabilir.	Kazan besleme suyunun kimyasal olarak düzenli kontrolü yapılmalı ve gerekirse suya oksijen giderici kimyasallar eklenmelidir. Ayrıca, su davlumbazının periyodik olarak incelenmesi ve korozyon belirtilerinin erken tespit edilmesi gerekmektedir.	Korozyon, su davlumbazında çatlaklara ve kaçaqlara neden olarak, suyun buharlaşma sürecini engelleyebilir ve kazan verimliliğini düşürebilir. Ayrıca, korozyonun yayılması, daha geniş alanlarda metal yorgunluğuna yol açabilir.
202	5	44	Kazan Su Davlumbazında Tortu ve Ölçeklenme	Su davlumbazında tortu ve ölçek birikmesi, genellikle kazan besleme suyundaki sertlik ve çözünmüş minerallerin neden olduğu bir sorundur. Bu birikimler, ısı transferini engelleyerek suyun buharlaşmasını zorlaştırabilir ve kazanın aşırı ısınmasına neden olabilir.	Kazan suyunun sertliğini azaltmak için su yumuşatma işlemleri uygulanmalı ve suyun düzenli olarak test edilmesi gerekmektedir. Ayrıca, kazanın iç yüzeylerinde tortu birikimini önlemek için uygun kimyasal maddeler kullanılmalıdır.	Ölçeklenme, kazanın ısı verimliliğini düşürebilir ve uzun vadede boru hatlarında tıkanmalara veya boru arızalarına yol açabilir. Bu da kazanın durmasına veya ciddi mekanik hasarlara neden olabilir.

Ek Tablo 39. Veri tabanı arızalar tablosu: 39. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
203	5	44	Kazan Su davlumbazında Suyun Yetersiz Dolaşımı	Su davlumbazında suyun yetersiz dolaşımı, suyun eşit şekilde ısınmamasına ve buhar üretim sürecinin verimsiz hale gelmesine neden olabilir. Bu sorun, su seviyesinin yanlış ayarlanması veya dolaşım borularında tıkanıklık nedeniyle oluşabilir.	Su seviyesi sensörleri düzenli olarak kontrol edilmeli ve dolaşım boruları tıkanıklıklara karşı temizlenmelidir. Kazan tasarımına uygun bir su seviyesinin korunması, suyun doğru bir şekilde dolaşımını sağlar.	Yetersiz su dolaşımı, kazanın aşırı ısınmasına ve hatta boru patlamalarına neden olabilir. Bu durum, kazanın tamamen durmasına ve ciddi güvenlik risklerine yol açabilir.
204	5	45	Kazan Buhar Davlumbazında Korozyon	Buhar davlumbazında korozyon, özellikle su kalitesi düşük olduğunda ve koruyucu bakım eksikliği nedeniyle oluşur. Korozyon, buhar davlumbazının metal yüzeylerini zayıflatır ve buhar kaçağına veya basınç kaybına yol açabilir.	Kazan suyunun kimyasal bileşimi düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerekli koruyucu kimyasallar eklenmelidir. Buhar davlumbazının düzenli olarak incelenmesi ve korozyon belirtilerinin erken tespit edilmesi önemlidir.	Korozyon, buharın kaçmasına, basınç düşmesine ve sonuç olarak buhar dağıtımının verimliliğinin azalmasına yol açabilir.
205	5	45	Kazan Buhar Davlumbazında Buhar Kaçakları	Buhar davlumbazındaki montaj elemanlarının veya valflerin yanlış montajı veya aşınması, buhar kaçaklarına neden olabilir. Buhar kaçağı, enerji kaybına ve kazanın verimliliğinin düşmesine yol açar.	Buhar davlumbazında bulunan tüm montaj elemanları ve valfler düzenli olarak kontrol edilmeli, aşınmış veya hasar görmüş parçalar hemen değiştirilmelidir. Ayrıca, bağlantı noktalarının doğru şekilde monte edildiğinden emin olunmalıdır.	Buhar kaçakları, enerji kaybına neden olarak kazanın verimliliğini azaltır ve daha fazla yakıt tüketimine yol açabilir.
206	5	45	Kazan Buhar Davlumbazında Basınç Dengesizliği	Buhar davlumbazında basınç dengesizliği, güvenlik valflerinin yanlış ayarlanması veya arızalanması sonucu meydana gelebilir. Bu durum, buharın güvenli bir şekilde gemi sistemlerine dağıtılmasını engeller.	Güvenlik valflerinin ve buhar stop valflerinin düzenli olarak kalibre edilmesi ve test edilmesi gerekmektedir. Basınç dengesizliklerini önlemek için valflerin düzgün çalıştığından emin olunmalıdır.	Basınç dengesizliği, aşırı basınç altında kazanın patlamasına kadar ciddi güvenlik risklerine yol açabilir.

Ek Tablo 40. Veri tabanı arızalar tablosu: 40. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
207	5	46	Kazan Süper Isıtıcı Borularının Aşırı Isınması	Süper ısıtıcı boruları, buharı yüksek sıcaklıklara çıkardığı için genellikle yüksek metal sıcaklıklarına maruz kalır. Bu boruların aşırı ısınması, boru malzemesinin metalurjik sınırlarını aşmasına ve boru yüzeylerinde çatlamalara veya deformasyonlara yol açabilir.	Süper ısıtıcı borularının sıcaklık kontrolü, düzenli izleme ve bakım ile sağlanmalıdır. Ayrıca, boruların tasarım ömrünü uzatmak için su kalitesinin ve dolaşım sisteminin doğru yönetimi önemlidir.	Aşırı ısınma, boru arızalarına, buhar kaçağına ve hatta kazanın durmasına neden olabilir. Bu durum, operasyonel kesintilere ve potansiyel olarak ciddi güvenlik risklerine yol açabilir.
208	5	46	Kazan Jeneratör Borularında Tıkanma	Jeneratör boruları, suyun buhar üretimi için ısıtıldığı ana bölgedir. Zamanla, suyun içindeki tortu ve mineraller bu borularda birikerek tıkanmalara neden olabilir. Bu tıkanmalar, ısı transferinin engellenmesine ve buhar üretiminin verimsiz hale gelmesine yol açar.	Jeneratör borularının düzenli olarak temizlenmesi ve kazan suyunun kimyasal bileşiminin kontrol edilmesi gereklidir. Ayrıca, boru tıkanıklıklarının erken tespiti için periyodik kontroller yapılmalıdır.	Tıkanma, ısı transferini azaltarak buhar üretimini düşürür, bu da kazanın verimliliğini olumsuz etkiler ve operasyonel aksamalara neden olabilir.
209	5	46	Kazan Düşürücü Borularda Korozyon	Düşürücü borular, soğuk suyu su daireye geri taşır. Bu borularda meydana gelen korozyon, suyun taşınmasında sorunlara yol açabilir ve boruların zayıflamasına neden olabilir. Korozyon genellikle su kalitesinin düşük olması ve yetersiz su şartlandırma nedeniyle ortaya çıkar.	Korozyonu önlemek için su kalitesinin düzenli olarak izlenmesi ve gerekli kimyasal tedbirlerin alınması gereklidir. Korozyon belirtileri tespit edildiğinde, boruların onarımı veya değiştirilmesi gerekebilir.	Korozyon, boruların zayıflamasına ve hatta patlamasına neden olabilir, bu da kazanın güvenliğini tehlikeye atabilir ve ciddi arızalara yol açabilir.
210	5	47	Kazan Ateşleme Problemleri	Brülörün ateşleme sistemindeki sorunlar, genellikle ateşleme elektrotlarının veya ateşleme transformatörünün arızalanması sonucu ortaya çıkar. Bu, kıvılcımın oluşmamasına, zayıf kıvılcım oluşmasına veya yanma odasında ateşleme hatalarına neden olabilir.	Ateşleme elektrotları ve transformatörleri düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde temizlenmeli veya değiştirilmelidir. Ayrıca, elektrotların aralıkları ve hizası üretici talimatlarına uygun olarak ayarlanmalıdır.	Ateşleme problemleri, düşük ısı çıkışı, dumanlı alev ve brülörün zarar görmesine neden olabilir. Brülörün ateşleme sistemindeki sorunlar, genellikle ateşleme elektrotlarının veya ateşleme transformatörünün arızalanması sonucu ortaya çıkar. Bu, kıvılcımın oluşmamasına, zayıf kıvılcım oluşmasına veya yanma odasında ateşleme hatalarına neden olabilir.

Ek Tablo 41. Veri tabanı arızalar tablosu: 41. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
211	5	47	Kazan Yakıt Kaynaklı Sorunlar	Brülördeki yakıt kaynağında sorunlar, yakıtın kirli veya bozulmuş olması, viskozitenin yanlış olması veya yakıt kompozisyonunun tutarsız olması durumunda meydana gelir. Bu, yanmanın verimsiz olmasına ve düşük ısı çıkışı ile sonuçlanır.	Yakıt kalitesi düzenli olarak izlenmeli ve gerekli testler yapılmalıdır. Yakıtın viskozite ve parlama noktası gibi özellikleri, üretici tarafından belirtilen standartlara uygun olmalıdır.	Yanlış yakıt kullanımı veya yakıt kalitesindeki sorunlar, brülörün verimliliğini düşürerek, dumanlı alev ve yanma odasında aşırı birikimlere yol açabilir.
212	5	47	Kazan Yanma Hava Sorunları	Yanma için gereken hava akışının yetersiz olması, brülörde eksik yanmaya ve düşük ısı çıkışına neden olabilir. Bu sorun, hava girişlerindeki tıkanıklıklar, hava damperlerinin veya fanların arızalanması gibi nedenlerden kaynaklanabilir.	Hava girişleri düzenli olarak temizlenmeli ve hava damperleri ile fanların düzgün çalıştığından emin olunmalıdır. Ayrıca, yanma havası sisteminde hava kaçakları olup olmadığı kontrol edilmelidir.	Yanma havasındaki problemler, brülörde eksik yanmaya, dumanlı alev ve düşük verimliliğe neden olabilir.
213	5	48	Kazan Çamur Kutusunun Tıkanması	Çamur kutusunun tıkanması, su içerisindeki tortuların ve çamurun düzgün bir şekilde toplanmasını engeller. Bu durum, kazan suyunun kalitesini düşürebilir ve kazanın ısı verimliliğini olumsuz etkiler.	Çamur kutusu düzenli aralıklarla temizlenmeli ve içindeki tortu ve birikintiler giderilmelidir. Ayrıca, kazanın çalışması sırasında çamur kutusunun doluluk durumu izlenmelidir.	Tıkanmış bir çamur kutusu, kazanın içinde tortu birikmesine neden olarak boru tıkanmalarına, ısı transferinin düşmesine ve hatta kazanın aşırı ısınmasına yol açabilir.
214	5	48	Kazan Çamur Kutusunda Korozyon	Çamur kutusunda korozyon, suyun içindeki kimyasal bileşenler nedeniyle zamanla meydana gelir. Korozyon, çamur kutusunun metal yüzeylerinin zayıflamasına ve hatta deliklerin oluşmasına neden olabilir.	Su kalitesi düzenli olarak izlenmeli ve korozyona karşı uygun kimyasal tedbirler alınmalıdır. Korozyon belirtileri görüldüğünde, çamur kutusunun onarımı veya değiştirilmesi gerekebilir.	Korozyon, çamur kutusunun işlevini yitirmesine ve suyun içinde bulunan tortu ve çamurun yayılmasına neden olarak kazanın genel verimliliğini olumsuz etkileyebilir.
215	5	48	Kazan Çamur Kutusundaki Drenaj Sorunları	Çamur kutusundaki drenaj sisteminde meydana gelen arızalar, suyun ve çamurun kutudan düzgün bir şekilde tahliye edilmesini engelleyebilir. Bu, çamur kutusunun taşmasına ve kazanın kirlenmesine neden olabilir.	Drenaj sisteminin düzenli olarak kontrol edilmesi ve tıkanıklıkların giderilmesi gereklidir. Ayrıca, drenaj vanalarının ve borularının doğru çalıştığından emin olunmalıdır.	Drenaj sorunları, kazanın içinde su seviyesinin yükselmesine ve su taşmasına yol açarak kazan içindeki ekipmanların zarar görmesine neden olabilir.

Ek Tablo 42. Veri tabanı arızalar tablosu: 42. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
216	5	49	Kazan Süpürge Üfleme Cihazının Yetersiz Üfleme Gücü	Süpürge üfleme cihazının üfleme gücünde azalma, cihazın boru yüzeylerinden is ve yanma ürünlerini etkili bir şekilde temizleyememesine yol açabilir. Bu durum, genellikle cihazın içindeki fan veya kompresörlerin yetersiz çalışmasından kaynaklanır.	Cihazın fanları ve kompresörleri düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde temizlenmeli veya değiştirilmelidir. Ayrıca, cihazın genel bakımının ihmal edilmemesi, üfleme gücünün sürekli yüksek seviyede kalmasını sağlar.	Yetersiz üfleme gücü, boru yüzeylerinde is ve tortu birikmesine yol açarak, ısı transferini olumsuz etkiler ve kazanın verimliliğini düşürebilir. Bu durum, kazan borularının tıkanmasına ve aşırı ısınmasına da neden olabilir.
217	5	49	Kazan Süpürge Üfleme Cihazında Tıkanma	Cihazın nozul veya boru hatlarında tıkanıklıklar oluşabilir. Bu tıkanıklıklar, cihazın üfleme performansını ciddi şekilde düşürebilir ve boru yüzeylerinin temizlenmesini engelleyebilir.	Nozullar ve boru hatları düzenli olarak kontrol edilmeli ve tıkanıklıklar oluşmadan önce temizlenmelidir. Ayrıca, tıkanıklığa neden olabilecek faktörler analiz edilmeli ve bu sorunların tekrarlanmasını önlemek için önlemler alınmalıdır.	Tıkanmalar, cihazın işlevini yerine getirememesine ve buhar üretim verimliliğinin düşmesine neden olabilir. Ayrıca, uzun vadede bu tür tıkanmalar, boruların aşırı ısınmasına ve hatta patlamasına yol açabilir.
218	5	49	Kazan Süpürge Üfleme Cihazında Hava Kaçağı	Süpürge üfleme cihazındaki hava kaçakları, üfleme gücünün azalmasına ve cihazın verimli çalışmamasına neden olabilir. Bu durum, cihazın bağlantı noktalarındaki sızıntılardan veya boru hatlarındaki deliklerden kaynaklanabilir.	Cihazın hava sızdırmazlığını sağlamak için bağlantı noktaları ve boru hatları düzenli olarak kontrol edilmelidir. Sızıntı tespit edilirse, derhal onarılmalı ve cihazın performansı tekrar kontrol edilmelidir.	Hava kaçakları, cihazın işlevselliğini azaltarak boru yüzeylerinin yeterince temizlenmemesine neden olur. Bu da kazanın verimliliğini düşürür ve borularda birikinti oluşumunu hızlandırır.
219	5	50	Kazan Su Seviyesi Sensör Arızası	Otomatik besleme suyu düzenleyicisindeki su seviyesi sensörleri, su seviyesini doğru bir şekilde algılayamazsa, düzenleyici su seviyesini yanlış şekilde ayarlayabilir. Bu durum, su seviyesinin ya çok düşük ya da çok yüksek olmasına neden olabilir.	Su seviyesi sensörleri düzenli olarak kalibre edilmeli ve doğru çalıştıklarından emin olunmalıdır. Eğer sensörlerde bir arıza tespit edilirse, hemen yenisiyle değiştirilmelidir.	Yanlış su seviyesi ayarları, kazanın verimliliğini düşürebilir ve kazanın susuz kalmasına ya da taşmasına yol açabilir, bu da ciddi ekipman hasarlarına neden olabilir.
220	5	50	Kazan Kontrol Valfi Arızası	Otomatik besleme suyu düzenleyicisindeki kontrol valfi, suyun kazana girmesini düzenler. Valfin arızalanması durumunda, su akışı kontrol edilemez ve bu da su seviyesinin stabil tutulamamasına neden olur.	Kontrol valfleri düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerekirse temizlenmeli veya onarılmalıdır. Arızalı valfler hemen değiştirilmelidir.	Kontrol valfi arızaları, su seviyesinin aşırı yükselmesine veya düşmesine neden olabilir, bu da kazanın güvenli çalışmasını tehlikeye atar.

Ek Tablo 43. Veri tabanı arızalar tablosu: 43. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
221	5	50	Kazan Elektronik Kontrol Ünitesi Arızası	Elektronik kontrol ünitesi, otomatik besleme suyu düzenleyicisinin beyni olarak çalışır. Bu üniteye arızalar, su seviyesinin yanlış algılanmasına veya düzenleyicinin komutları doğru bir şekilde iletememesine neden olabilir.	Elektronik kontrol ünitesinin yazılımı ve donanımı düzenli olarak kontrol edilmeli ve güncellenmelidir. Herhangi bir arıza durumunda, ünitenin yenilenmesi gerekebilir.	Kontrol ünitesi arızaları, tüm su seviyesi düzenleme sisteminin işlevsiz hale gelmesine neden olabilir, bu da kazanın durmasına ve ciddi güvenlik risklerine yol açabilir.
222	6	51	Klima Sistemi Kompresör Aşırı Isınması	Kompresör aşırı ısındığında, sistemdeki soğutucu akışkanın yetersiz dolaşımı, yetersiz yağlama veya fanların arızalanması gibi nedenlerden kaynaklanabilir. Aşırı ısınma, kompresörün mekanik parçalarının genişlemesine ve zamanla hasar görmesine neden olabilir.	Kompresörün yağlama sistemi ve soğutucu akışkan seviyesi düzenli olarak kontrol edilmelidir. Fanlar ve diğer soğutma mekanizmalarının düzgün çalıştığından emin olunmalı ve gerektiğinde bakım yapılmalıdır.	Aşırı ısınma, kompresörün mekanik arızalarına, soğutma kapasitesinin düşmesine ve sistemin tamamen durmasına yol açabilir.
223	6	51	Klima Sistemi Kompresör Valf Arızaları	Kompresör valfleri, soğutucu akışkanın giriş ve çıkışını düzenler. Valflerdeki bir arıza, soğutucu akışkanın doğru şekilde sıkıştırılmamasına ve sistemde basınç dengesizliklerine neden olabilir.	Kompresör valfleri düzenli olarak kontrol edilmeli ve aşınma veya hasar durumunda hemen değiştirilmelidir. Valflerin doğru şekilde kalibre edilmesi, sistem verimliliğini artırır.	Valf arızaları, düşük soğutma performansına, enerji kaybına ve kompresörün aşırı çalışmasına neden olabilir.
224	6	51	Klima Sistemi Kompresör Motor Arızaları	Kompresör motoru, soğutucu akışkanı sıkıştırmak için gerekli olan gücü sağlar. Motor arızaları, elektriksel sorunlardan (örneğin, kısa devre, aşırı yüklenme) veya mekanik sorunlardan (örneğin, yatak arızası) kaynaklanabilir.	Kompresör motorunun düzenli bakımı yapılmalı ve motorun elektriksel ve mekanik bileşenleri periyodik olarak kontrol edilmelidir. Arıza tespit edildiğinde, motorun onarımı veya yenilenmesi gereklidir.	Motor arızaları, kompresörün tamamen durmasına ve klima sisteminin işlevselliğini kaybetmesine neden olabilir.
225	6	51	Klima Sistemi Kondansör Bobinlerinde Kirlilik	Kondansör bobinlerinde deniz suyu, tuz, kir veya diğer partiküller birikerek ısı transferini engelleyebilir. Bu kirlilik, kondansörün verimli çalışmasını zorlaştırır ve soğutma kapasitesini düşürür.	Kondansör bobinleri düzenli olarak temizlenmeli ve kirlenmeye karşı korunmalıdır. Ayrıca, deniz suyu filtresi ve soğutma sisteminin bakımı ihmal edilmemelidir.	Bobinlerdeki kirlilik, soğutma kapasitesinin azalmasına, yüksek basınç problemlerine ve enerji tüketiminin artmasına neden olabilir.

Ek Tablo 44. Veri tabanı arızalar tablosu: 44. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
226	6	51	Klima Sistemi Kondansör Fanı Arızası	Kondansör fanının arızalanması, ısıнын yeterince dışarı atılamamasına ve sistemde aşırı ısınmaya neden olabilir. Fanın çalışmaması veya yetersiz çalışması, kondansörün soğutma performansını önemli ölçüde etkiler.	Kondansör fanları düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde değiştirilmelidir. Fan motorlarının elektriksel bağlantıları da düzenli olarak incelenmelidir.	Fan arızası, kondansörde aşırı ısınmaya ve buharlaşma basıncının artmasına yol açarak sistemin durmasına neden olabilir.
227	6	51	Klima Sistemi Deniz Suyu Akışında Yetersizlik	Kondansör deniz suyu ile soğutuluyorsa, su akışındaki yetersizlik, ısıнын etkili bir şekilde atılamamasına ve soğutma döngüsünün verimliliğinin düşmesine neden olabilir. Bu, deniz suyu pompasındaki bir arıza veya boru hatlarında bir tıkanıklıktan kaynaklanabilir.	Deniz suyu pompaları ve boru hatları düzenli olarak kontrol edilmeli, tıkanıklık veya yetersiz akış durumunda gerekli müdahaleler yapılmalıdır. Su akışının sürekli ve yeterli olduğundan emin olunmalıdır.	Yetersiz deniz suyu akışı, kondansörün aşırı ısınmasına, buharlaşma basıncının artmasına ve soğutma verimliliğinin düşmesine yol açabilir.
228	6	53	Klima Sistemi Genleşme Vanasında Tıkanma	Genleşme vanasında tıkanma, soğutucu akışkanın evaporatöre düzgün bir şekilde geçişini engelleyebilir. Bu durum, vananın içindeki tortu, kir veya nem nedeniyle meydana gelebilir. Tıkanma, soğutma döngüsünün kesintiye uğramasına ve evaporatörün yetersiz soğutmasına yol açar.	Genleşme vanasının düzenli olarak kontrol edilmesi ve temizlenmesi gerekir. Soğutma sisteminde nem kontrolü sağlanmalı ve filtre-drier gibi bileşenlerin işlevselliği kontrol edilmelidir.	Tıkanma, soğutma kapasitesinin düşmesine, evaporatörün buzlanmasına ve sistemde basınç dengesizliklerine yol açabilir.
229	6	53	Klima Sistemi Genleşme Vanasında Aşırı Açılma veya Kapanma	Genleşme vanası, soğutucu akışkanın akışını düzenlerken aşırı açılma veya kapanma yapabilir. Aşırı açılma, evaporatörde fazla miktarda soğutucu akışkan birikmesine neden olabilirken, aşırı kapanma, yetersiz soğutma ve sistemde aşırı basınç artışına yol açabilir.	Genleşme vanasının doğru ayarlandığından emin olunmalı ve bu ayarın periyodik olarak kontrol edilmesi gereklidir. Vana ayarlarının üretici talimatlarına uygun olarak kalibre edilmesi önemlidir.	Aşırı açılma, evaporatörün buzlanmasına ve soğutma verimliliğinin düşmesine neden olabilir. Aşırı kapanma ise, düşük soğutma performansı, enerji kaybı ve kompresörün aşırı çalışmasına yol açabilir.

Ek Tablo 45. Veri tabanı arızalar tablosu: 45. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
230	6	53	Klima Sistemi Genleşme Vanasında Sızdırmazlık Sorunları	Genleşme vanasındaki sızdırmazlık sorunları, soğutucu akışkanın istenmeyen yerlerde kaçmasına ve sistemde basınç kayıplarına yol açabilir. Bu sorun, vanadaki contaların aşınması veya vananın montaj hatalarından kaynaklanabilir.	Genleşme vanasının sızdırmazlığı düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde conta ve diğer sızdırmazlık elemanları değiştirilmelidir. Montajın doğru yapıldığından emin olunmalıdır.	Sızdırmazlık sorunları, soğutma döngüsünün verimliliğini düşürür ve sistemin düzgün çalışmasını engelleyebilir. Ayrıca, soğutucu akışkan kaybı, çevresel ve operasyonel sorunlara yol açabilir.
231	6	54	Klima Sistemi Evaporatör Bobinlerinde Buzlanma	Evaporatör bobinlerinde buzlanma, genellikle hava akışının yetersiz olması, düşük soğutucu akışkan seviyesi veya termostatik genleşme vanasının yanlış ayarlanması nedeniyle meydana gelir. Buzlanma, ısı transferini engelleyerek sistemin verimli çalışmasını zorlaştırır.	Evaporatörün hava akışını sağlamak için fanlar düzenli olarak kontrol edilmelidir. Soğutucu akışkan seviyesi ve genleşme vanasının ayarları da periyodik olarak kontrol edilerek, gerektiğinde ayarlamalar yapılmalıdır. Ayrıca, evaporatörün yüzeyinde buzlanma olup olmadığı düzenli olarak gözlemlenmelidir.	Buzlanma, soğutma kapasitesinin düşmesine, enerji tüketiminin artmasına ve sistemin tamamen durmasına yol açabilir.
232	6	54	Klima Sistemi Evaporatör Bobinlerinde Kirlilik	Evaporatör bobinlerinde kir, toz ve diğer partiküller biriktiğinde, ısı transferi azalır ve soğutma işlemi verimsiz hale gelir. Kirlilik, hava filtrelerinin düzenli olarak temizlenmemesi veya değiştirilmemesi nedeniyle ortaya çıkabilir.	Evaporatör bobinleri ve hava filtreleri düzenli olarak temizlenmeli ve gerektiğinde değiştirilmelidir. Bu sayede, hava akışı sağlanır ve ısı transferi maksimum seviyede tutulur.	Bobinlerdeki kirlilik, sistemin verimliliğini düşürerek daha fazla enerji tüketimine ve aşırı çalışma nedeniyle kompresör arızalarına yol açabilir.
233	6	54	Klima Sistemi Soğutucu Akışkan Sızıntısı	Evaporatör sisteminde soğutucu akışkan sızıntısı, borulardaki çatlaklar veya bağlantı noktalarındaki gevşemeler nedeniyle meydana gelebilir. Bu durum, soğutma kapasitesinin düşmesine ve sistemin verimli çalışmamasına neden olur.	Soğutucu akışkan seviyeleri düzenli olarak kontrol edilmeli ve herhangi bir sızıntı tespit edildiğinde, sistemin onarımı yapılmalıdır. Sızıntıların önlenmesi için boru hatları ve bağlantı noktaları sıkı bir şekilde kontrol edilmelidir.	Soğutucu akışkanın eksilmesi, soğutma kapasitesinin ciddi şekilde düşmesine, enerji kayıplarına ve kompresörün aşırı çalışmasına yol açabilir.

Ek Tablo 46. Veri tabanı arızalar tablosu: 46. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
234	6	55	Klima Sistemi Fan Arızaları	Hava işleme ünitesindeki fanlar, soğutulmuş havayı gemi içindeki farklı alanlara dağıtır. Fanlarda meydana gelen arızalar, hava akışını zayıflatabilir veya tamamen durdurabilir. Bu sorunlar genellikle motor arızaları, aşınmış rulmanlar veya tıkanmış fan kanatlarından kaynaklanır.	Fanların düzenli olarak kontrol edilmesi, motorların bakımının yapılması ve rulmanların yağlanması gereklidir. Fan kanatları temizlenmeli ve tıkanıklıklar giderilmelidir. Arızalı fan motorları gerektiğinde değiştirilmelidir.	Fan arızaları, hava akışının zayıflamasına, soğutma performansının düşmesine ve gemi içinde düzensiz hava dağılımına yol açabilir.
235	6	55	Klima Sistemi Filtre Tıkanmaları	Hava işleme ünitesindeki filtreler, havadaki toz, kir ve diğer partikülleri tutarak hava kalitesini korur. Filtrelerin tıkanması, hava akışını engelleyebilir ve sistemin verimli çalışmasını zorlaştırabilir.	Filtreler düzenli olarak kontrol edilmeli ve belirli aralıklarla temizlenmeli veya değiştirilmelidir. Bu, hava akışını ve hava kalitesini korumaya yardımcı olur.	Tıkanmış filtreler, fanların aşırı çalışmasına, enerji tüketiminin artmasına ve sistemin genel verimliliğinin düşmesine yol açabilir.
236	6	55	Klima Sistemi Isıtma-Soğutma Serpantinlerinde Korozyon veya Sızıntı	Hava işleme ünitesindeki ısıtma ve soğutma serpantinlerinde meydana gelen korozyon veya sızıntı, ısı transferinin verimsiz hale gelmesine neden olabilir. Bu sorunlar, serpantinlerin malzeme yorgunluğu veya soğutucu akışkanın kaçtığı nedeniyle oluşur.	Serpantinlerin düzenli olarak kontrol edilmesi, korozyon önleyici tedbirlerin alınması ve sızıntı tespit edildiğinde onarım veya değiştirme işlemlerinin yapılması gereklidir.	Korozyon veya sızıntılar, soğutma kapasitesini düşürür, enerji tüketimini artırır ve sistemin genel verimliliğini olumsuz etkiler.
237	6	56	Klima Sistemi Hava Kanallarında Tıkanma	Hava kanallarında biriken toz, kir, yağ veya diğer partiküller, hava akışını engelleyebilir. Tıkanma, havanın etkin bir şekilde dağıtılmasını zorlaştırarak klima sisteminin verimliliğini düşürebilir ve iç mekan hava kalitesini olumsuz etkileyebilir.	Hava kanallarının düzenli olarak temizlenmesi ve filtrelerin periyodik olarak değiştirilmesi gereklidir. Ayrıca, tıkanıklık olasılığına karşı sistemin izlenmesi önemlidir.	Hava kanallarındaki tıkanma, soğutma kapasitesinin azalmasına, enerji tüketiminin artmasına ve fan motorlarının aşırı çalışmasına yol açabilir.
238	6	56	Klima Sistemi Hava Kaçakları	Hava kanallarında meydana gelen kaçaklar, soğutulmuş havanın istenmeyen alanlara kaçmasına ve sistemin verimliliğinin azalmasına neden olabilir. Bu durum, kanallardaki bağlantı noktalarının gevşemesi veya hasar görmesinden kaynaklanabilir.	Hava kanalları düzenli olarak kontrol edilmeli ve kaçaklar tespit edildiğinde hemen onarılmalıdır. Kaçakları önlemek için bağlantı noktaları sıkı bir şekilde kontrol edilmelidir.	Hava kaçakları, enerji kaybına, soğutma verimliliğinin düşmesine ve sistemin aşırı çalışmasına yol açabilir.

Ek Tablo 47. Veri tabanı arızalar tablosu: 47. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
239	6	56	Klima Sistemi Havalandırma Sistemi Fan Arızası	Havalandırma sistemindeki fanlar, hava akışını sağlayarak hava kalitesini ve dağılımını kontrol eder. Fan motorlarının arızalanması veya kanatlarının zarar görmesi, hava akışını zayıflatabilir veya tamamen durdurabilir.	Fan motorları düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde değiştirilmelidir. Fan kanatları temizlenmeli ve zarar görmüşse onarılmalı veya yenisi ile değiştirilmelidir.	Fan arızası, hava akışının durmasına, iç mekan sıcaklıklarının dengesiz hale gelmesine ve klima sisteminin genel verimliliğinin düşmesine neden olabilir.
240	7	57	Yağlı Su Separatörü Giriş Pompasının Yetersiz Debi	Giriş pompası, yağlı suyu yeterli debide pompalayamazsa, separatöre yeterli miktarda su ulaşamaz ve ayırma işlemi verimli bir şekilde gerçekleşmez. Bu durum, pompa kanatlarının aşınması, tıkanıklıklar veya pompa motorunda arızalar nedeniyle ortaya çıkabilir.	Pompa kanatları düzenli olarak kontrol edilmeli ve aşınma durumunda değiştirilmelidir. Ayrıca, tıkanıklıkların giderilmesi ve pompa motorunun düzenli bakımı yapılmalıdır.	Yetersiz debi, separatörde yetersiz ayırmaya, sistemin verimsiz çalışmasına ve potansiyel çevre kirliliğine yol açabilir.
241	7	57	Yağlı Su Separatörü Giriş Pompasında Sızdırmazlık Sorunları	Pompa sızdırmazlık elemanlarındaki aşınma veya hasar, yağlı suyun pompalanması sırasında kaçaklara neden olabilir. Bu durum, pompanın verimliliğini düşürür ve sistemde basınç kayıplarına yol açabilir.	Sızdırmazlık elemanlarının düzenli olarak kontrol edilmesi ve gerektiğinde değiştirilmesi gerekir. Sızıntıların önlenmesi için contalar ve bağlantı noktaları sıkı bir şekilde kontrol edilmelidir.	Sızdırmazlık sorunları, pompanın verimli çalışmasını engelleyerek sistemin genel performansını düşürebilir ve çevreye zarar verebilir.
242	7	57	Yağlı Su Separatörü Pompa Motoru Arızası	Giriş pompasının motorunda meydana gelen arızalar, pompanın düzgün çalışmasını engelleyebilir. Motor arızaları, genellikle aşırı yüklenme, elektriksel problemler veya mekanik sorunlardan kaynaklanabilir.	Pompa motorunun düzenli olarak bakımı yapılmalı ve elektriksel bağlantıları kontrol edilmelidir. Motor arızası tespit edildiğinde, onarım veya değiştirme işlemi derhal gerçekleştirilmelidir.	Motor arızaları, pompanın tamamen durmasına, yağlı suyun separatöre ulaşamamasına ve ayırma işleminin durmasına neden olabilir.
243	7	58	Yağlı Su Separatörü Ayırma Plakalarının Tıkanması	Ayırma ünitesindeki baffle plakaları, zamanla yağ, kir, pas veya diğer partiküllerle tıkanabilir. Bu tıkanmalar, yağ ve suyun etkili bir şekilde ayrılmasını engelleyebilir ve separatörün verimliliğini düşürebilir.	Baffle plakaları düzenli olarak temizlenmeli ve tıkanmalar giderilmelidir. Ayrıca, separatörün periyodik bakımı sırasında plakalar dikkatlice incelenmeli ve gerekli durumlarda değiştirilmelidir.	Tıkanmış plakalar, separatörün verimsiz çalışmasına, yağın yeterince ayrıştırılamamasına ve çevreye zarar verebilecek sızıntılara neden olabilir.

Ek Tablo 48. Veri tabanı arızalar tablosu: 48. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
244	7	58	Yağlı Su Separatörü Plakaların Korozyonu	Zamanla, baffle plakaları korozyona uğrayabilir. Bu, plakaların işlevselliğini azaltır ve ayrışma sürecini olumsuz etkiler. Korozyon, deniz suyu veya yağın kimyasal bileşenleri nedeniyle hızlanabilir.	Korozyona karşı koruyucu tedbirler alınmalı ve plakalar düzenli olarak kontrol edilmelidir. Korozyon belirtileri görüldüğünde, plakalar onarılmalı veya yenisi ile değiştirilmelidir.	Korozyon, ayrışma verimliliğini düşürebilir ve sistemin genel performansını olumsuz etkileyebilir. Ayrıca, korozyon sonucu plakaların parçalanması, sistemin tıkanmasına neden olabilir.
245	7	58	Yağlı Su Separatörü Ayırma Ünitesinde Sızdırmazlık Problemleri	Ayrırma ünitesindeki sızdırmazlık problemleri, yağ ve su karışımının düzgün bir şekilde ayrışmasını engelleyebilir. Bu durum, özellikle bağlantı noktalarındaki conta ve keçe gibi sızdırmazlık elemanlarının aşınmasıyla meydana gelebilir.	Sızdırmazlık elemanlarının düzenli olarak kontrol edilmesi ve gerektiğinde değiştirilmesi gereklidir. Sızdırmazlığın sağlanması, ayrışma verimliliğini artıracaktır.	Sızdırmazlık sorunları, sistemde basınç kayıplarına, ayrışma verimliliğinin düşmesine ve potansiyel çevre kirliliğine neden olabilir.
246	7	59	Yağlı Su Separatörü Koaleser Filtrelerinin Tıkanması	Koaleser filtreleri, zamanla yağ, kir, ve diğer partiküllerle tıkanabilir. Bu tıkanmalar, küçük yağ damlacıklarının etkili bir şekilde toplanmasını engelleyebilir ve ayrışma sürecini olumsuz etkileyebilir.	Koaleser filtreleri düzenli olarak temizlenmeli ve tıkanmalar giderilmelidir. Filtrelerin periyodik olarak değiştirilmesi, sistemin verimli çalışmasını sağlar.	Tıkanmış filtreler, ayrışma verimliliğinin düşmesine, yağlı suyun yeterince temizlenememesine ve potansiyel çevre kirliliğine yol açabilir.
247	7	59	Yağlı Su Separatörü Koaleser Elemanlarının Aşınması	Koaleser elemanları, sürekli kullanım sonucunda aşınabilir veya deformasyona uğrayabilir. Bu durum, yağ damlacıklarının toplanmasını zorlaştırarak ayrışma işleminin etkinliğini azaltır.	Koaleser elemanları düzenli olarak kontrol edilmeli ve aşınma belirtileri gösteren elemanlar hemen yenilenmelidir. Bu, ayrışma sürecinin etkinliğini korur.	Aşınmış koaleser elemanları, sistemin verimli çalışmasını engelleyebilir ve yağlı suyun tam olarak temizlenememesine neden olabilir.

Ek Tablo 49. Veri tabanı arızalar tablosu: 49. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
248	7	59	Yağlı Su Separatörü Koaleser Sızdırmazlık Sorunları	Koaleserdeki sızdırmazlık sorunları, suyun ve yağın istenmeyen bölgelerde sızmasına ve ayrışma işleminin etkinliğinin azalmasına neden olabilir. Bu sorunlar, genellikle contaların veya diğer sızdırmazlık elemanlarının aşınması sonucu meydana gelir.	Koaleserdeki sızdırmazlık elemanlarının düzenli olarak kontrol edilmesi ve gerektiğinde değiştirilmesi gereklidir. Sızıntıların önlenmesi, sistemin genel performansını artırır.	Sızdırmazlık sorunları, ayrışma işlemini olumsuz etkileyerek yağın suya karışmasına ve sistemin genel verimliliğinin düşmesine yol açabilir.
249	7	60	Yağlı Su Separatörü Filtrelerin Tıkanması	Filtreler zamanla yağ, tortu, kir ve diğer partiküllerle tıkanabilir. Bu tıkanma, suyun düzgün bir şekilde filtrelenmesini engelleyerek yağlı suyun yeterince temizlenememesine neden olabilir.	Filtrelerin düzenli olarak kontrol edilmesi, temizlenmesi ve gerektiğinde değiştirilmesi gereklidir. Bu, filtrasyon sürecinin etkinliğini korumak için önemlidir.	Tıkanmış filtreler, sistemin verimliliğini düşürebilir, enerji tüketimini artırabilir ve çevre kirliliğine yol açabilir.
250	7	60	Yağlı Su Separatörü Filtre Elemanlarının Aşınması	Filtre elemanları sürekli kullanım sonucunda aşınabilir veya yıpranabilir. Bu durum, filtrasyon verimliliğini azaltarak suyun yeterince temizlenememesine neden olur.	Filtre elemanları düzenli olarak kontrol edilmeli ve aşınma belirtileri görüldüğünde hemen yenilenmelidir. Aşınmış filtre elemanlarının zamanında değiştirilmesi, sistemin verimli çalışmasını sağlar.	Aşınmış filtre elemanları, yağlı suyun yeterince temizlenememesine, sistemin genel verimliliğinin düşmesine ve potansiyel çevre sorunlarına neden olabilir.
251	7	60	Yağlı Su Separatörü Sızdırmazlık Problemleri	Filtre ünitesindeki sızdırmazlık problemleri, suyun düzgün bir şekilde filtrelenememesine ve yağın suya karışmasına neden olabilir. Bu durum, sızdırmazlık elemanlarının aşınması veya hasar görmesi nedeniyle meydana gelebilir.	Sızdırmazlık elemanları düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde değiştirilmelidir. Sızıntıların önlenmesi, filtrasyon sürecinin verimliliğini artırır.	Sızdırmazlık problemleri, yağın suya karışmasına, filtrasyon verimliliğinin düşmesine ve çevre kirliliğine neden olabilir.

Ek Tablo 50. Veri tabanı arızalar tablosu: 50. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
252	7	61	Yağlı Su Separatörü Yağ Toplama Haznesinin Tıkanması	Yağ toplama haznesinde biriken tortu, kir ve katılaşmış yağlar, haznenin tıkanmasına neden olabilir. Bu tıkanıklık, yağın hazneden atık yağ tankına düzgün bir şekilde yönlendirilmesini engelleyebilir.	Yağ toplama haznesi düzenli olarak temizlenmeli ve birikmiş tortu ve katılaşmış yağlar giderilmelidir. Haznenin periyodik olarak kontrol edilmesi, tıkanıklıkların önlenmesine yardımcı olur.	Tıkanmış bir yağ toplama haznesi, separatörün verimliliğini düşürebilir, yağ sızıntılarına ve çevre kirliliğine yol açabilir.
253	7	61	Yağlı Su Separatörü Yağ Toplama Haznesinde Sızdırmazlık Sorunları	Yağ toplama haznesinde sızdırmazlık elemanlarındaki aşınma veya hasar, yağın hazneden sızmasına ve çevreye yayılmasına neden olabilir. Bu durum hem çevresel hem de operasyonel sorunlar yaratabilir.	Sızdırmazlık elemanları düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde değiştirilmelidir. Sızdırmazlığın sağlanması, yağın güvenli bir şekilde toplanmasını ve yönlendirilmesini sağlar.	Sızdırmazlık sorunları, çevre kirliliğine, atık yönetimi sorunlarına ve gemi operasyonlarında aksamalara neden olabilir.
254	7	61	Yağlı Su Separatörü Yağ Toplama Haznesinin Aşırı Dolması	Yağ toplama haznesi aşırı dolduğunda, yağın atık yağ tankına zamanında yönlendirilememesi nedeniyle taşma riski oluşabilir. Bu durum, separatörün işlevselliğini olumsuz etkileyebilir ve yağın hazneden dışarı taşmasına yol açabilir.	Yağ toplama haznesi doluluk oranı düzenli olarak izlenmeli ve gerektiğinde boşaltılmalıdır. Aşırı dolumun önlenmesi, taşma ve çevre kirliliği riskini azaltır.	Aşırı dolma, yağ sızıntılarına, çevre kirliliğine ve sistemin verimliliğinde düşüşe neden olabilir.
255	7	62	Yağlı Su Separatörü Çıkış Borusunda Tıkanma	Çıkış borusunda biriken tortu, kirlilik veya korozyon, borunun tıkanmasına neden olabilir. Bu tıkanıklık, ayrıştırılmış suyun denize düzgün bir şekilde boşaltılmasını engelleyebilir.	Çıkış borusu düzenli olarak temizlenmeli ve tıkanıklıkların önlenmesi için boru iç yüzeyi periyodik olarak kontrol edilmelidir. Tıkanma tespit edildiğinde, boru temizlenmeli veya gerektiğinde değiştirilmelidir.	Tıkanmış bir çıkış borusu, suyun geri basmasına, sistemin verimliliğinin düşmesine ve potansiyel çevre kirliliğine yol açabilir.
256	7	62	Yağlı Su Separatörü Çıkış Vanasında Sızdırmazlık Sorunları	Çıkış vanasında sızdırmazlık elemanlarındaki aşınma veya hasar, yağlı suyun istenmeyen yerlere sızmasına ve çevreye zarar vermesine neden olabilir.	Çıkış vanasındaki sızdırmazlık elemanları düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde değiştirilmelidir. Sızdırmazlık sorunlarının önlenmesi, suyun güvenli bir şekilde denize boşaltılmasını sağlar.	Sızdırmazlık sorunları, çevre kirliliğine, suyun geri akışına ve sistemin genel performansının düşmesine neden olabilir.

Ek Tablo 51. Veri tabanı arızalar tablosu: 51. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
257	7	62	Yağlı Su Separatörü Yağ Sensöründe Arıza	Çıkış borusundaki yağ sensörü, suyun yağ içeriğini kontrol etmek için kritik bir bileşendir. Sensörün arızalanması, yağlı suyun yanlışlıkla denize boşaltılmasına neden olabilir.	Yağ sensörü düzenli olarak kalibre edilmeli ve doğru çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir. Arıza tespit edildiğinde, sensör derhal onarılmalı veya değiştirilmelidir.	Yağ sensöründeki bir arıza, çevre kirliliğine, yasal sorunlara ve gemi operasyonlarında aksamalara yol açabilir.
258	8	63	Kanalizasyon Birincil Bölmede Tıkanma	Birincil bölmede biriken katı maddeler zamanla tıkanmalara neden olabilir. Bu tıkanıklık, suyun düzgün bir şekilde ayrıştırılmasını engelleyebilir ve sistemin işlevselliğini azaltabilir.	Bölme düzenli olarak temizlenmeli ve biriken katı maddeler çıkarılmalıdır. Tıkanmaların önlenmesi için birincil bölmenin periyodik olarak kontrol edilmesi önemlidir.	Tıkanmalar, suyun geri basmasına, sistemin verimliliğinin düşmesine ve çevre kirliliğine yol açabilir.
259	8	63	Kanalizasyon Birincil Bölmede Koku Problemleri	Atık suyun birincil bölmede uzun süre beklemesi, koku problemlerine neden olabilir. Bu durum, organik maddelerin çürümesi ve gaz oluşumu sonucu ortaya çıkar.	Bölmedeki atık suyun düzenli olarak tahliye edilmesi ve havalandırmanın sağlanması gereklidir. Koku sorunlarını önlemek için kimyasal dezenfektanlar veya biyolojik katkı maddeleri kullanılabilir.	Koku problemleri, mürettebat için rahatsız edici bir ortam yaratabilir ve gemide genel hijyen sorunlarına yol açabilir.
260	8	63	Kanalizasyon Birincil Bölmede Sızdırmazlık Sorunları	Sızdırmazlık elemanlarındaki aşınma veya hasar, atık suyun birincil bölmeden dışarı sızmasına neden olabilir. Bu durum, çevresel kirlilik ve hijyen sorunlarına yol açabilir.	Sızdırmazlık elemanları düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde değiştirilmelidir. Sızıntıların önlenmesi, sistemin güvenli ve verimli çalışmasını sağlar.	Sızdırmazlık sorunları, çevre kirliliğine, su sızıntılarına ve gemi operasyonlarında aksamalara neden olabilir.
261	8	64	Kanalizasyon Havalandırma Sisteminde Yetersiz Oksijen Sorunu	Havalandırma bölgesine yeterli miktarda oksijen sağlanamazsa, bakterilerin organik maddeleri parçalaması zorlaşır. Bu durum, biyolojik ayrışma sürecinin yavaşlamasına ve atık suyun etkin bir şekilde arıtılamamasına neden olabilir.	Havalandırma sistemi düzenli olarak kontrol edilmeli ve oksijen seviyeleri izlenmelidir. Gerekirse, oksijen beslemesi artırılmalı veya havalandırma sistemi onarılmalıdır.	Yetersiz oksijen sağlanması, atık suyun arıtılmadan denize boşaltılmasına, çevre kirliliğine ve kötü kokulara yol açabilir.

Ek Tablo 52. Veri tabanı arızalar tablosu: 52. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
262	8	64	Kanalizasyon Sisteminde Bakteriyel Aktivitenin Azalması	Havalandırma bölmesinde bakteriyel aktivitenin azalması, suyun arıtılmasını olumsuz etkileyebilir. Bu durum, yetersiz oksijen seviyeleri, aşırı kimyasal kullanımı veya sıcaklık değişiklikleri gibi faktörlerden kaynaklanabilir.	Bakteriyel aktiviteyi artırmak için oksijen seviyeleri optimize edilmeli ve bölmeye uygun sıcaklık sağlanmalıdır. Ayrıca, kimyasal kullanımında dikkatli olunmalı ve gerektiğinde biyolojik katkı maddeleri kullanılmalıdır.	Bakteriyel aktivitenin azalması, atık suyun yetersiz arıtılmasına, kötü kokulara ve çevre kirliliğine neden olabilir.
263	8	64	Kanalizasyon Havalandırma Bölmesinde Köpüklenme	Havalandırma işlemi sırasında bölmede köpüklenme oluşabilir. Bu köpükler, havalandırma ekipmanlarının verimliliğini azaltabilir ve biyolojik ayrışma sürecini olumsuz etkileyebilir.	Köpüklenmeyi önlemek için havalandırma sistemine uygun kimyasallar eklenmeli ve köpük oluşumu düzenli olarak izlenmelidir. Gerekirse, köpük önleyici sistemler devreye sokulmalıdır.	Köpüklenme, havalandırma sisteminin tıkanmasına, suyun arıtılamamasına ve genel sistem verimliliğinin düşmesine yol açabilir.
264	8	65	Kanalizasyon Çökelme Bölmesinde Tıkanma	Çökelme bölmesinde biriken katı maddeler zamanla tıkanmalara neden olabilir. Bu tıkanıklık, katı maddelerin ayrıştırılmasını engelleyerek atık suyun verimli bir şekilde arıtılmasını zorlaştırabilir.	Bölme düzenli olarak temizlenmeli ve biriken katı maddeler çıkarılmalıdır. Tıkanmaların önlenmesi için çökelme bölmesinin periyodik olarak kontrol edilmesi önemlidir.	Tıkanmalar, suyun geri basmasına, sistemin verimliliğinin düşmesine ve çevre kirliliğine yol açabilir.
265	8	65	Kanalizasyon Çökelme Bölmesinde Sızdırmazlık Sorunları	Sızdırmazlık elemanlarındaki aşınma veya hasar, katı maddelerin çökelme bölgesinden dışarı sızmasına neden olabilir. Bu durum, çevresel kirlilik ve hijyen sorunlarına yol açabilir.	Sızdırmazlık elemanları düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde değiştirilmelidir. Sızıntıların önlenmesi, sistemin güvenli ve verimli çalışmasını sağlar.	Sızdırmazlık sorunları, çevre kirliliğine, su sızıntılarına ve gemi operasyonlarında aksamalara neden olabilir.
266	8	65	Kanalizasyon Çökelme Bölmesinde Yetersiz Çökelme	Bölmedeki çökelme süreci yetersiz olduğunda, katı maddeler suyla birlikte sistemin diğer bölümlerine taşınabilir. Bu durum, atık suyun verimli bir şekilde arıtılamamasına neden olabilir.	Çökelme bölmesinin verimli çalışması için suyun akış hızı ve çökelme süresi optimize edilmelidir. Gerekirse, çökelme sürecini iyileştirmek için kimyasal çöktürücüler kullanılabilir.	Yetersiz çökelme, katı maddelerin sistemin diğer bölümlerine taşınmasına, sistemin verimliliğinin düşmesine ve çevre kirliliğine neden olabilir.

Ek Tablo 53. Veri tabanı arızalar tablosu: 53. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
267	8	66	Kanalizasyon Klor Dozajlama Sisteminde Arıza	Klorlama bölmesinde klorun yeterli miktarda dozlanmaması, suyun tam olarak dezenfekte edilememesine neden olabilir. Bu durum, bakterilerin ve diğer zararlı organizmaların suya karışmasına yol açabilir.	Klor dozajlama sistemi düzenli olarak kontrol edilmeli ve klor seviyeleri optimize edilmelidir. Gerekirse, dozajlama sistemindeki arızalar giderilmeli veya sistem yenilenmelidir.	Yetersiz klor dozajı, suyun yetersiz dezenfekte edilmesine, çevre kirliliğine ve yasal sorunlara neden olabilir.
268	8	66	Kanalizasyon Klorlama Bölmesinde Sızdırmazlık Sorunları	Klorlama bölmesinde sızdırmazlık elemanlarındaki aşınma veya hasar, klorun dışarı sızmasına ve çevreye zarar vermesine neden olabilir. Bu durum, gemi personeli için de sağlık riski oluşturabilir.	Sızdırmazlık elemanları düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde değiştirilmelidir. Sızıntıların önlenmesi, klorlama işleminin güvenli bir şekilde yapılmasını sağlar.	Sızdırmazlık sorunları, klorun dışarı sızmasına, çevre ve sağlık sorunlarına yol açabilir.
269	8	66	Kanalizasyon Klorlama Etkinliğinin Azalması	Klorlama bölmesinde suyun tam olarak dezenfekte edilmemesi, klorun etkisini azaltabilir. Bu durum, klorun doğru konsantrasyonda kullanılmamasından veya suyun klorlanması için yeterli sürenin sağlanamamasından kaynaklanabilir.	Klorlama etkinliğini artırmak için suyun klorla temas süresi optimize edilmeli ve klor konsantrasyonu doğru ayarlanmalıdır. Ayrıca, sistemdeki klor dozajı düzenli olarak izlenmelidir.	Yetersiz klorlama, suyun denize boşaltılmadan önce tam olarak dezenfekte edilmemesine, çevre kirliliğine ve sağlık risklerine yol açabilir.
270	9	67	Baş İtici Sistemi Pervane Üzerinde Deniz Canlılarının Büyümesi	Pervanenin veya tünelin içinde deniz canlılarının (midye, yosun vb.) büyümesi, suyun akışını engelleyebilir ve pervanenin verimliliğini azaltabilir. Bu durum, pervanenin daha yüksek sesle çalışmasına ve daha düşük performans göstermesine neden olur.	Pervane ve tünel düzenli olarak temizlenmeli, deniz canlılarının büyümesi önlenmelidir. Gerektiğinde tünel içindeki deniz canlıları mekanik olarak temizlenmelidir.	Sürtünme ve tıkanıklık nedeniyle pervane motorunun aşırı ısınması, elektrik yükünün artması sonucu sigortaların atması gibi ciddi sorunlar meydana gelebilir.
271	9	67	Baş İtici Sistemi Tünel Kenarlarının Keskin Olması	Tünel kenarlarının keskin olması, suyun tünel içinde düzgün akmasını engelleyebilir ve kavitasyona (hava kabarcıkları oluşumu) neden olabilir. Bu durum, baş itici sisteminin daha gürültülü çalışmasına ve verimliliğinin düşmesine yol açar.	Tünel kenarları düzgün bir şekilde yuvarlanmalı ve su akışının daha verimli olması sağlanmalıdır.	Tüneldeki akışın bozulması nedeniyle pervanenin daha hızlı aşınması ve tünelde titreşimlerin artması sonucu yapısal hasar riski doğabilir.

Ek Tablo 54. Veri tabanı arızalar tablosu: 54. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
272	9	67	Baş İtici Sistemi Düşük Akü Voltajı	Baş itici sisteminin çalışması için gerekli olan elektrik gücü, aküden sağlanır. Yetersiz akü voltajı, pervanenin yeterli gücü alamamasına ve sistemin çalışmamasına neden olabilir.	Akü voltajı düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde akü yenilenmelidir. Akünün şarj durumu operasyon öncesinde mutlaka kontrol edilmelidir.	Yetersiz voltaj nedeniyle baş itici sistemi devre dışı kalabilir, bu da liman manevralarında kontrol kaybına yol açabilir.
273	9	67	Baş İtici Sistemi Motor Yalıtımının Yetersizliği	Baş itici motorunun bulunduğu bölümde yetersiz yalıtım, motorun daha gürültülü çalışmasına ve sıcaklık artışına neden olabilir. Bu durum, motorun termal korumaya girerek devre dışı kalmasına yol açabilir.	Motorun bulunduğu bölümde yeterli yalıtım sağlanmalı, ancak motorun soğutulması için yeterli hava akışı sağlanmalıdır.	Aşırı ısınma sonucu motorun yanması veya termal koruma devrelerinin sık sık devreye girmesi, sistemin güvenilirliğini düşürebilir.
274	9	68	Baş İtici Sistemi Elektrik Motorunda Aşırı Isınma	Elektrik motorları, sürekli çalıştıklarında veya yetersiz soğutma koşullarında aşırı ısınabilirler. Bu, motorun verimliliğini düşürebilir ve zamanla motorun arızalanmasına yol açabilir.	Elektrik motorunun soğutma sistemleri düzenli olarak kontrol edilmeli, motorun çevresinde yeterli hava akışı sağlanmalıdır. Motorun yalıtım durumu da düzenli olarak kontrol edilmelidir.	Aşırı ısınma sonucu motor yanabilir veya termal koruma devreye girebilir, bu da motorun devre dışı kalmasına neden olur.
275	9	68	Baş İtici Sistemi Hidrolik Motorunda Yağ Kaçakları	Hidrolik motorlarda, sistemdeki sızdırmazlık elemanlarının aşınması nedeniyle yağ kaçakları meydana gelebilir. Bu durum, motorun yeterli basınç üretememesine ve hidrolik güç kaybına yol açar.	Hidrolik sistemin sızdırmazlık elemanları düzenli olarak kontrol edilmeli ve aşınma durumunda değiştirilmelidir. Yağ seviyeleri sürekli izlenmeli ve eksiklik durumunda uygun yağ eklenmelidir.	Hidrolik yağın azalması, motorun yeterli itiş gücü üretememesine neden olabilir, bu da geminin manevra kabiliyetini olumsuz etkiler.
276	9	68	Baş İtici Sisteminde Elektrik Motoru Fırçalarının Aşınması	Elektrik motorlarında fırçalar, zamanla aşınabilir ve bu da motorun performansını olumsuz etkileyebilir. Aşınmış fırçalar, motorun verimli çalışmasını engelleyebilir ve motor arızasına yol açabilir.	Elektrik motorunun fırçaları belirli aralıklarla kontrol edilmeli ve gerektiğinde yenileriyle değiştirilmelidir. Fırçalar değiştirildiğinde, motorun komütatörü de kontrol edilip gerektiğinde bakım yapılmalıdır.	Aşınmış fırçalar, motorun durmasına veya aniden güç kaybına neden olabilir, bu da gemi operasyonları sırasında tehlikeli durumlar yaratabilir.

Ek Tablo 55. Veri tabanı arızalar tablosu: 55. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
277	9	68	Baş İtici Sistemi Hidrolik Yağının Kirlenmesi	Hidrolik sistemde kullanılan yağ, zamanla su veya diğer yabancı maddelerle kirlenebilir. Kirli yağ, motorun performansını düşürür ve hidrolik bileşenlerin aşınmasına yol açar.	Hidrolik yağ düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerekirse değiştirilmelidir. Yağda su veya diğer kirleticiler varsa, sistemdeki sızdırmazlık elemanları ve filtreler kontrol edilmelidir.	Kirli hidrolik yağ, hidrolik motorun zarar görmesine, itiş gücünde azalmaya ve sistemin genel performansında düşüşe yol açabilir.
278	9	69	Baş İtici Sistemi Esnek Kaplinin Aşınması veya Yıpranması	Esnek kaplin, motor ile şaft arasındaki bağlantıyı sağlar ve titreşimleri azaltır. Zamanla, kaplinin esnek malzemesi aşınabilir veya yıpranabilir, bu da bağlantının gevşemesine ve titreşimlerin artmasına neden olabilir.	Esnek kaplin düzenli olarak kontrol edilmeli ve aşınma veya yıpranma belirtileri gösteriyorsa değiştirilmelidir. Ayrıca, kaplinin düzgün monte edilip edilmediği de kontrol edilmelidir.	Kaplinin aşınması, şaftın dengesiz çalışmasına ve pervanede titreşimler yaratmasına yol açabilir, bu da şaft ve pervane üzerinde ek strese neden olur.
279	9	69	Baş İtici Sistemi Şaftın Yanlış Hizalanması	Şaftın motorla düzgün hizalanmaması, titreşimlere ve sistemde dengesiz çalışmaya neden olabilir. Bu durum, şaftın aşırı aşınmasına ve hatta kırılmasına yol açabilir.	Şaft düzenli olarak hizalanmalı ve herhangi bir yanlış hizalanma durumunda hemen düzeltilmelidir. Ayrıca, şaftın yatakları ve destek noktaları da kontrol edilmelidir.	Yanlış hizalanma, şaftın ve kaplinin aşırı aşınmasına, pervane performansında düşüşe ve potansiyel olarak şaftın kırılmasına neden olabilir.
280	9	69	Baş İtici Sistemi Kaplinin Yetersiz Bakımı	Kaplinin düzenli bakımının yapılmaması, yağlama eksikliklerine ve kaplin bileşenlerinin aşınmasına neden olabilir. Bu, kaplinin zamanla performansını kaybetmesine yol açabilir.	Kaplin düzenli olarak yağlanmalı ve bileşenleri aşınma belirtileri açısından kontrol edilmelidir. Yağlama eksiklikleri tespit edilirse hemen müdahale edilmelidir.	Yetersiz bakım, kaplinin performansında azalmaya ve şaftın düzgün çalışmamasına neden olabilir, bu da motorun ve pervanenin hasar görmesine yol açabilir.
281	9	69	Baş İtici Sistemi Şaft Mühürlerinin Sızdırması	Şaftın çevresindeki mühürlerin zamanla aşınması, suyun içeri sızmasına neden olabilir. Bu durum, şaftın ve kaplinin korozyona uğramasına ve genel sistem performansının düşmesine neden olabilir.	Şaft mühürleri düzenli olarak kontrol edilmeli ve sızıntı durumunda derhal değiştirilmelidir. Ayrıca, şaftın ve kaplinin korozyona karşı korunduğundan emin olunmalıdır.	Mühürlerin sızdırması, şaftın korozyona uğramasına, kaplinin aşırı yıpranmasına ve sistemin genel olarak verimliliğini kaybetmesine yol açabilir.

Ek Tablo 56. Veri tabanı arızalar tablosu: 56. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
282	9	70	Baş İtici Sistemi Hidrolik Yağ Sızıntısı	Pervane açısını kontrol eden hidrolik sistemdeki sızıntılar, basınç kaybına neden olabilir ve pervane açısının doğru ayarlanmasını engelleyebilir. Bu durum, geminin manevra kabiliyetini olumsuz etkiler.	Hidrolik hatlar ve bağlantılar düzenli olarak kontrol edilmeli, sızıntı tespit edildiğinde hidrolik hortumlar, contalar veya bağlantılar yenilenmelidir.	Hidrolik basınç kaybı, pervane açısının yanlış ayarlanmasına neden olabilir, bu da geminin yanlış yönlendirilmesine ve manevra sırasında kontrol kaybına yol açabilir.
283	9	70	Baş İtici Sistemi Selenoid Valf Arızası	selenoid valfler, hidrolik yağın servomotorlara yönlendirilmesini sağlar. Valf arızası, pervane kanatlarının açılarını değiştirememesine neden olabilir ve bu durum, geminin yanaşma veya ayrılma sırasında manevra yapmasını zorlaştırır.	selenoid valflerin düzenli olarak temizlenmesi ve işlevselliklerinin kontrol edilmesi gerekir. Arıza durumunda, valfler derhal değiştirilmelidir.	Arızalı bir selenoid valf, pervane açısını düzgün ayarlayamaz ve bu da geminin yanaşma veya ayrılma sırasında istenmeyen hareketlere neden olabilir.
284	9	70	Baş İtici Sistemi Kontrol Ünitesi Elektronik Arızaları	Pervane açısını kontrol eden elektronik bileşenlerdeki arızalar, sistemin doğru çalışmasını engelleyebilir. Bu tür arızalar, genellikle elektriksel sorunlar, aşırı yüklenme veya nem nedeniyle meydana gelir.	Elektronik bileşenler düzenli olarak kontrol edilmeli ve aşırı yüklenme durumlarında uygun koruma önlemleri alınmalıdır. Ayrıca, kontrol ünitesi suya ve neme karşı korunmalıdır.	Elektronik arızalar, pervane açısının doğru ayarlanamamasına neden olabilir, bu da geminin manevra kabiliyetini olumsuz etkileyebilir ve daha büyük sistem arızalarına yol açabilir.
285	9	70	Baş İtici Sistemi Geri Bildirim Mekanizması Sorunları	Pervane açısını geri bildiren mekanizmada meydana gelen sorunlar, köprüdeki operatörün yanlış bilgi almasına ve yanlış komutlar vermesine neden olabilir. Bu durum, geminin yanlış yönlendirilmesine yol açabilir.	Geri bildirim mekanizması düzenli olarak kontrol edilmeli ve herhangi bir arıza tespit edilirse, gerekli onarımlar yapılmalıdır. Sensörler ve diğer geri bildirim elemanları da test edilmelidir.	Yanlış geri bildirim, geminin istenmeyen yöne hareket etmesine neden olabilir ve potansiyel olarak kazalara yol açabilir.
286	9	71	Baş İtici Sistemi Elektriksel Bağlantı Sorunları	Kumanda panelindeki elektriksel bağlantılarda meydana gelen gevşeklik veya korozyon, baş itici sisteminin düzgün çalışmamasına neden olabilir. Bu durum, komutların iletilmemesi veya yanlış iletilmesi gibi sorunlara yol açabilir.	Tüm elektriksel bağlantılar düzenli olarak kontrol edilmeli ve herhangi bir gevşeklik veya korozyon belirtisi varsa giderilmelidir. Bağlantılar sıkılaştırılmalı ve gerekirse yeniden yapılmalıdır.	Yanlış veya eksik komut iletimi nedeniyle baş itici sisteminin hatalı çalışmasına, geminin yanlış yöne hareket etmesine veya manevra kabiliyetinin azalmasına neden olabilir.

Ek Tablo 57. Veri tabanı arızalar tablosu: 57. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
287	9	71	Baş İtici Sistemi Güç Kaynağı Problemleri	Kumanda panelinin yeterli güç alamaması, sistemin çalışmasını tamamen durdurabilir. Bu sorun genellikle düşük voltaj, zayıf pil durumu veya devre kesicilerin devreye girmesi nedeniyle meydana gelir.	Güç kaynağı düzenli olarak kontrol edilmeli, pil seviyeleri ve devre kesiciler izlenmelidir. Gerekirse piller yenilenmeli ve devre kesiciler sıfırlanmalıdır.	Güç kaynağı sorunları, baş itici sisteminin çalışmamasına veya ani güç kaybına neden olabilir, bu da kritik manevralar sırasında kontrol kaybına yol açabilir.
288	9	71	Baş İtici Sistemi Panel Butonlarının Arızalanması	Kumanda panelinde bulunan butonlar, sık kullanım veya çevresel etkenler nedeniyle zamanla arızalanabilir. Bu, itici sistemin etkinleştirilememesine veya yanlış komutlar vermesine neden olabilir.	Panel butonları düzenli olarak kontrol edilmeli ve arızalı butonlar derhal değiştirilmelidir. Panellerin toz ve nemden korunması için gerekli önlemler alınmalıdır.	Arızalı butonlar, yanlış komutların verilmesine veya baş itici sisteminin istenmeyen bir şekilde devreye girmesine neden olabilir, bu da geminin güvenliğini tehlikeye atabilir.
289	9	71	Baş İtici Sistemi Yazılım veya Kalibrasyon Sorunları	Kumanda panelindeki yazılım veya kalibrasyon hataları, sistemin yanlış çalışmasına yol açabilir. Bu durum, panelin geminin yönlendirilmesi için gerekli doğru komutları verememesi ile sonuçlanabilir.	Yazılım güncellemeleri ve kalibrasyon ayarları düzenli olarak kontrol edilmeli ve güncellenmelidir. Sistemlerin doğru kalibre edildiğinden emin olunmalıdır.	Yazılım veya kalibrasyon sorunları, sistemin yanlış yönlendirmelere neden olmasına ve manevra kabiliyetini olumsuz etkilemesine yol açabilir.
290	9	72	Baş İtici Sisteminde Conta Aşınması veya Yıpranması	Su sızdırmazlık contaları, zamanla aşınabilir veya yıpranabilir. Bu durum, tünel içindeki suyun motor bölmesine sızmasına yol açabilir ve sistemin su geçirmezliğini tehlikeye atabilir.	Contaların düzenli olarak kontrol edilmesi ve aşınma, çatlak veya yıpranma belirtileri gösteriyorsa hemen değiştirilmesi gereklidir. Ayrıca, conta montajının düzgün yapıldığından emin olunmalıdır.	Conta sızıntısı, motorun su ile temas etmesine ve korozyona uğramasına neden olabilir. Bu da motorun arızalanmasına ve potansiyel olarak sistemin tamamen devre dışı kalmasına yol açabilir.
291	9	72	Baş İtici Sisteminde Yanlış Montaj veya Conta Uyumsuzluğu	Su sızdırmazlık contalarının yanlış montajı veya uygun olmayan contaların kullanılması, su sızıntısına yol açabilir. Bu durum, tüneldeki suyun motor bölmesine sızmasına ve sızdırmazlık problemlerine neden olur.	Contaların montajı sırasında doğru araçlar kullanılmalı ve uyumlu contalar tercih edilmelidir. Montaj işlemi sırasında contaların doğru bir şekilde yerleştirildiğinden emin olunmalıdır.	Yanlış montaj veya uyumsuz conta kullanımı, sistemde su sızmasına, korozyona ve nihayetinde motor arızasına yol açabilir.

Ek Tablo 58. Veri tabanı arızalar tablosu: 58. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
292	9	72	Baş İtici Sistemi Contaların Zamanla Sertleşmesi	Su sızdırmazlık contaları, zamanla çevresel faktörler nedeniyle sertleşebilir. Bu durum, contaların esnekliğini kaybetmesine ve suyun motor bölmesine sızmasına neden olabilir.	Contalar düzenli olarak kontrol edilmeli ve sertleşme belirtileri gösteriyorsa değiştirilmelidir. Gerekirse daha dayanıklı malzemelerden yapılmış contalar tercih edilmelidir.	Sertleşmiş contalar, su sızıntısına neden olabilir ve bu da motorun su ile temas etmesine yol açarak motorun arızalanmasına sebep olabilir.
293	9	72	Baş İtici Sistemi Korozyon veya Fiziksel Hasar	Motor bölmesine su sızmasını önlemek için kullanılan contalar, tünel içinde meydana gelen korozyon veya fiziksel hasar nedeniyle etkinliklerini kaybedebilirler. Bu, su sızıntısına neden olarak motorun performansını etkileyebilir.	Contalar ve çevrelerindeki metal parçalar düzenli olarak kontrol edilmeli, korozyon veya fiziksel hasar tespit edilirse derhal müdahale edilmelidir. Gerekirse hasarlı parçalar onarılmalı veya değiştirilmelidir.	Korozyon ve fiziksel hasar, sızdırmazlığın bozulmasına ve su sızıntısına yol açabilir, bu da motorun hasar görmesine ve sistemin devre dışı kalmasına neden olabilir.
294	10	73	Demirleme Vinci Tambur Yüzeyinde Aşırı Aşınma	Tambur yüzeyinde aşırı aşınma, sürekli kullanım nedeniyle oluşur ve tambur yüzeyinin halatı düzgün bir şekilde kavrayamamasına yol açabilir.	Tambur yüzeyi düzenli olarak incelenmeli, aşınma tespit edilirse tambur yeniden işlenmeli veya tamamen değiştirilmelidir. Aşırı aşınmayı önlemek için tambur yüzeyinin düzenli olarak yağlanması da önemlidir.	Halatın tamburdan kayması sonucu yükün kontrolsüz serbest kalması, halatın zarar görmesi ve geminin bağlanma noktasından kopması.
295	10	73	Demirleme Vinci Tambur Fren Sisteminde Arıza	Fren sisteminin düzgün çalışmaması, tamburun yük altında sabit kalmamasına neden olur.	Fren sisteminin düzenli olarak kontrol edilmesi, fren balatalarının aşınma durumu ve yağ sızıntıları gibi unsurların değerlendirilmesi gerekir. Fren sisteminde arıza tespit edilirse, gerekli parçalar değiştirilmelidir.	Fren arızası, tamburun yük altında serbest kalmasına ve kontrolsüz halat serbest bırakılmasına yol açabilir.
296	10	73	Demirleme Vinci Hidrolik veya Elektrik Motoru Arızaları	Motorun arızalanması, genellikle aşırı yüklenme, yetersiz bakım veya motorun soğutma sisteminde bir problem nedeniyle meydana gelir.	Motorun düzenli bakımı yapılmalı, elektrik bağlantıları ve hidrolik sistemler kontrol edilmelidir. Motorun aşırı ısınmaması için gerekli soğutma sistemleri sürekli olarak çalışır durumda tutulmalıdır.	Motor arızası, tamburun çalışmamasına ve geminin bağlanamaması veya zamanında demir atamaması gibi ciddi problemlere yol açabilir.

Ek Tablo 59. Veri tabanı arızalar tablosu: 59. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
297	10	73	Demirleme Vinci Halat veya Zincir Sarım Problemleri	Halat veya zincirin tambur üzerine düzgün sarılmaması, düğümlere veya karışıklıklara yol açabilir.	Sarım sırasında tamburun dikkatlice izlenmesi ve halat veya zincirin düzgün bir şekilde yerleştiğinden emin olunması gereklidir. Karışıklık tespit edilirse, işlem durdurulmalı ve sorun çözülmelidir.	Yanlış sarım, halat veya zincirin kopmasına, vincin bloke olmasına ve geminin manevra kabiliyetini kaybetmesine neden olabilir.
298	10	74	Demirleme Vinci Motorun Aşırı Isınması	Motorun aşırı ısınması, genellikle yetersiz soğutma, aşırı yüklenme veya yetersiz havalandırma nedeniyle meydana gelir. Bu durum, motorun performansını düşürerek çalışmasını durdurabilir veya iç bileşenlerde ciddi hasarlara neden olabilir.	Motorun soğutma sistemleri düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerekli bakım yapılmalıdır. Aşırı yüklenmeden kaçınılmalı ve motorun çalıştığı ortamın yeterince havalandırıldığından emin olunmalıdır.	Aşırı ısınma, motor sargılarının yanmasına, rulmanların hasar görmesine ve motorun tamamen arızalanmasına yol açabilir.
299	10	74	Demirleme Vinci Elektrik Bağlantılarında Gevşeme veya Korozyon	Elektrik bağlantılarının gevşemesi veya korozyona uğraması, motorun düzgün çalışmamasına veya tamamen çalışmayı durdurmasına neden olabilir. Bu tür sorunlar genellikle gemideki yüksek nem oranı ve titreşimler nedeniyle ortaya çıkar.	Elektrik bağlantıları düzenli olarak kontrol edilmeli, gevşek bağlantılar sıkılmalı ve korozyonlu kısımlar temizlenip koruyucu kaplamalar uygulanmalıdır.	Elektrik bağlantılarındaki problemler, kısa devrelere, motorun aniden durmasına ve kontrol panosundaki sigortaların atmasına neden olabilir.
300	10	74	Demirleme Vinci Hidrolik Sistemde Basınç Kaybı	Eğer sürüş motoru hidrolik sistemle çalışıyorsa, sistemdeki basınç kaybı motorun yeterli gücü üretememesine neden olabilir. Bu genellikle hidrolik sıvı sızıntısı, valf arızası veya pompada sorunlar nedeniyle meydana gelir.	Hidrolik sistem düzenli olarak sızıntılar, aşınmış contalar ve arızalı valfler için kontrol edilmeli ve gerektiğinde onarılmalıdır. Hidrolik sıvı seviyeleri düzenli olarak izlenmelidir.	Basınç kaybı, motorun çalışmamasına veya yetersiz çalışmasına yol açabilir, bu da vincin kontrol edilememesi ve geminin yanlış bağlanması riskini artırabilir.

Ek Tablo 60. Veri tabanı arızalar tablosu: 60. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
301	10	74	Demirleme Vinci Motor Yataklarında Aşınma veya Hasar	Motor yataklarında aşınma, genellikle yetersiz yağlama veya yanlış hizalama nedeniyle meydana gelir. Bu, motorun verimliliğini düşürerek aşırı titreşimlere ve gürültüye neden olabilir.	Yataklar düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde değiştirilmelidir. Yatakların yeterli şekilde yağlandığından ve motor bileşenlerinin doğru hizalandığından emin olunmalıdır.	Yatak arızaları, motorun ciddi şekilde zarar görmesine ve hatta tamamen arızalanmasına neden olabilir, bu da vincin çalışmasını imkansız hale getirebilir.
302	10	75	Demirleme Vinci Dişli Aşınması	Redüksiyon dişli kutusunda aşınma, dişlilerin uzun süreli kullanımı veya yetersiz yağlama nedeniyle gerçekleşebilir. Aşınma, dişlilerin düzgün çalışmamasına ve güç iletiminde kayıplara neden olabilir.	Dişliler düzenli olarak kontrol edilmeli ve aşırı aşınma durumunda değiştirilmelidir. Ayrıca, yağlama sistemi sık sık kontrol edilerek dişlilerin yeterli yağ ile çalıştığından emin olunmalıdır.	Tamburun dönme hızında düşüşe, motorun zorlanmasına ve sonunda motor arızalarına neden olabilir.
303	10	75	Demirleme Vinci Dişli Kırılması	Aşırı yük veya ani darbeler, dişlilerin kırılmasına yol açabilir. Bu durumda, redüksiyon dişli kutusu tamamen işlevsiz hale gelir.	Dişli kutusu tamamen açılmalı, kırılan dişliler değiştirilmelidir. Ayrıca, dişli kutusu içerisindeki diğer parçalar da hasar için incelenmelidir.	Vincin tamamen devre dışı kalmasına, operasyonun durmasına ve büyük çapta bakım gerektiren motor arızalarına neden olabilir.
304	10	75	Demirleme Vinci Yağ Sızıntısı	Dişli kutusu içerisindeki sızdırmazlık elemanlarının aşınması veya bozulması, yağ sızıntısına neden olabilir. Bu durum, dişlilerin yeterince yağlanmamasına ve aşırı ısınmasına yol açar.	Sızdırmazlık elemanları düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerekli durumlarda değiştirilmelidir. Ayrıca, yağ seviyeleri ve kalitesi sürekli izlenmelidir.	Dişli kutusunun tamamen yağsız kalmasına, dişlilerin aşırı ısınmasına ve sonunda dişli kırılmasına neden olabilir.
305	10	75	Demirleme Vinci Dişli Kutusu Rulman Arızası	Rulmanlar, dişli kutusunun içinde dişlilerin hareketini destekleyen parçalardır. Rulman arızası, genellikle aşınma, yetersiz yağlama veya üretim hatasından kaynaklanır.	Arızalı rulmanlar hemen değiştirilmeli ve dişli kutusunun diğer parçaları da kontrol edilmelidir. Ayrıca, rulmanların düzenli olarak yağlanması sağlanmalıdır.	Dişli kutusunda ekstra sürtünmeye neden olabilir, bu da dişli aşınmasını hızlandırır ve motorun zorlanmasına yol açabilir.

Ek Tablo 61. Veri tabanı arızalar tablosu: 61. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
306	10	76	Demirleme Vinci Fren Balatası Aşınması	Fren balatasının aşınması, zamanla normal kullanım nedeniyle meydana gelir. Bu durum, frenleme kapasitesinin azalmasına ve tamburun kontrolsüz hareket etmesine neden olabilir.	Fren balataları düzenli olarak kontrol edilmeli ve üreticinin önerdiği aşınma limitine ulaştığında değiştirilmelidir. Balata kalınlığı belirli bir seviyeye düştüğünde, fren ayarı regülasyon vidası ile geçici olarak yapılabilir, ancak bu çözüm uzun süreli kullanılmamalıdır.	Güvenli demirleme veya ırgat operasyonlarında sorun yaşanmasına ve tamburun tamamen kontrolsüz kalmasına yol açabilir.
307	10	76	Demirleme Vinci Fren Sisteminde Hidrolik Yağ Kaçağı	Hidrolik fren sistemlerinde yağ sızıntısı, sızdırmazlık elemanlarının aşınması veya hidrolik hatlardaki çatlaklar nedeniyle meydana gelebilir. Bu durum, frenlerin yeterli basınç uygulayamamasına neden olur.	Fren sistemindeki hidrolik hatlar ve sızdırmazlık elemanları düzenli olarak kontrol edilmelidir. Herhangi bir sızıntı tespit edilirse, etkilenen parçalar hemen onarılmalı veya değiştirilmelidir.	Frenlerin tutma kapasitesini kaybetmesine ve vinç sisteminin operasyonel güvenliğini tehlikeye atabilir.
308	10	76	Demirleme Vinci Fren Yaylarının Zayıflaması	Fren sisteminde kullanılan yaylar zamanla elastikiyetini kaybedebilir. Bu durum, frenlerin gerekli baskıyı uygulayamamasına ve dolayısıyla tamburun kontrolsüz hareketine neden olabilir.	Fren yayları düzenli olarak kontrol edilmeli ve zayıflama veya deformasyon tespit edilirse değiştirilmelidir. Fren sisteminin düzgün çalışmasını sağlamak için bu tür yaylar periyodik olarak yenilenmelidir.	Vinç tamburunun beklenmedik bir şekilde serbest kalmasına ve gemi operasyonlarında ciddi güvenlik sorunlarına neden olabilir.
309	10	77	Demirleme Vinci ve Irgatlar Kavrama Mekanizmasının Sıkışması	Kavrama mekanizmasının sıkışması, genellikle dişliler arasında biriken kir, pas veya yetersiz yağlama nedeniyle meydana gelir. Bu durum, tamburun serbest bırakılmasını zorlaştırır ve manuel kullanımda sorunlara neden olur.	Kavrama mekanizması düzenli olarak temizlenmeli ve yağlanmalıdır. Paslanma durumunda, pas sökücü kullanılmalı ve gerektiğinde bileşenler yenilenmelidir.	Sıkışmış bir kavrama mekanizması, acil durumlarda tamburun hızlı bir şekilde serbest bırakılmasını engelleyebilir, bu da gemi güvenliğini riske atabilir.

Ek Tablo 62. Veri tabanı arızalar tablosu: 62. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
310	10	77	Demirleme Vinci ve İrgatlar Kavrama Yaylarının Zayıflaması	Kavrama mekanizmasında kullanılan yaylar, zamanla elastikiyetini kaybedebilir veya kırılabilir. Bu durum, tamburun yeterince sıkı bir şekilde tutulmamasına veya kavramanın istenmeyen zamanlarda serbest kalmasına neden olabilir.	Yaylar düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde değiştirilmelidir. Özellikle kavramanın sıkı çalışmadığı durumlarda, yayların durumu mutlaka gözden geçirilmelidir.	Zayıf veya kırılmış yaylar, tamburun kontrolsüz bir şekilde hareket etmesine, dolayısıyla demirleme vinci operasyonlarında ciddi güvenlik sorunlarına yol açabilir.
311	10	77	Demirleme Vinci ve İrgatlar Kavrama Dişlilerinin Aşınması	Kavrama mekanizmasında yer alan dişlilerin aşınması, sürekli kullanım sonucu meydana gelir. Aşınmış dişliler, tamburun düzgün bir şekilde ayrılmasını veya bağlanmasını engelleyebilir.	Dişliler düzenli olarak kontrol edilmeli ve aşınma tespit edilirse değiştirilmelidir. Aşınmayı önlemek için dişlilerin yeterli yağlama ile çalıştığından emin olunmalıdır.	Aşınmış dişliler, kavramanın verimsiz çalışmasına ve tamburun yanlış zamanda serbest kalmasına neden olabilir, bu da operasyonel riskleri artırır.
312	10	77	Demirleme Vinci ve İrgatlar Kavrama Mekanizmasında Hidrolik veya Pnömatik Kaçaklar	Kavrama mekanizmasının hidrolik veya pnömatik çalıştığı durumlarda, kaçaklar sistemin basıncını düşürerek kavramanın işlevini yitirmesine neden olabilir.	Hidrolik ve pnömatik hatlar düzenli olarak kaçaklar açısından kontrol edilmeli, gerekirse contalar ve bağlantılar yenilenmelidir.	Basınç kaybı, kavramanın çalışmamasına neden olabilir, bu da acil durumlarda tamburun manuel olarak kontrol edilememesi gibi sorunlara yol açabilir.
313	10	78	Demirleme Vinci ve İrgatlar Kontrol Panelinde Güç Kaybı	Elektronik kontrol sistemleri, genellikle güç kaynağına bağımlıdır ve bu kaynakta bir kesinti veya arıza meydana geldiğinde sistem tamamen devre dışı kalabilir. Bu durum, vinci veya ırgat sisteminin çalışmasını engelleyebilir.	Kontrol paneline gelen güç kaynağı düzenli olarak kontrol edilmeli, güç kaynağında herhangi bir sorun tespit edilirse onarılmalıdır. Güç kaynağı bağlantıları, voltaj ve akım seviyeleri de düzenli olarak izlenmelidir.	Güç kaybı, kontrol sisteminin işlevini tamamen kaybetmesine, vinci veya ırgatın manuel olarak çalıştırılması gerekmesine yol açabilir. Bu durum acil durumlarda ciddi sorunlar yaratabilir.

Ek Tablo 63. Veri tabanı arızalar tablosu: 63. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
314	10	78	Demirleme Vinci ve Irgatlar Sensör Arızası	Modern vinç ve windlass sistemleri, halat gerginliğini ve diğer operasyonel parametreleri izlemek için çeşitli sensörlerle donatılmıştır. Bu sensörlerden biri arızalandığında, sistem yanlış veri alabilir ve bu da hatalı operasyonlara yol açabilir.	Sensörler düzenli olarak kontrol edilmeli ve kalibre edilmelidir. Arızalı sensörler hemen tespit edilip değiştirilmelidir. Ayrıca, sensörlerin kablolama ve bağlantıları da periyodik olarak kontrol edilmelidir.	Yanlış çalışan bir sensör, halat gerginliğinin hatalı ayarlanmasına, tamburun aşırı yüklenmesine veya halatın kopmasına neden olabilir. Bu da operasyonel güvenliği tehlikeye atabilir.
315	10	78	Demirleme Vinci ve Irgatlar Yazılım Hatası	Elektronik kontrol sistemleri, yazılımlar aracılığıyla çalışır ve bu yazılımlarda meydana gelen bir hata, tüm sistemi etkileyebilir. Yazılım hataları, sistemin yanlış çalışmasına veya hiç çalışmamasına neden olabilir.	Kontrol sisteminin yazılımı düzenli olarak güncellenmeli ve yazılım hataları için periyodik olarak test edilmelidir. Sorun tespit edildiğinde, yazılımın yeniden yüklenmesi veya güncellenmesi gerekebilir.	Yazılım hataları, vinç veya windlassın doğru şekilde çalışmasını engelleyebilir, bu da geminin operasyonel kapasitesini ciddi şekilde etkileyebilir.
316	10	78	Demirleme Vinci ve Irgatlar Kontrol Paneli Arayüzünde Donma veya Yavaşlama	Kontrol panelinin arayüzü donabilir veya yavaşlayabilir, bu da operatörün sistem üzerinde tam kontrol sağlayamamasına neden olabilir. Bu durum genellikle yazılım hataları veya donanım sorunlarından kaynaklanır.	Kontrol paneli düzenli olarak test edilmeli ve donma veya yavaşlama sorunları tespit edilirse sistem yeniden başlatılmalı veya yazılım güncellenmelidir. Donanım sorunları için panelin iç bileşenleri kontrol edilmelidir.	Arayüzdeki sorunlar, operatörün doğru ve zamanında müdahale edememesine yol açabilir, bu da kazalara veya operasyonel hatalara neden olabilir.
317	11	79	Dümen Sistemi Telemotor Hidrolik Sisteminde Yağ Sızıntıları	Telemotor sistemi, hidrolik sıvının kullanıldığı kapalı bir sistemdir. Bu sıvı, dümen komutlarının iletilmesi için kritik öneme sahiptir. Sistemdeki herhangi bir sızıntı, telemotorun düzgün çalışmamasına neden olabilir.	Hidrolik sıvı seviyeleri düzenli olarak kontrol edilmeli ve sızıntı tespit edilirse hemen onarılmalıdır. Ayrıca, düşük sıvı seviyesi alarmları etkinleştirilmeli ve sistemdeki tüm bağlantılar ve contalar kontrol edilmelidir.	Yağ sızıntısı dümen kontrol kaybına yol açabilir ve ciddi durumlarda geminin manevra kabiliyetini tamamen kaybetmesine neden olabilir.
318	11	79	Dümen Sistemi Telemotor Elektriksel Arızaları	Telemotorun elektriksel bileşenlerinde meydana gelebilecek arızalar, dümen komutlarının yanlış iletilmesine veya hiç iletilmemesine neden olabilir. Bu tür arızalar genellikle elektrik motoru, potansiyometreler veya kontrol ünitelerindeki aşınma ve yıpranma nedeniyle ortaya çıkar.	Elektrik sisteminin düzenli olarak bakımı yapılmalı, aşınmış veya arızalı parçalar (örneğin potansiyometreler) değiştirilmelidir. Ayrıca, yedek parçaların gemide bulundurulması önerilir.	Elektriksel arızalar dümenin yanıt vermemesine, yanlış yönlendirilmesine veya acil durumda manuel dümen kontrolüne geçilmesini gerektirebilir.

Ek Tablo 64. Veri tabanı arızalar tablosu: 64. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
319	11	79	Dümen Sistemi Telemotor Sistemi Hatalı Sinyal İletimi	Telemotor sistemi, dümen komutlarını iletmek için hidrolik veya elektriksel sinyalleri kullanır. Bu sinyallerin hatalı iletimi, dümen açısının istenen şekilde ayarlanmamasına yol açabilir.	Sistemdeki tüm sinyal iletim hatları, valfler ve bağlantılar düzenli olarak kontrol edilmeli ve herhangi bir tıkanıklık, kırık veya gevşek bağlantı tespit edilirse onarılmalıdır.	Hatalı sinyal iletimi, dümenin kontrol dışı hareket etmesine veya tamamen çalışmamasına neden olabilir, bu da geminin güvenliğini tehlikeye atabilir.
320	11	79	Dümen Sistemi Telemotor Sistemi Hava Kilitinin Çalışması	Telemotor sistemine hava girmesi durumunda, hidrolik basınç düşebilir ve bu da dümenin istenilen açıda hareket etmesini engelleyebilir. Hava kilitleri genellikle hatalı bakım veya düşük sıvı seviyeleri nedeniyle oluşur.	Sistemdeki hava kilitlerinin önlenmesi için sistemin uygun şekilde hava tahliyesi yapılmalı ve hidrolik sıvı seviyeleri düzenli olarak izlenmelidir.	Hava kilitleri, dümen hareketlerinin yavaşlamasına veya tamamen durmasına neden olabilir.
321	11	80	Dümen Sistemi Sinyal İletiminde Gecikme veya Hatalı İletim	Kontrol ünitesi, köprü üstünden gelen sinyalleri alarak dümen makinelerini yönlendirir. Ancak, sinyal iletiminde gecikme veya hatalı iletim, dümen açısının istenilen pozisyona gelmemesine neden olabilir. Bu, genellikle sistemdeki kablo sorunları, bağlantı gevşeklikleri veya elektronik bileşenlerdeki aşınmalardan kaynaklanır.	Kontrol sistemi periyodik olarak kontrol edilmeli, kablolar, bağlantılar ve elektronik bileşenler düzenli olarak bakımdan geçirilmeli ve gerekirse değiştirilmelidir. Ayrıca, yedek kontrol üniteleri hazır bulundurulmalıdır.	Bu tür hatalar, geminin manevra kabiliyetini kaybetmesine veya yön kontrolünü geçici olarak kaybetmesine neden olabilir.
322	11	80	Dümen Sistemi Aşırı Sıcaklık veya Isınma Sorunları	Kontrol ünitesi, sürekli çalışırken aşırı ısınma riski taşır. Bu, sistemin performansını olumsuz etkileyebilir ve daha ciddi elektronik arızalara yol açabilir. Aşırı sıcaklık genellikle yetersiz havalandırma, aşırı yüklenme veya çevresel faktörler nedeniyle meydana gelir.	Ünitenin düzgün havalandırıldığından emin olunmalı, aşırı yüklenme durumları önlenmeli ve sistemin çevresel koşullara uygun şekilde korunması sağlanmalıdır. Isı sensörleri ve soğutma sistemleri düzenli olarak kontrol edilmelidir.	Elektronik bileşenlerin yanması, sinyal işleme hataları ve tüm sistemin kapanması gibi ciddi arızalara yol açabilir.

Ek Tablo 65. Veri tabanı arızalar tablosu: 65. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
323	11	80	Dümen Sistemi Hidrolik Sistemdeki Basınç Düşüşleri	Kontrol ünitesi, hidrolik sistemler aracılığıyla dümen makinelerini yönetir. Hidrolik basınçta ani düşüşler, kontrol ünitesinin dümen açısını doğru şekilde ayarlayamamasına neden olabilir. Bu durum, hidrolik valflerdeki sızıntılar, pompa arızaları veya hidrolik yağ seviyesindeki azalmadan kaynaklanabilir.	Hidrolik sistem düzenli olarak kontrol edilmeli, sızıntılar giderilmeli ve hidrolik yağ seviyeleri düzenli olarak izlenmelidir. Ayrıca, basınç sensörleri ve valflerin doğru çalıştığından emin olunmalıdır.	Yetersiz basınç, dümenin yanıt vermemesine veya kontrol dışı hareket etmesine neden olabilir.
324	11	80	Dümen Sistemi Mekanik Bağlantı Kopmaları	Kontrol ünitesinden gelen sinyaller, mekanik bağlantılar aracılığıyla dümen makinelerine iletilir. Bu bağlantılarda meydana gelen kopmalar veya aşınmalar, dümenin kontrolünü kaybetmeye yol açabilir.	Tüm mekanik bağlantılar düzenli olarak kontrol edilmeli ve aşınma veya hasar belirtileri varsa hemen onarılmalıdır. Acil durumlarda kullanılmak üzere yedek parçalar gemide bulundurulmalıdır.	Mekanik bağlantı kopmaları, dümen kontrolünün tamamen kaybedilmesine neden olabilir, bu da ciddi navigasyon sorunlarına yol açabilir.
325	11	81	Dümen Sistemi Hidrolik Pompa Arızası	Güç ünitesi, dümen silindirlere hidrolik basınç sağlamak için hidrolik pompalar kullanır. Pompalarda meydana gelen arızalar, genellikle aşınma, yetersiz yağlama, sıvı sızıntıları veya kirlenmiş hidrolik yağ nedeniyle oluşur. Bu arızalar, pompaların yeterli basınç üretememesine ve dolayısıyla dümen yapraklarının hareket edememesine neden olabilir.	Pompa düzenli olarak bakıma tabi tutulmalı, hidrolik yağın kalitesi ve seviyeleri sürekli izlenmelidir. Kirlenmiş veya bozulmuş hidrolik yağ hemen değiştirilmelidir. Ayrıca, pompa bileşenleri aşınma açısından kontrol edilmeli ve gerekli durumlarda değiştirilmelidir.	Hidrolik pompa arızası, dümenin çalışmamasına, geminin manevra kabiliyetinin kaybolmasına ve acil durumda kontrolün tamamen kaybedilmesine neden olabilir.
326	11	81	Dümen Sistemi Hidrolik Yağ Sızıntısı	Güç ünitesi, dümen makinelerini çalıştırmak için hidrolik sıvı kullanır. Ancak, sistemdeki sızdırmazlık elemanlarının arızalanması veya bağlantı noktalarındaki gevşemeler hidrolik yağ sızıntılarına yol açabilir. Bu durum, sistemde yeterli basınç oluşmasını engelleyerek dümen hareketlerini kısıtlayabilir.	Hidrolik sistem düzenli olarak kontrol edilmeli, sızıntı tespit edilirse derhal onarılmalıdır. Sızdırmazlık elemanları ve bağlantılar, aşınma ve yıpranma açısından düzenli olarak incelenmeli ve gerekli durumlarda değiştirilmelidir.	Yağ sızıntıları, dümen kontrolünün kaybedilmesine ve sistemin tamamen durmasına yol açabilir.

Ek Tablo 66. Veri tabanı arızalar tablosu: 66. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
327	11	81	Dümen Sistemi Hidrolik Silindir Arızası	Hidrolik silindirler, hidrolik basıncı mekanik harekete dönüştürerek dümen yapraklarını hareket ettirir. Silindirlerde meydana gelen arızalar, genellikle iç sızdırmazlık elemanlarının aşınması, piston çubuğundaki deformasyonlar veya silindir gövdesindeki hasarlar nedeniyle oluşur.	Hidrolik silindirler düzenli olarak kontrol edilmeli, iç sızdırmazlık elemanları aşınma açısından incelenmeli ve gerekirse değiştirilmelidir. Piston çubuğu ve silindir gövdesi üzerinde deformasyon veya hasar tespit edilirse, tamir veya değişim yapılmalıdır.	Hidrolik silindir arızası, dümenin yeterince hızlı veya doğru hareket edememesine, hatta tamamen kontrol dışı kalmasına neden olabilir.
328	11	81	Dümen Sistemi Elektrik Motoru Arızası	Elektro-hidrolik sistemlerde, hidrolik pompaları çalıştırmak için elektrik motorları kullanılır. Elektrik motorlarında meydana gelen arızalar, genellikle aşırı yüklenme, yetersiz soğutma, elektriksel bağlantı sorunları veya motor sargılarındaki hasarlardan kaynaklanır.	Elektrik motorları düzenli olarak bakıma tabi tutulmalı, soğutma sistemleri ve bağlantılar düzenli olarak kontrol edilmelidir. Aşırı yüklenme durumlarından kaçınılmalı ve motor sargılarındaki hasarlar tespit edildiğinde onarım yapılmalıdır.	Elektrik motoru arızası, hidrolik pompaların çalışmamasına, dolayısıyla dümen sisteminin tamamen işlevsiz hale gelmesine neden olabilir.
329	11	82	Dümen Sistemi Dümen Kolu Üzerinde Aşırı Aşınma	Dümen kolu, sürekli mekanik stres altında çalışır ve zamanla aşırı aşınmaya maruz kalabilir. Bu aşınma, dümen kolunun gücü etkili bir şekilde dümen yapraklarına aktaramamasına ve dolayısıyla geminin yönlendirilmesinde zorluklara yol açabilir.	Dümen kolu düzenli olarak kontrol edilmeli ve aşınma belirtileri görüldüğünde hemen değiştirilmelidir. Ayrıca, dümen kolunun doğru bir şekilde yağlanması aşınmayı minimize edebilir.	Aşırı aşınmış bir dümen kolu, geminin manevra kabiliyetini kaybetmesine, yön kontrolünün zayıflamasına ve dümen yapraklarının istenilen açıda kalamamasına neden olabilir.
330	11	82	Dümen Sistemi Kol Yatağında Yağlama Eksikliği	Kolu yatağı, dümen kolunun hareketini desteklemek için tasarlanmıştır ve düzgün çalışması için yeterli yağlamaya ihtiyaç duyar. Yağlama eksikliği, yatağın aşınmasına, ısınmasına ve dümen hareketinin zorlaşmasına neden olabilir.	Kolu yatağı düzenli olarak yağlanmalı ve yağın kalitesi sürekli kontrol edilmelidir. Yağlama sisteminde herhangi bir sorun tespit edilirse, hemen müdahale edilmelidir.	Yetersiz yağlama, kolu yatağının aşırı ısınmasına, deformasyonuna ve dümen kolunun serbest hareket edememesine yol açabilir.

Ek Tablo 67. Veri tabanı arızalar tablosu: 67. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
331	11	82	Dümen Sistemi Kol Yatağında Metal Yorgunluğu	Sürekli yük altındaki kolu yatağı, zamanla metal yorgunluğuna maruz kalabilir. Bu durum, yatağın çatlamasına veya kırılmasına yol açabilir, bu da dümen sisteminin tamamen işlevsiz hale gelmesine neden olabilir.	Kolu yatağı düzenli olarak metal yorgunluğu belirtileri açısından kontrol edilmeli, çatlak veya kırılma tespit edilirse hemen değiştirilmelidir. Ayrıca, uygun malzeme seçimi ve tasarım iyileştirmeleri ile metal yorgunluğu riski azaltılabilir.	Metal yorgunluğu, dümen kolunun tamamen işlevsiz hale gelmesine ve geminin yön kontrolünü tamamen kaybetmesine neden olabilir.
332	11	82	Dümen Sistemi Kol Yatağında Hizalama Sorunları	Kolu yatağının yanlış hizalanması, dümen kolunun düzgün çalışmamasına ve dümen yapraklarına aktarılan gücün azalmasına neden olabilir. Bu, genellikle montaj hatalarından veya mekanik deformasyonlardan kaynaklanır.	Kolu yatağı düzenli olarak hizalama açısından kontrol edilmeli ve hizalama sorunu tespit edilirse, montaj ayarları tekrar yapılmalıdır. Dümen kolunun ve yatağının uyumlu çalışması sağlanmalıdır.	Yanlış hizalama, dümen kontrolünde zorluklara, aşırı titreşimlere ve mekanik arızalara yol açabilir.
333	11	83	Dümen Sistemi Silindir İçinde Aşırı Basınç	Hidrolik silindirlerde aşırı basınç, genellikle hidrolik sistemdeki valflerin arızalanması veya yanlış ayarları nedeniyle oluşur. Bu durum, silindirlerin veya rams'lerin zorlanmasına ve hatta patlamasına neden olabilir.	Hidrolik sistemin basınç ayarları düzenli olarak kontrol edilmeli ve valflerin doğru çalıştığından emin olunmalıdır. Aşırı basınç tespit edilirse, sistem durdurulmalı ve sorun giderilene kadar çalıştırılmamalıdır.	Silindirlerin patlaması veya ciddi hasar görmesi, dümen sisteminin tamamen devre dışı kalmasına ve geminin yönlendirme kabiliyetinin kaybedilmesine neden olabilir.
334	11	83	Dümen Sistemi Piston Çubuğunda Eğilme veya Kırılma	Piston çubuğu, hidrolik basıncı mekanik harekete dönüştüren kritik bir bileşendir. Eğilme veya kırılma genellikle aşırı yüklenme, metal yorgunluğu veya yanlış hizalamadan kaynaklanır. Bu durum, dümen yapraklarının istenen şekilde hareket etmemesine neden olur.	Piston çubukları düzenli olarak kontrol edilmeli ve herhangi bir eğilme veya hasar tespit edilirse hemen değiştirilmelidir. Ayrıca, sistemdeki yük ve hizalamanın doğru olduğundan emin olunmalıdır.	Piston çubuğundaki hasar, dümen hareketlerinin sınırlandırılmasına, kontrol kaybına ve geminin manevra kabiliyetinin azalmasına yol açabilir.
335	11	83	Dümen Sistemi Hidrolik Sıvı Kaçakları	Hidrolik silindirler, hidrolik sıvı ile çalışır ve bu sıvının herhangi bir kaçak yapması, sistemin düzgün çalışmasını engeller. Kaçaklar genellikle contalardaki aşınma, bağlantıların gevşemesi veya borulardaki çatlaklardan kaynaklanır.	Hidrolik sıvı seviyeleri ve sızdırmazlık elemanları düzenli olarak kontrol edilmelidir. Herhangi bir kaçak tespit edilirse, sistem durdurulmalı ve kaçak onarılmalıdır. Contalar ve bağlantılar düzenli olarak yenilenmelidir.	Hidrolik sıvı kaçakları, basınç kaybına, dümenin istenilen şekilde hareket etmemesine ve sistemin tamamen devre dışı kalmasına neden olabilir.

Ek Tablo 68. Veri tabanı arızalar tablosu: 68. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
336	11	83	Dümen Sistemi Segmanlarının Aşınması veya Kırılması	Segmanlar, silindir içinde pistonun düzgün çalışmasını sağlayan kritik parçalardır. Bu halkaların aşınması veya kırılması, hidrolik basıncın kaçmasına ve dolayısıyla dümen kontrolünün kaybedilmesine neden olabilir.	Segmanlar düzenli olarak kontrol edilmeli ve aşınma belirtileri görüldüğünde hemen değiştirilmelidir. Ayrıca, sistemin yağlama durumu ve hidrolik sıvı kalitesi düzenli olarak izlenmelidir.	Segmanların aşınması, hidrolik basınç kaybına, dümen hareketlerinde gecikmelere ve geminin yön kontrolünde ciddi sorunlara yol açabilir.
337	11	84	Dümen Sistemi Manuel Kumanda Sisteminde Arıza	Ana dümen sisteminin devre dışı kalması durumunda devreye giren acil durum kumanda sistemi, manuel olarak kontrol edilir. Ancak, manuel kumanda sisteminde bir arıza meydana geldiğinde, geminin yönlendirilmesi zorlaşır ve bu da gemi güvenliği için ciddi bir tehdit oluşturur. Bu arızalar genellikle mekanik parçaların aşınması, hidrolik veya elektriksel bağlantılardaki sorunlardan kaynaklanabilir.	Manuel kumanda sistemi düzenli olarak kontrol edilmeli ve tüm mekanik, hidrolik ve elektriksel bileşenler bakım yapılmalıdır. Aşınmış veya hasar görmüş parçalar derhal değiştirilmelidir.	Manuel kumanda sisteminde bir arıza, geminin acil durumda yönlendirilmesinde ciddi zorluklara ve hatta dümen kontrolünün tamamen kaybedilmesine neden olabilir.
338	11	84	Dümen Sistemi Acil Durum Güç Kaynağının Arızalanması	Acil durum kumanda sisteminin çalışabilmesi için gerekli olan acil durum güç kaynağı (örneğin, akü veya jeneratör), ana güç kaynağının arızalanması durumunda devreye girer. Ancak, bu güç kaynağında bir arıza meydana gelirse, acil durum kumanda sistemi çalışmaz hale gelir.	Acil durum güç kaynakları düzenli olarak test edilmeli ve bakımı yapılmalıdır. Güç kaynağının kapasitesi ve durumu sürekli izlenmeli, gerektiğinde yedek güç kaynakları hazır bulundurulmalıdır.	Acil durum güç kaynağındaki bir arıza, acil durum kumanda sisteminin çalışmamasına ve geminin kontrolünün kaybedilmesine neden olabilir.
339	11	84	Dümen Sistemi Hidrolik Sıvı Kaçakları	Acil durum kumanda sistemi, genellikle hidrolik basınçla çalışır. Ancak, hidrolik sıvı kaçakları, sistemin basınç kaybetmesine ve dolayısıyla dümenin manuel kontrolünün kaybedilmesine yol açabilir. Bu kaçaklar, genellikle contaların veya bağlantı noktalarının aşınmasından kaynaklanır.	Hidrolik sistem düzenli olarak kontrol edilmeli ve herhangi bir sızıntı tespit edilirse, kaçak hemen onarılmalıdır. Contalar ve bağlantılar düzenli olarak yenilenmelidir.	Hidrolik sıvı kaçakları, acil durum kumanda sisteminin çalışmamasına ve geminin yönlendirme kabiliyetinin kaybedilmesine neden olabilir.

Ek Tablo 69. Veri tabanı arızalar tablosu: 69. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
340	11	84	Dümen Sistemi Kontrol Kollarının veya Mekanik Bağlantıların Aşınması	Acil durum kumanda sisteminde yer alan kontrol kolları ve mekanik bağlantılar, sık kullanım veya yaşlanma nedeniyle aşınabilir. Bu aşınma, kumanda sisteminin işlevselliğini olumsuz etkileyebilir ve geminin yönlendirilmesini zorlaştırabilir.	Kontrol kolları ve mekanik bağlantılar düzenli olarak kontrol edilmeli ve aşınma belirtileri görüldüğünde derhal onarılmalı veya değiştirilmelidir.	Aşınmış kontrol kolları ve mekanik bağlantılar, acil durum kumanda sisteminin işlevselliğini azaltabilir ve geminin güvenli manevrasını tehlikeye atabilir.
341	12	85	Acil Yangın Pompasında Kendiliğinden Emme Yeteneğinin Kaybı	Acil yangın pompası, kendinden emişli bir santrifüj pompa olarak tasarlanmıştır. Ancak, pompanın emme yeteneğini kaybetmesi, genellikle giriş hattında hava sızıntıları, düşük su seviyesi veya pompa içindeki conta problemleri nedeniyle meydana gelir. Bu durumda pompa su çekemez ve yangın hattına su sağlayamaz.	Pompa ve giriş hattı düzenli olarak hava sızıntıları ve su seviyeleri açısından kontrol edilmelidir. Conta ve bağlantı noktalarında aşınma veya gevşeklik tespit edilirse, hemen onarılmalıdır. Pompa, düzenli olarak test edilerek emme kapasitesinin korunup korunmadığı kontrol edilmelidir.	Pompanın emme yeteneğini kaybetmesi, yangın durumunda yeterli su temin edilememesine ve yangının kontrol altına alınamamasına neden olabilir.
342	12	85	Acil Yangın Pompası Motorunda Aşırı Isınma	Acil yangın pompası, acil durum jeneratöründen güç alır. Ancak, motorun aşırı ısınması, yetersiz soğutma, aşırı yüklenme veya motor içindeki elektriksel sorunlar nedeniyle meydana gelebilir. Bu, motorun arızalanmasına ve pompanın çalışmamasına yol açabilir.	Pompa motoru düzenli olarak soğutma sistemi, elektriksel bağlantılar ve yük koşulları açısından kontrol edilmelidir. Aşırı ısınma tespit edilirse, motor hemen durdurulmalı ve sorunun kaynağı araştırılarak onarılmalıdır.	Motor arızası, acil yangın pompasının devre dışı kalmasına ve yangın durumunda geminin ciddi risk altında kalmasına neden olabilir.
343	12	85	Acil Yangın Pompası Hidrolik veya Mekanik Parçalarda Aşınma	Acil yangın pompasının hidrolik ve mekanik bileşenleri sürekli olarak yüksek basınç ve güçle çalışır. Zamanla bu bileşenlerde aşınma meydana gelebilir, bu da pompanın verimli çalışmasını engelleyebilir. Aşınmış parçalar, pompa performansında düşüşe yol açabilir.	Hidrolik ve mekanik bileşenler düzenli olarak kontrol edilmeli, aşınma belirtileri tespit edilirse bu parçalar hemen değiştirilmelidir. Pompa sistemine uygun yağlama yapılmalı ve yedek parçalar hazır bulundurulmalıdır.	Aşınmış hidrolik ve mekanik parçalar, pompanın su temin kapasitesini azaltabilir ve acil durumda yangınla mücadelede zorluklar yaşanmasına yol açabilir.

Ek Tablo 70. Veri tabanı arızalar tablosu: 70. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
344	12	85	Acil Yangın Pompası Jeneratör veya Güç Kaynağı Arızası	Acil yangın pompası, ana güç kaynağının arızalandığı durumlarda acil durum jeneratöründen güç alır. Ancak, jeneratördeki bir arıza veya güç kaynağı ile ilgili bir problem, pompanın çalışmamasına neden olabilir. Bu arızalar, jeneratör yakıt sistemindeki sorunlar, aşırı yüklenme veya elektriksel bağlantılardaki hatalardan kaynaklanabilir.	Acil durum jeneratörü düzenli olarak test edilmeli ve bakımı yapılmalıdır. Yakıt sistemi, elektriksel bağlantılar ve jeneratörün genel durumu sürekli olarak izlenmeli ve olası arızalar giderilmelidir.	Jeneratör arızası, yangın pompasının devreye girmemesiyle sonuçlanabilir, bu da yangın durumunda geminin ciddi tehlikelerle karşı karşıya kalmasına yol açabilir.
345	12	86	Acil Yangın Pompası Emme Vanasında Tıkanma	Emme vanası, denizden su çekmek için kritik bir bileşendir. Ancak, deniz suyu içerisinde bulunan yabancı maddeler (yosun, deniz kabukluları, kum vb.) vananın tıkanmasına yol açabilir. Bu tıkanıklık, suyun pompaya ulaşmasını engeller ve pompanın çalışmasını durdurur.	Emme vanası düzenli olarak temizlenmeli ve deniz suyu filtresi kontrol edilmelidir. Ayrıca, vananın çevresinde biriken yabancı maddeler periyodik olarak temizlenmelidir. Tıkanıklık durumunda, vana ve filtre temizlenip yeniden monte edilmelidir.	Tıkanmış bir emme vanası, acil yangın pompasının su çekmesini engeller, bu da yangınla mücadelede su teminini imkânsız hale getirebilir.
346	12	86	Acil Yangın Pompası Emme Vanası Mekanik Arızaları	Emme vanasının mekanik bileşenlerinde, özellikle vana gövdesi ve sızdırmazlık elemanlarında meydana gelebilecek aşınma, kırılma veya korozyon gibi sorunlar vananın doğru şekilde açılmasını veya kapanmasını engelleyebilir. Bu durum, suyun pompaya ulaşmasını kısıtlar.	Vana ve sızdırmazlık elemanları düzenli olarak kontrol edilmeli, korozyon veya aşınma tespit edilirse ilgili parçalar değiştirilmelidir. Ayrıca, vana mekanizmasının düzgün çalıştığından emin olunmalı ve herhangi bir dirençle karşılaşıldığında sorun giderilmelidir.	Mekanik arızalar, vananın kapanmamasına veya açılmamasına neden olabilir, bu da yangın sırasında su temini sağlayamama riskini artırır.
347	12	86	Acil Yangın Pompası Emme Vanasının Uzaktan Kumanda Arızası	Emme vanası, uzaktan kumanda ile açılabilme özelliğine sahip olabilir. Ancak, bu sistemdeki bir arıza (örneğin, elektriksel bağlantıların kopması, motorun arızalanması veya kumanda ünitesindeki bir sorun) vananın çalışmamasına yol açabilir. Bu durumda, vana manuel olarak açılmak zorunda kalınabilir,	Uzaktan kumanda sistemi ve elektriksel bileşenler düzenli olarak test edilmeli ve bakım yapılmalıdır. Elektriksel bağlantılar, kumanda kabloları ve motorun durumu periyodik olarak kontrol edilmelidir. Arıza tespit edilirse hemen onarılmalıdır.	Uzaktan kumanda arızası, yangın sırasında emme vanasının manuel olarak açılmasını gerektirebilir ve bu da müdahale süresini uzatabilir.

Ek Tablo 71. Veri tabanı arızalar tablosu: 71. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
348	12	86	Acil Yangın Pompası Emme Vanası Sızdırmazlık Sorunları	Emme vanasının sızdırmazlık elemanlarında meydana gelebilecek bir arıza, deniz suyu girişinde sızıntıya neden olabilir. Bu sızıntılar, suyun istenilen basınçta pompaya ulaşmasını engelleyebilir ve pompanın verimli çalışmasını olumsuz etkileyebilir.	Sızdırmazlık elemanları düzenli olarak kontrol edilmeli ve herhangi bir sızıntı tespit edilirse bu elemanlar değiştirilmelidir. Ayrıca, vana montajı sırasında doğru sızdırmazlık sağlandığından emin olunmalıdır.	Sızdırmazlık sorunları, pompanın verimli çalışmasını engelleyebilir ve yangınla mücadelede yeterli su basıncı sağlanamamasına yol açabilir.
349	12	87	Acil Yangın Pompası Deşarj Vanasının Tıkanması	Deşarj vanası, pompa tarafından basılan suyun yangın hatlarına iletilmesini sağlar. Ancak, vananın tıkanması durumunda su akışı engellenir, bu da yangınla mücadelede ciddi bir aksaklığa neden olabilir. Tıkanma genellikle deniz suyu içindeki yabancı maddeler (kum, yosun, deniz kabukluları vb.) veya pas ve tortu birikmesi nedeniyle meydana gelir.	Deşarj vanası ve hattı düzenli olarak kontrol edilmeli ve temizlenmelidir. Tıkanıklık tespit edilirse, vana demonte edilip temizlenmeli ve ardından yeniden monte edilmelidir. Ayrıca, deniz suyu filtreleri düzenli olarak kontrol edilmelidir.	Deşarj vanasının tıkanması, yangınla mücadeleye su teminini engelleyebilir, bu da yangının kontrol altına alınamamasına yol açabilir.
350	12	87	Acil Yangın Pompası Deşarj Vanasında Sızdırmazlık Sorunları	Deşarj vanasında bulunan sızdırmazlık elemanları, suyun vanadan doğru bir şekilde geçmesini sağlar. Bu elemanlarda meydana gelebilecek aşınma, çatlama veya deformasyon, suyun sızmasına veya basıncın düşmesine neden olabilir.	Sızdırmazlık elemanları düzenli olarak kontrol edilmeli ve herhangi bir hasar tespit edilirse bu elemanlar değiştirilmelidir. Vana montajı sırasında sızdırmazlık elemanlarının doğru bir şekilde yerleştirildiğinden emin olunmalıdır.	Sızdırmazlık sorunları, suyun istenilen basınçta iletilmesini engelleyebilir ve yangınla mücadele sırasında yeterli su basıncının sağlanamamasına neden olabilir.
351	12	87	Acil Yangın Pompası Deşarj Vanasının Mekanik Arızaları	Deşarj vanasının mekanik parçalarında (örneğin vana gövdesi, bağlantılar ve valf mekanizmaları) meydana gelebilecek aşınma, kırılma veya paslanma gibi sorunlar, vananın tam olarak açılmasını veya kapanmasını engelleyebilir. Bu, suyun yangın hatlarına doğru şekilde iletilmesini engeller.	Mekanik parçalar düzenli olarak kontrol edilmeli ve aşınma veya korozyon belirtileri tespit edilirse bu parçalar değiştirilmelidir. Ayrıca, vananın mekanizmasının düzgün çalıştığından emin olunmalıdır.	Mekanik arızalar, vananın açılmamasına veya kapanmamasına neden olabilir, bu da yangınla mücadelede su akışını ciddi şekilde etkileyebilir.

Ek Tablo 72. Veri tabanı arızalar tablosu: 72. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
352	12	87	Acil Yangın Pompası Deşarj Vanasının Yanlış Konumda Kilitlenmesi	Deşarj vanası, manuel veya otomatik olarak kontrol edilebilir. Ancak, yanlışlıkla kapalı konumda bırakılması veya kilitlenmesi durumunda, yangın hatlarına su iletimi engellenir. Bu durum, acil durumlarda ciddi bir risk oluşturur.	Deşarj vanası her zaman açık konumda olmalı ve bu durum düzenli olarak kontrol edilmelidir. Vana kontrol mekanizması ve kilitleme sistemi de periyodik olarak denetlenmeli ve arıza tespit edilirse onarılmalıdır.	Vananın yanlış konumda kilitlenmesi, yangınla mücadelede su teminini tamamen engelleyebilir ve acil durumlarda gemiyi ciddi risk altına sokabilir.
353	12	88	Acil Yangın Pompası Elektriksel Arızalar	Acil yangın pompasının güvenli çalışması, acil güç kaynağının düzgün çalışmasına bağlıdır. Elektriksel arızalar, sigorta patlaması, devre kesicinin atması veya motorun çalışmaması gibi problemleri içerir. Bu arızalar, güç kaynağından pompa motoruna elektrik aktarımını engelleyebilir.	Acil güç kaynağının elektriksel bileşenleri düzenli olarak kontrol edilmeli, gevşek bağlantılar sıkılaştırılmalı ve elektrik kablolarında hasar olup olmadığı incelenmelidir. Sigortalar ve devre kesiciler düzenli olarak test edilmelidir.	Elektriksel arızalar, acil yangın pompasının çalışmamasına neden olabilir ve yangın durumunda su sağlanmasını engelleyebilir.
354	12	88	Acil Yangın Pompası Akü ve Jeneratör Sorunları	Acil güç kaynağı genellikle bir jeneratör ve akü sistemi tarafından desteklenir. Akülerin ömrünü doldurması, jeneratördeki yakıt sorunları veya motor arızaları gibi sorunlar, acil güç kaynağının çalışmamasına yol açabilir.	Aküler düzenli olarak test edilmeli ve ömrü dolan aküler değiştirilmelidir. Jeneratör periyodik olarak çalıştırılmalı, yakıt sistemi kontrol edilmeli ve motor bakımının zamanında yapılması sağlanmalıdır.	Akü veya jeneratör arızaları, acil güç kaynağının devreye girmemesine neden olabilir ve bu da acil yangın pompasının işlevini kaybetmesine yol açabilir.
355	12	88	Acil Yangın Pompası Kontrol Paneli ve Sensör Arızaları	Acil güç kaynağı sisteminde yer alan kontrol paneli ve sensörler, sistemin otomatik olarak devreye girmesini sağlar. Bu bileşenlerde meydana gelen arızalar, güç kaynağının zamanında devreye girmemesine veya yanlış bir şekilde çalışmasına neden olabilir.	Kontrol paneli ve sensörler düzenli olarak test edilmeli ve gerekli kalibrasyon işlemleri yapılmalıdır. Arızalı sensörler veya kontrol panelleri hemen değiştirilmelidir.	Kontrol paneli veya sensör arızaları, acil durumlarda güç kaynağının devreye girmemesiyle sonuçlanabilir, bu da yangınla mücadelede büyük bir risk oluşturur.
356	12	88	Acil Yangın Pompası Aşırı Yükleme veya Soğutma Sorunları	Acil güç kaynağı, uzun süreli çalışmalarda veya aşırı yük altında ısınabilir. Soğutma sistemindeki sorunlar, jeneratör veya diğer elektriksel bileşenlerin aşırı ısınmasına yol açabilir, bu da güç kaynağının devre dışı kalmasına neden olabilir.	Soğutma sistemi düzenli olarak kontrol edilmeli ve temizlenmelidir. Aşırı yüklenme durumlarından kaçınılmalı, jeneratörün yeterli soğutma kapasitesine sahip olduğundan emin olunmalıdır.	Aşırı ısınma, acil güç kaynağının kapanmasına neden olabilir, bu da acil yangın pompasının çalışmamasına yol açabilir.

Ek Tablo 73. Veri tabanı arızalar tablosu: 73. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
357	12	89	Acil Yangın Pompası Yakıt Filtresi Tıkanması	Yakıt filtresi, yakıt sistemine giren yakıtın temiz olmasını sağlamak için kullanılır. Ancak zamanla, yakıt filtresi tıkanabilir ve bu da yakıt akışını engelleyebilir. Bu durum, motorun tam kapasitede çalışmasını engeller ve yangınla mücadele sırasında su temininde kesintiye yol açabilir.	Yakıt filtresi düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde değiştirilmelidir. Filtrede tıkanıklık tespit edilirse, hemen temizlenmeli veya yenisi ile değiştirilmelidir.	Tıkanmış bir yakıt filtresi, motorun çalışmamasına veya verimli çalışmamasına neden olabilir, bu da yangın pompasının su temin kapasitesini düşürür.
358	12	89	Acil Yangın Pompası Yakıt Pompası Arızası	Yakıt pompası, yakıtı tanktan motora ileten kritik bir bileşendir. Yakıt pompasında meydana gelebilecek arızalar, yakıt akışının tamamen kesilmesine veya yetersiz yakıt teminine yol açabilir. Bu durum, motorun düzgün çalışmasını engeller ve yangınla mücadele sırasında büyük risk oluşturur.	Yakıt pompası düzenli olarak kontrol edilmeli ve herhangi bir arıza belirtisi tespit edilirse hemen onarılmalıdır. Pompa sistemi periyodik bakıma tabi tutulmalıdır.	Yakıt pompası arızası, motorun durmasına neden olabilir, bu da yangın pompasının çalışmamasına yol açabilir.
359	12	89	Acil Yangın Pompası Yakıt Enjeksiyon Sistemi Problemleri	Yakıt enjeksiyon sistemi, yakıtın silindirlere doğru basınçta ve miktarda gönderilmesini sağlar. Bu sistemdeki arızalar, yakıtın düzensiz enjekte edilmesine veya hiç enjekte edilmemesine neden olabilir. Enjeksiyon sistemindeki problemler, motorun verimli çalışmasını engelleyebilir.	Yakıt enjeksiyon sistemi düzenli olarak kontrol edilmeli ve temizlenmelidir. Enjeksiyon sisteminde arıza tespit edilirse, bileşenler onarılmalı veya değiştirilmelidir.	Enjeksiyon sistemindeki arızalar, motor performansının düşmesine, yakıt tüketiminin artmasına ve motorun aşırı ısınmasına neden olabilir.
360	12	89	Acil Yangın Pompası Yakıt Tankında Kirlilik veya Su Birikmesi	Yakıt tankında su birikmesi veya kirlilik, yakıt sistemine zarar verebilir ve motorun düzgün çalışmasını engelleyebilir. Su ve diğer kirleticiler, yakıt hattında tıkanmalara neden olabilir ve yakıtın yanma kalitesini düşürebilir.	Yakıt tankı düzenli olarak temizlenmeli ve su birikmesi durumunda hemen boşaltılmalıdır. Yakıt deposu dolum sırasında su veya kirleticiler girişine karşı korunmalıdır.	Yakıt kirliliği, motorun çalışmamasına, enjeksiyon sisteminin tıkanmasına ve genel olarak sistemin verimli çalışmamasına neden olabilir.

Ek Tablo 74. Veri tabanı arızalar tablosu: 74. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
361	12	90	Acil Yangın Pompası Elektriksel Bağlantı Arızaları	Kumanda panosunun düzgün çalışması, içindeki elektriksel bağlantıların sağlamlığına bağlıdır. Zamanla kabloların gevşemesi, yıpranması veya nemden kaynaklanan kısa devreler gibi sorunlar, kumanda panosunun işlevini kaybetmesine yol açabilir. Bu durum, acil yangın pompasının uzaktan çalıştırılmasını engeller.	Elektriksel bağlantılar düzenli olarak kontrol edilmeli, gevşemiş veya aşınmış kablolar derhal onarılmalıdır. Ayrıca, pano içi nem ve kir birikimine karşı koruyucu önlemler alınmalıdır.	Elektriksel arızalar, acil yangın pompasının zamanında devreye girmemesine veya hiç çalışmamasına neden olabilir.
362	12	90	Acil Yangın Pompası Pano Bileşenlerinde Aşınma ve Arızalar	Kumanda panosunda yer alan düğme, anahtar ve gösterge gibi bileşenler zamanla aşınabilir veya arızalanabilir. Bu durum, panonun doğru çalışmasını engelleyebilir ve acil durumlarda yangın pompasının kontrol edilememesine yol açabilir.	Panodaki tüm bileşenler düzenli olarak test edilmeli ve herhangi bir arıza tespit edilirse hemen onarılmalı veya değiştirilmelidir. Ayrıca, panonun düzenli bakımı yapılmalıdır.	Aşınmış veya arızalı bileşenler, pompanın çalışmamasına veya yanlış komutlarla çalıştırılmasına neden olabilir.
363	12	90	Acil Yangın Pompası Kumanda Paneli Yazılım Arızaları	Eğer kumanda paneli bir yazılım sistemi ile çalışıyorsa, yazılım hataları veya güncellemelerin eksik yapılması, sistemin arızalanmasına neden olabilir. Bu tür arızalar, yangın pompasının uzaktan çalıştırılmasını veya izlenmesini engelleyebilir.	Yazılım düzenli olarak güncellenmeli ve periyodik olarak test edilmelidir. Yazılım hatası tespit edilirse, hemen yazılım sağlayıcısına başvurulmalı ve gerekli düzeltmeler yapılmalıdır.	Yazılım arızaları, kumanda panelinin tamamen devre dışı kalmasına veya hatalı bilgi göstermesine neden olabilir, bu da acil müdahaleleri zorlaştırır.
364	12	90	Acil Yangın Pompası Güç Kaynağı Problemleri	Kumanda panosunun çalışabilmesi için kesintisiz bir güç kaynağına ihtiyaç vardır. Ancak, güç kaynağındaki kesintiler veya arızalar, panonun çalışmasını engelleyebilir. Özellikle acil durumlarda güç kaybı, kumanda panelinin işlevselliğini kaybetmesine neden olur.	Güç kaynağı düzenli olarak test edilmeli ve yedek güç sistemleri hazır bulundurulmalıdır. Güç kesintisi durumunda panonun çalışmasını sağlamak için acil durum güç kaynakları devreye alınmalıdır.	Güç kaynağı sorunları, yangın pompasının kontrol edilememesine ve yangınla mücadelede gecikmelere yol açabilir.

Ek Tablo 75. Veri tabanı arızalar tablosu: 75. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
365	13	91	Acil Durum Jeneratörü Akü Arızası	Akü arızası, acil durum jeneratörlerinin en yaygın arıza nedenlerinden biridir. Akü bağlantılarının gevşemesi veya akü plakalarda sülfat birikimi, jeneratörün çalışmasını engelleyebilir.	Aküler düzenli olarak kontrol edilmeli ve bakımı yapılmalıdır. Sülfat birikimi varsa, aküler temizlenmeli veya değiştirilmelidir. Akü bağlantıları sıkılaştırılmalı ve düzenli olarak test edilmelidir.	Akü arızası, jeneratörün başlatılamamasına ve dolayısıyla acil durumlarda elektrik kesintisinin giderilememesine yol açabilir.
366	13	91	Acil Durum Jeneratörü Soğutma Sıvısı Yetersizliği	Soğutma sıvısı yetersizliği, jeneratörün aşırı ısınmasına neden olabilir. Bu, jeneratörün kapanmasına ve acil durumlarda gerekli olan enerji kaynağının devre dışı kalmasına yol açabilir.	Soğutma sıvısı seviyeleri düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerekirse uygun seviyeye getirilmelidir. Jeneratörün soğutma sistemi periyodik olarak bakıma tabi tutulmalıdır.	Yetersiz soğutma, jeneratörün aşırı ısınmasına ve sonuçta mekanik arızalara neden olabilir.
367	13	91	Acil Durum Jeneratörü Yakıt Kaçağı	Yakıt kaçakları, genellikle yakıt hattındaki çatlaklar veya arızalı yakıt pompaları nedeniyle meydana gelir. Bu, yakıtın jeneratöre ulaşmasını engelleyerek jeneratörün çalışmasını durdurabilir.	Yakıt sistemi düzenli olarak kontrol edilmeli ve herhangi bir kaçak tespit edildiğinde derhal onarılmalıdır. Yakıt pompaları ve bağlantıları düzenli bakım programına dahil edilmelidir.	Yakıt kaçağı, jeneratörün çalışmamasına ve dolayısıyla acil durumlarda elektrik temin edilememesine neden olabilir.
368	13	91	Acil Durum Jeneratörü Kontrol Ayarlarında Hatalar	Kontrol ayarlarının yanlış bırakılması veya hatalı ayarlamalar, jeneratörün düzgün çalışmamasına neden olabilir. Bu tür hatalar, jeneratörün otomatik başlatılamamasına veya hatalı çalışma modlarında çalışmasına yol açabilir.	Jeneratörün kontrol panelleri düzenli olarak kontrol edilmeli ve doğru ayarlandığından emin olunmalıdır. Testler sırasında kontrol ayarları dikkatle izlenmelidir.	Kontrol ayarlarındaki hatalar, jeneratörün acil durumlarda devreye girmemesine neden olabilir, bu da geminin kritik sistemlerinin devre dışı kalmasına yol açabilir.
369	13	92	Acil Durum Jeneratörü Yakıt Deposu İçinde Su ve Kirlilik	Yakıt deposunda su veya kirlilik birikmesi, jeneratöre temiz yakıt akışını engelleyebilir. Bu durum, yakıt sisteminin tıkanmasına, motorun çalışmamasına veya düzensiz çalışmasına yol açabilir.	Yakıt deposu düzenli olarak temizlenmeli ve su birikmesi önlenmelidir. Su ayırıcılar ve filtreler düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde değiştirilmelidir. Depo dolulukları sırasında yakıtın kalitesi de dikkatle izlenmelidir.	Yakıt deposunda su veya kirlilik, motorun çalışmamasına, yanma verimliliğinin düşmesine ve jeneratörün kesintisiz çalışmasının engellenmesine yol açabilir.

Ek Tablo 76. Veri tabanı arızalar tablosu: 76. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
370	13	92	Acil Durum Jeneratörü Yakıt Deposu Sızıntıları	Yakıt deposunda oluşabilecek sızıntılar hem güvenlik riskleri yaratır hem de jeneratörün çalışması için gereken yakıtın hızla tükenmesine neden olabilir. Bu tür sızıntılar, yakıt hattı bağlantılarında, valflerde veya depo gövdesinde meydana gelebilir.	Yakıt deposu ve bağlantı hatları düzenli olarak sızıntı açısından kontrol edilmelidir. Herhangi bir sızıntı tespit edilirse, derhal onarılmalı veya ilgili bileşenler değiştirilmelidir.	Yakıt sızıntıları, jeneratörün yakıtsız kalmasına ve dolayısıyla çalışmamasına neden olabilir. Ayrıca, yangın ve çevre kirliliği gibi ciddi riskler de oluşturabilir.
371	13	92	Acil Durum Jeneratörü Yakıt Deposu Havalandırma Problemleri	Yakıt deposunun yeterli şekilde havalandırılmaması, iç basınçta artışa ve yakıt akışının engellenmesine neden olabilir. Bu, jeneratörün düzgün çalışmamasına veya durmasına yol açabilir.	Depo havalandırma sistemleri düzenli olarak kontrol edilmeli ve tıkanıklık olup olmadığı incelenmelidir. Havalandırma sisteminin etkin bir şekilde çalıştığından emin olunmalıdır.	Yetersiz havalandırma, yakıt akışını engelleyebilir, bu da jeneratörün çalışmamasına veya performans düşüklüğüne yol açabilir.
372	13	92	Acil Durum Jeneratörü Yakıt Seviyesi İzleme Problemleri	Yakıt deposundaki yakıt seviyesini izleyen sensörlerde meydana gelebilecek bir arıza, yakıt seviyesinin yanlış raporlanmasına neden olabilir. Bu da yakıtın bitmesi durumunda jeneratörün devre dışı kalmasına yol açabilir.	Yakıt seviyesi sensörleri ve gösterge sistemleri düzenli olarak kontrol edilmeli ve kalibrasyonları yapılmalıdır. Sensörlerde veya göstergelerde bir arıza tespit edilirse, bu bileşenler hemen değiştirilmelidir.	Yanlış yakıt seviyesi bilgisi, jeneratörün yakıtsız kalmasına ve acil durumlarda devreye girememesine neden olabilir.
373	13	93	Acil Durum Jeneratörü Hava Filtresinin Tıkanması	Hava filtresinin tıkanması, jeneratörün motoruna yeterli miktarda temiz hava ulaşmasını engeller. Bu durum, yanma sürecinin verimsiz hale gelmesine ve motorun güç kaybı yaşamasına neden olabilir. Tıkanmış bir hava filtresi, motorun çalışmasını zorlaştırır veya durmasına yol açabilir.	Hava filtresi düzenli olarak kontrol edilmeli ve tıkanıklık tespit edilirse temizlenmeli veya yenisi ile değiştirilmelidir. Özellikle tozlu veya kirli ortamlarda çalışan jeneratörlerin hava filtreleri daha sık kontrol edilmelidir.	Tıkanmış hava filtresi, motor performansında düşüşe, yakıt tüketiminde artışa ve motorun aşırı ısınmasına neden olabilir.

Ek Tablo 77. Veri tabanı arızalar tablosu: 77. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
374	13	93	Acil Durum Jeneratörü Hava Filtresinde Kir Birikimi	Hava filtresinde zamanla kir, toz ve diğer parçacıklar birikebilir. Bu birikim, filtrenin hava akışını engelleyerek motorun düzgün çalışmasını olumsuz etkiler. Kirli bir hava filtresi, motorun yeterli hava alamamasına ve yanmanın verimsiz olmasına neden olabilir.	Hava filtresi belirli aralıklarla kontrol edilmeli ve gerekirse temizlenmeli veya değiştirilmelidir. Filtrenin kirlenme derecesine bağlı olarak, bakım sıklığı ayarlanmalıdır.	Kirli hava filtresi, motorun çalışmamasına, yakıt verimliliğinin düşmesine ve motor bileşenlerinde aşınma gibi ciddi sorunlara yol açabilir.
375	13	93	Acil Durum Jeneratörü Hava Filtresi Hasarları	Hava filtresi, mekanik hasar veya yıpranma nedeniyle yırtılabilir veya delikler oluşabilir. Bu durum, filtrenin kirli havayı motor içine geçirmesine neden olur, bu da motorun iç bileşenlerinde hasara yol açabilir.	Hava filtresi düzenli olarak hasar açısından kontrol edilmeli ve herhangi bir hasar tespit edilirse hemen değiştirilmelidir. Kaliteli ve uygun filtreler kullanılmalıdır.	Hasar görmüş bir hava filtresi, motorun kirli hava almasına, yanma odasında birikinti oluşmasına ve sonuç olarak motorun ömrünün kısalmasına neden olabilir.
376	13	94	Acil Durum Jeneratörü Yakıt Filtresinin Tıkanması	Yakıt filtresi, jeneratörün motoruna giren yakıtı temizleyerek yabancı maddelerin motora girmesini engeller. Ancak zamanla filtre tıkanabilir ve bu, yakıt akışının azalmasına veya tamamen kesilmesine neden olabilir. Bu durumda motor yeterli yakıt alamaz ve performans düşüşü yaşar.	Yakıt filtresi düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde değiştirilmelidir. Filtrenin tıkanmasını önlemek için belirli aralıklarla bakım yapılmalıdır.	Yakıt filtresinin tıkanması, motorun durmasına, yakıt enjeksiyon sisteminin arızalanmasına ve sonuç olarak jeneratörün çalışmamasına yol açabilir.
377	13	94	Acil Durum Jeneratörü Yakıt Filtresinde Kir ve Tortu Birikimi	Yakıt filtresinde zamanla kir ve tortu birikebilir. Bu birikim, filtrenin verimli çalışmasını engelleyerek yakıt akışını azaltır. Motor, yeterli temiz yakıt alamadığı için performans kaybı yaşayabilir.	Filtre düzenli olarak temizlenmeli veya gerektiğinde değiştirilmelidir. Kirli yakıt kullanımının önlenmesi de filtrenin ömrünü uzatabilir.	Kirli bir yakıt filtresi, motorun verimsiz çalışmasına, yakıt tüketiminin artmasına ve motor bileşenlerinin aşınmasına neden olabilir.
378	13	94	Acil Durum Jeneratörü Yakıt Filtresi Kaçakları	Yakıt filtresinde oluşabilecek kaçaklar, filtredeki yakıtın sızmasına ve motora yeterli yakıtın ulaşamamasına neden olabilir. Bu da motorun düzgün çalışmasını engeller.	Filtre ve bağlantı noktaları düzenli olarak kaçak açısından kontrol edilmeli ve herhangi bir sızıntı tespit edilirse hemen onarılmalıdır.	Yakıt sızıntıları, motorun durmasına ve yakıt verimliliğinin düşmesine yol açabilir, bu da jeneratörün güvenilirliğini tehlikeye atar.

Ek Tablo 78. Veri tabanı arızalar tablosu: 78. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
379	13	95	Acil Durum Jeneratörü Radyatörün Tıkanması veya Kirlenmesi	Zamanla radyatörde kir, pas veya tortu birikebilir. Bu durum, soğutma sıvısının radyatör içinde düzgün bir şekilde dolaşmasını engelleyerek motorun aşırı ısınmasına neden olabilir.	Radyatör düzenli olarak temizlenmeli ve içinde biriken kir veya tortu giderilmelidir. Ayrıca, soğutma sıvısı düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde yenilenmelidir.	Tıkanmış bir radyatör, motorun aşırı ısınmasına, soğutma sisteminin verimsiz çalışmasına ve sonuç olarak motor arızalarına yol açabilir.
380	13	95	Acil Durum Jeneratörü Radyatör Hortumlarının Sızdırması	Radyatör hortumları zamanla çatlayabilir, aşınabilir veya bağlantı noktalarından gevşeyebilir. Bu durum, soğutma sıvısının sızmasına ve dolayısıyla motorun yeterli şekilde soğutulmamasına neden olur.	Radyatör hortumları düzenli olarak kontrol edilmeli ve herhangi bir çatlak, aşınma veya gevşeme tespit edildiğinde hemen onarılmalı veya değiştirilmelidir.	Sızdıran hortumlar, motorun aşırı ısınmasına ve sonuç olarak motorun durmasına veya ciddi hasar görmesine neden olabilir.
381	13	95	Acil Durum Jeneratörü Yetersiz Soğutma Sıvısı Seviyesi	Radyatörün içinde yeterli miktarda soğutma sıvısı bulunmaması, motorun aşırı ısınmasına yol açabilir. Bu durum, motorun verimini düşürür ve aşırı ısınma nedeniyle motorun hasar görmesine neden olabilir.	Soğutma sıvısı seviyeleri düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde uygun seviyeye getirilmelidir. Soğutma sıvısının kalitesi de düzenli olarak test edilmeli ve gerektiğinde yenilenmelidir.	Yetersiz soğutma sıvısı, motorun aşırı ısınmasına ve sonuç olarak motorun hasar görmesine veya durmasına yol açabilir.
382	13	95	Acil Durum Jeneratörü Fan veya Termostat Arızaları	Radyatörün soğutma işlevini yerine getirebilmesi için fanın düzgün çalışması gerekir. Fanın arızalanması veya termostatin yanlış çalışması, motorun aşırı ısınmasına ve soğutma sisteminin verimli çalışmamasına neden olabilir.	Fan ve termostat düzenli olarak kontrol edilmeli ve arıza tespit edildiğinde onarılmalıdır. Bu bileşenlerin sorunsuz çalışması, motorun soğutma sistemi için hayati öneme sahiptir.	Fan veya termostat arızaları, motorun aşırı ısınmasına, verim kaybına ve ciddi mekanik hasarlara yol açabilir.
383	13	96	Acil Durum Jeneratörü Kontrol Panosundaki Elektriksel Bağlantı Sorunları	Kontrol panosundaki elektriksel bağlantıların gevşemesi veya zamanla korozyona uğraması, yanlış sinyallere veya jeneratörün çalışmamasına neden olabilir. Bu durum, jeneratörün güvenilir şekilde çalışmasını engelleyebilir ve motorun durmasına yol açabilir.	Elektriksel bağlantılar düzenli olarak kontrol edilmeli, gevşek bağlantılar sıkılmalı ve korozyon belirtileri temizlenmelidir. Gerekirse bağlantı parçaları yenilenmelidir.	Elektriksel bağlantı sorunları, jeneratörün otomatik olarak devreye girmemesine, yanlış alarm vermesine veya tamamen çalışmamasına yol açabilir.

Ek Tablo 79. Veri tabanı arızalar tablosu: 79. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
384	13	96	Acil Durum Jeneratörü Sensör ve Gösterge Arızaları	Kontrol panosunda yer alan sensörler ve göstergeler, jeneratörün hızını, yağ basıncını, soğutma suyu sıcaklığını ve diğer kritik parametreleri izler. Bu sensörlerde veya göstergelerde oluşabilecek bir arıza, yanlış veri sağlamalarına ve jeneratörün hatalı çalışmasına neden olabilir.	Sensörler ve göstergeler düzenli olarak test edilmeli, kalibrasyonları yapılmalı ve arıza durumunda hemen değiştirilmelidir.	Yanlış çalışan bir sensör, jeneratörün aşırı ısınmasına, yağ basıncının düşmesine veya soğutma sistemi arızalarına yol açabilir.
385	13	96	Acil Durum Jeneratörü Devre Kesici ve Sigorta Problemleri	Kontrol panosundaki devre kesiciler ve sigortalar, jeneratörün elektrik yüklerini yönetir. Bu bileşenlerde oluşabilecek bir arıza, jeneratörün çalışmamasına veya elektriksel koruma sistemlerinin devreye girmemesine neden olabilir.	Devre kesiciler ve sigortalar düzenli olarak kontrol edilmeli, arıza durumunda onarılmalı veya değiştirilmelidir. Ayrıca, aşırı yüklenme durumlarına karşı devre kesicilerin doğru çalıştığından emin olunmalıdır.	Arızalı bir devre kesici veya sigorta, jeneratörün devreye girmemesine veya aşırı yüklenme nedeniyle jeneratörün hasar görmesine neden olabilir.
386	13	96	Acil Durum Jeneratörü Kontrol Panosu Yazılım Hataları	Eğer kontrol panosu yazılım ile çalışıyorsa, yazılım hataları veya güncellemelerin eksik yapılması, jeneratörün düzgün çalışmasını engelleyebilir. Yazılım hataları, jeneratörün kritik anlarda devreye girmemesine veya yanlış çalışmasına yol açabilir.	Yazılım düzenli olarak güncellenmeli ve periyodik olarak test edilmelidir. Herhangi bir yazılım hatası tespit edilirse, hemen düzeltilmelidir.	Yazılım hataları, jeneratörün yanlış parametrelerle çalışmasına veya çalışmamasına neden olabilir.
387	13	97	Acil Durum Jeneratörü Akü Arızası	Akü arızası, acil durum jeneratörünün başlatılmasını engelleyen en yaygın sorunlardan biridir. Genellikle, aküdeki sülfat birikimi, gevşek bağlantılar veya şarj eksikliği nedeniyle ortaya çıkar. Akü arızaları, jeneratörün zamanında devreye girmesini engeller.	Akü düzenli olarak kontrol edilmeli, sülfat birikimi temizlenmeli ve bağlantılar sıkılmalıdır. Akü şarj durumu düzenli olarak izlenmeli ve gerektiğinde şarj edilmelidir.	Akü arızası, jeneratörün başlatılamamasına, dolayısıyla acil bir durumda enerji sağlanamamasına yol açabilir.

Ek Tablo 80. Veri tabanı arızalar tablosu: 80. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
388	13	97	Acil Durum Jeneratörü Otomatik Başlatma Sistemi Arızaları	Otomatik başlatma sisteminde yaşanan arızalar, jeneratörün ana güç kaynağı kesildiğinde otomatik olarak devreye girmesini engelleyebilir. Bu arızalar, genellikle kontrol ayarlarının yanlış yapılmasından veya otomatik başlatma mekanizmalarındaki mekanik sorunlardan kaynaklanır.	Otomatik başlatma sistemleri düzenli olarak test edilmeli ve ayarları doğru yapılmalıdır. Mekanik bileşenler kontrol edilmeli ve gerektiğinde onarılmalıdır.	Bu arızalar, jeneratörün kritik anlarda devreye girmemesine ve gemide elektrik kesintisinin devam etmesine neden olabilir.
389	13	97	Acil Durum Jeneratörü Yakıt Sistemi Problemleri	Yakıt sisteminde meydana gelebilecek bir sızıntı veya yakıtın geri çekilmesi, jeneratörün çalışmasını engelleyebilir. Bu sorunlar, jeneratörün çalıştırıldığında yakıt alamamasına ve dolayısıyla başlatılamamasına yol açar.	Yakıt sistemi düzenli olarak kontrol edilmeli ve sızıntılar anında onarılmalıdır. Yakıt hatlarının durumu izlenmeli ve gerektiğinde bakım yapılmalıdır.	Yakıt sistemi arızaları, jeneratörün çalışmamasına, motorun hasar görmesine veya yakıt verimliliğinin düşmesine neden olabilir.
390	13	97	Acil Durum Jeneratörü Elektriksel Bağlantı Problemleri	Başlatma sistemindeki elektriksel bağlantıların gevşemesi veya korozyona uğraması, jeneratörün başlatılmasını engelleyebilir. Bu durumda, jeneratörün güvenilir bir şekilde çalışması tehlikeye girer.	Elektriksel bağlantılar düzenli olarak kontrol edilmeli ve sorun tespit edilirse hemen onarılmalıdır. Bağlantı noktaları temizlenmeli ve gevşemeler giderilmelidir.	Elektriksel bağlantı sorunları, jeneratörün başlatılamamasına veya yanlış alarm vermesine neden olabilir.
391	14	98	Kontrol Hava Kurutucusu Filtre Tıkanması	Kontrol hava kurutucusunda kullanılan ön filtreler, hava içindeki büyük partikülleri, yağ damlacıklarını ve nemi tutar. Zamanla, bu filtreler kirlenebilir ve tıkanabilir. Bu durum, hava akışının azalmasına ve sistemdeki basıncın düşmesine neden olabilir.	Filtrelerin düzenli olarak kontrol edilmesi ve tıkanma belirtileri gösterdiğinde değiştirilmesi gereklidir.	Tıkanmış filtreler, nemli ve kirli havanın kurutucuya girmesine izin vererek kurutucunun etkinliğini azaltır. Bu durum, sistemdeki diğer bileşenlerin arızalanmasına yol açabilir.
392	14	98	Kontrol Hava Kurutucusu Nem Seviye Sensörü Arızası	Nem seviye sensörü, hava kurutucusunun çıkışındaki hava kalitesini izler. Sensör arızalandığında, çıkış havasındaki nem oranı doğru bir şekilde ölçülemez, bu da hava kurutucusunun gerektiği gibi çalışmamasına neden olabilir.	Nem sensörlerinin periyodik olarak kalibre edilmesi ve gerektiğinde değiştirilmesi gereklidir.	Yanlış nem ölçümü, hava sistemine fazla nem girmesine neden olabilir, bu da paslanma ve korozyon gibi ciddi problemlere yol açabilir.

Ek Tablo 81. Veri tabanı arızalar tablosu: 81. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
393	14	98	Kontrol Hava Kurutucusu Otomatik Drenaj Valfi Arızası	Otomatik drenaj valfi, kurutucuda biriken suyu sistemden uzaklaştırmak için kullanılır. Bu valf arızalandığında, su filtrelerde ve kurutucuda birikir, bu da sistemin verimliliğini düşürür ve nemli havanın sisteme girmesine neden olur.	Otomatik drenaj valfinin düzenli olarak kontrol edilmesi ve gerektiğinde temizlenmesi veya değiştirilmesi gerekir.	Biriken su, kurutucunun iç bileşenlerine zarar verebilir ve filtreleri tıkayabilir, bu da hava sisteminin genel performansını olumsuz etkileyebilir.
394	14	98	Kontrol Hava Kurutucusu Aşırı Basınç Düşmesi	Kurutucu sistemdeki aşırı basınç düşmesi, genellikle tıkanmış filtrelerden veya hava yollarındaki engellerden kaynaklanır. Bu durum, kurutucunun etkinliğini azaltarak sistemin diğer bölümlerine zarar verebilir.	Filtrelerin ve hava yollarının düzenli olarak temizlenmesi ve herhangi bir tıkanıklık veya engelin olup olmadığının kontrol edilmesi gereklidir.	Aşırı basınç düşmesi, hava sisteminin düzgün çalışmasını engelleyebilir ve bu da diğer pnömatik bileşenlerde arızalara neden olabilir.
395	14	99	Kontrol Hava Kurutucusu Ön Soğutucunun Tıkanması	Ön soğutucu, kurutucuya giren havanın sıcaklığını düşürerek nemin yoğunlaşmasını sağlar. Zamanla, soğutucunun içinde biriken toz, kir veya yağ kalıntıları tıkanmalara yol açabilir.	Ön soğutucunun düzenli olarak temizlenmesi ve bakımının yapılması gerekir. Tıkanıklık belirtileri görüldüğünde, soğutucu bileşenlerinin temizlenmesi veya değiştirilmesi önerilir.	Tıkanmış bir ön soğutucu, hava kurutucusunun etkin çalışmasını engelleyebilir ve bu durum, hava sistemine fazla nem girmesine, dolayısıyla paslanma ve korozyon gibi sorunlara neden olabilir.
396	14	99	Kontrol Hava Kurutucusu Soğutma Performansında Azalma	Ön soğutucunun soğutma performansı zamanla düşebilir. Bu durum, soğutucu akışkanın kaçığı, evaporatörün kirlenmesi veya soğutucu hatlarında tıkanıklık gibi sebeplerle oluşabilir.	Soğutucu akışkan seviyesinin düzenli olarak kontrol edilmesi, evaporatörün temizlenmesi ve soğutucu hatlarının tıkanıklıklara karşı denetlenmesi gereklidir.	Yetersiz soğutma, kurutucunun nemi etkili bir şekilde ayırtıramamasına ve bu durumun hava sisteminde nem birikimine yol açmasına neden olabilir.
397	14	99	Kontrol Hava Kurutucusu Isı Değiştiricide Kaçak	Ön soğutucu içerisindeki ısı değiştirici, havanın soğutulması sırasında meydana gelen ısı transferini gerçekleştirir. Isı değiştiricide oluşabilecek kaçaklar, soğutma verimliliğini düşürebilir ve sistemin genel performansını olumsuz etkileyebilir.	Isı değiştiricinin düzenli olarak kontrol edilmesi ve kaçak tespit edilirse onarılması ya da değiştirilmesi gereklidir.	Isı değiştiricideki kaçaklar, sistemdeki soğutucu akışkanın azalmasına neden olabilir, bu da ön soğutucunun etkinliğini kaybetmesine ve sonuç olarak sistemde fazla nem birikmesine yol açabilir.

Ek Tablo 82. Veri tabanı arızalar tablosu: 82. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
398	14	100	Kontrol Hava Kurutucu Ünitesinin Yetersiz Soğutma Yapması	Kurutucu ünitesinin yetersiz soğutma yapması, havadaki nemin yeterince yoğunlaşmaması ve ayrışmaması anlamına gelir. Bu durum, genellikle soğutma sistemindeki sorunlardan, örneğin evaporatörün kirlenmesi veya soğutucu akışkan seviyesinin düşük olmasından kaynaklanır.	Soğutucu sistemin düzenli olarak kontrol edilmesi, evaporatörün temizlenmesi ve soğutucu akışkan seviyesinin yeterli olup olmadığının denetlenmesi gereklidir.	Yetersiz soğutma, hava kurutucusunun nemi etkili bir şekilde ayrıştıramamasına yol açabilir, bu da sistemde aşırı nem birikimine ve dolayısıyla korozyon ve paslanma gibi sorunlara neden olabilir.
399	14	100	Kontrol Hava Kurutucu Ünitesinde Su Ayrıştırma Sorunu	Kurutucu ünitesi, havadan suyu ayrıştırarak nemi minimum seviyeye indirir. Eğer ayrıştırma işlemi düzgün gerçekleşmezse, havada hala yüksek oranda nem kalabilir. Bu sorun genellikle, otomatik drenaj valfinin arızalanması veya drenaj hattında bir tıkanıklık olması durumunda ortaya çıkar.	Drenaj valfinin düzenli olarak kontrol edilmesi ve gerektiğinde temizlenmesi veya değiştirilmesi gereklidir. Ayrıca, drenaj hattının tıkanıklık açısından kontrol edilmesi önemlidir.	Yeterli su ayrıştırmadığında, sistemde aşırı nem birikir ve bu durum pnömatik sistemlerde ve elektrikli bileşenlerde ciddi hasarlara neden olabilir.
400	14	100	Kontrol Hava Kurutucusu Kurutucu Ünitesi Sıcaklık Sensörü Arızası	Kurutucu ünitesinde kullanılan sıcaklık sensörleri, hava sıcaklığını izler ve soğutma sürecini optimize eder. Sensörlerde meydana gelebilecek bir arıza, yanlış sıcaklık ölçümlerine neden olarak soğutma işleminin yetersiz kalmasına yol açabilir.	Sıcaklık sensörlerinin düzenli olarak kalibre edilmesi ve arızalı sensörlerin hemen değiştirilmesi gereklidir.	Yanlış sıcaklık ölçümleri, kurutma işleminin etkinliğini azaltır ve sistemdeki nem seviyesinin artmasına yol açabilir, bu da diğer sistem bileşenlerinde korozyona neden olabilir.
401	14	101	Kontrol Hava Kurutucusu Otomatik Tahliye Valfi Arızası	Otomatik tahliye valfi, kurutucu ünitesinde biriken suyu düzenli olarak tahliye eder. Bu valf arızalandığında, su birikmeye başlar ve kurutucu ünitesinin verimliliği düşer.	Otomatik tahliye valfinin düzenli olarak kontrol edilmesi ve gerektiğinde temizlenmesi veya değiştirilmesi gereklidir.	Tahliye valfi arızalandığında, biriken su kurutucunun performansını düşürerek havanın yeterince kurutulmasını engelleyebilir. Bu durum, sistemde nem birikimine ve korozyon gibi sorunlara yol açabilir.
402	14	101	Kontrol Hava Kurutucusu Drenaj Hattında Tıkanıklık	Drenaj hattında meydana gelen tıkanıklık, suyun otomatik tahliye sistemi tarafından düzgün bir şekilde boşaltılmasını engelleyebilir. Bu durum, kurutucuda su birikmesine ve sistemin verimsiz çalışmasına neden olur.	Drenaj hattının düzenli olarak temizlenmesi ve tıkanıklıkların giderilmesi gereklidir.	Tıkanmış bir drenaj hattı, kurutucu ünitesinde su birikmesine neden olarak sistemin verimliliğini düşürebilir ve aşırı nem nedeniyle pnömatik sistemlerde ve valflerde arızalara yol açabilir.

Ek Tablo 83. Veri tabanı arızalar tablosu: 83. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
403	14	101	Kontrol Hava Kurutucusu Su Sensörlerinde Arıza	Otomatik tahliye sisteminde kullanılan su sensörleri, su seviyesini izler ve tahliye işlemini otomatik olarak başlatır. Sensör arızası, suyun zamanında tahliye edilmemesine ve su birikmesine yol açabilir.	Su sensörlerinin düzenli olarak kontrol edilmesi ve kalibrasyonlarının yapılması gereklidir. Arızalı sensörlerin hemen değiştirilmesi önerilir.	Su sensörlerinde meydana gelen arızalar, suyun tahliye edilmemesine ve bu durumun sistemin genel verimliliğini olumsuz etkilemesine neden olabilir. Bu da uzun vadede sistem bileşenlerinde hasara yol açabilir.
404	14	102	Kontrol Hava Kurutucusu Basınç Ayarlayıcısında Sızıntı	Basınç ayarlayıcıda meydana gelen sızıntı, hava basıncının kontrolsüz bir şekilde düşmesine neden olabilir. Bu durum, basınç regülatöründeki diyaframın çatlaması veya kırılması sonucu ortaya çıkar.	Sızıntının tespit edilmesi durumunda, diyaframın ve contaların hemen değiştirilmesi gereklidir. Küçük ve ekonomik regülatörlerde, komple değişim daha uygun olabilir.	Sızıntı nedeniyle sistemdeki hava basıncı düşer ve bu durum, pnömatik sistemin performansını olumsuz etkileyebilir ve aşırı enerji tüketimine yol açabilir.
405	14	102	Kontrol Hava Kurutucusu Basınç Dalgalanmaları	Basınç ayarlayıcıda veya gözlem cihazlarında meydana gelen basınç dalgalanmaları, regülatörün düzgün çalışmadığını gösterebilir. Bu dalgalanmalar, yanlış regülatör seçimi, kirli filtreler veya regülatörün tam kapanmaması nedeniyle ortaya çıkabilir.	İlk olarak, sistemde doğru regülatörün kullanıldığından emin olunmalıdır. Yanlış regülatör kullanılıyorsa, doğru olanla değiştirilmelidir. Ayrıca, regülatörün tam kapanmasını engelleyen kir veya yabancı maddeler temizlenmelidir.	Basınç dalgalanmaları, sistemdeki diğer bileşenlerin aşırı basınca maruz kalmasına ve zarar görmesine neden olabilir. Özellikle hassas pnömatik cihazlarda bu durum ciddi arızalara yol açabilir.
406	14	102	Kontrol Hava Kurutucusu Gözlem Cihazlarında Hatalı Okuma	Gözlem cihazları, sistemin basınç seviyesini izlemek için kullanılır. Bu cihazlarda oluşabilecek bir hata, yanlış basınç okumalarına ve buna bağlı olarak sistemin yanlış ayarlanmasına yol açabilir.	Gözlem cihazlarının düzenli olarak kalibre edilmesi ve herhangi bir hata durumunda cihazın onarılması veya değiştirilmesi gereklidir.	Hatalı basınç okumaları, sistemin yanlış çalışmasına ve bu durumun da diğer bileşenlerde uzun vadeli hasarlara yol açmasına neden olabilir.

Ek Tablo 84. Veri tabanı arızalar tablosu: 84. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
407	15	103	Ana Hava Rezervuarı İçinde Korozyon	Ana hava rezervuarı içinde biriken nem, zamanla korozyona yol açabilir. Korozyon, rezervuarın yapısal bütünlüğünü tehdit eder ve basınç altında tehlikeli durumlar yaratabilir.	Rezervuarın düzenli olarak içten kontrol edilmesi ve korozyona karşı koruyucu kaplamaların uygulanması gereklidir. Ayrıca, drenaj valflerinin düzenli çalışıp çalışmadığı kontrol edilmeli ve biriken suyun düzenli olarak tahliye edilmesi sağlanmalıdır.	Rezervuarın iç yüzeyinde oluşan korozyon, rezervuarın patlamasına veya basınç kaybına neden olabilir, bu da geminin ana sistemlerinin çalışmasını engelleyebilir.
408	15	103	Ana Hava Rezervuarı Basınç Düşmesi ve Yetersiz Hava Temini	Ana hava rezervuarında basınç düşmesi, hava kompresörlerinin yetersiz performansı veya rezervuar içindeki hava kaçağı nedeniyle meydana gelebilir.	Rezervuarın basınç seviyesinin düzenli olarak izlenmesi ve hava kaçağı olup olmadığının kontrol edilmesi gereklidir. Kaçak tespit edilirse, sızdırmazlık kontrolleri yapılarak gerekli onarımlar gerçekleştirilmelidir.	Yetersiz hava temini, ana motorların çalıştırılmamasına veya diğer sistemlerin yetersiz hava basıncıyla çalışmasına neden olabilir, bu da geminin operasyonel güvenliğini tehlikeye atar.
409	15	103	Ana Hava Rezervuarı Güvenlik Valflerinde Arıza	Ana hava rezervuarında bulunan güvenlik valfleri, aşırı basıncı önlemek için kritik öneme sahiptir. Bu valflerin arızalanması, basıncın tehlikeli seviyelere çıkmasına neden olabilir.	Güvenlik valflerinin düzenli olarak test edilmesi ve gerekli bakım işlemlerinin yapılması gereklidir. Valflerin çalışma basınçları ve ayarları periyodik olarak kontrol edilmeli, gerektiğinde yeniden kalibre edilmelidir.	Güvenlik valflerindeki bir arıza, aşırı basınç nedeniyle rezervuarın patlamasına yol açabilir, bu da gemide ciddi hasarlara ve tehlikelere neden olabilir.
410	15	104	Acil Durum Hava Rezervuarı İçinde Korozyon	Acil durum hava rezervuarında biriken nem, zamanla iç yüzeyde korozyona yol açabilir. Bu, rezervuarın yapısal bütünlüğünü tehlikeye atarak basınç altında tehlikeli durumlar yaratabilir.	Rezervuarın düzenli olarak içten kontrol edilmesi ve korozyona karşı koruyucu kaplamaların uygulanması gereklidir. Ayrıca, suyun düzenli olarak tahliye edilmesi için drenaj valflerinin periyodik olarak kontrol edilmesi önemlidir.	Korozyon, rezervuarın zayıflamasına ve hatta basınç altında patlamasına neden olabilir. Bu durum, acil durum sistemlerinin devreye girmesini engelleyebilir ve geminin güvenliğini ciddi şekilde tehlikeye atabilir.

Ek Tablo 85. Veri tabanı arızalar tablosu: 85. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
411	15	104	Acil Durum Hava Rezervuarı Basınç Kaybı veya Yetersiz Hava Temini	Acil durum hava rezervuarındaki basınç kaybı, hava kompresörünün arızalanması veya rezervuarda hava kaçağı nedeniyle oluşabilir. Bu durum, acil durum sistemlerinin gerektiği gibi çalışmasını engeller.	Rezervuarın basınç seviyesinin düzenli olarak izlenmesi ve herhangi bir hava kaçağı olup olmadığının kontrol edilmesi gereklidir. Kaçak tespit edilirse, sızdırmazlık kontrolleri yapılarak gerekli onarımlar gerçekleştirilmelidir. Ayrıca, acil durum hava kompresörünün performansının düzenli olarak kontrol edilmesi önemlidir.	Yetersiz hava temini, jeneratörlerin veya diğer acil durum sistemlerinin çalıştırılmamasına neden olabilir, bu da acil durumlarda ciddi riskler oluşturur.
412	15	104	Acil Durum Hava Rezervuarı Güvenlik Valflerinde Arıza	Acil durum hava rezervuarında bulunan güvenlik valfleri, aşırı basıncı önlemek için kritik rol oynar. Valflerin arızalanması, basıncın tehlikeli seviyelere çıkmasına ve rezervuarın patlama riski taşımaya neden olabilir.	Güvenlik valflerinin düzenli olarak test edilmesi, çalışma basınçlarının kontrol edilmesi ve gerektiğinde yeniden kalibre edilmesi gereklidir. Valflerin düzenli bakımı yapılmalıdır.	Güvenlik valflerindeki bir arıza, rezervuarın aşırı basınç nedeniyle patlamasına yol açabilir, bu da geminin genel güvenliğini ve operasyonel kapasitesini ciddi şekilde tehlikeye atabilir.
413	15	105	Acil Durum Hava Rezervuarı Dolum Vanasının Sızdırmazlık Sorunu	Dolum vanası, zamanla sızdırmazlık elemanlarının aşınması nedeniyle hava sızdırabilir. Bu, rezervuardaki basıncın düşmesine ve hava sisteminin yeterince doldurulamamasına yol açabilir.	Vananın sızdırmazlık elemanları düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerekirse değiştirilmelidir.	Rezervuardaki hava basıncının düşmesi, ana makinenin çalışmaması veya acil durumlarda yeterli hava sağlanamaması
414	15	105	Acil Durum Hava Rezervuarı Dolum Vanasının Tamamen Kapanmaması	Vananın tam olarak kapanmaması, rezervuara fazla basınç uygulanmasına ve sistemdeki diğer bileşenlerin zarar görmesine neden olabilir.	Vananın işlevselliği düzenli olarak test edilmeli ve kapanma mekanizması gerektiğinde ayarlanmalıdır.	Aşırı basınç nedeniyle boru hatlarında patlama, kompresör arızaları ve genel sistem hasarları
415	15	105	Acil Durum Hava Rezervuarı Dolum Vanasının Tıkanması	Dolum vanası, hat içine giren partiküller veya korozyon nedeniyle tıkanabilir, bu da rezervuarların dolumunu engelleyebilir.	Vananın düzenli olarak temizlenmesi ve hattın filtrelmesi gerekir.	Yetersiz hava dolumu, acil durumlarda hava yetersizliği ve sistemde basınç düşüklüğüne yol açabilir.

Ek Tablo 86. Veri tabanı arızalar tablosu: 86. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
416	15	105	Acil Durum Hava Rezervuarı Vananın Mekanik Arızaları	Vananın açma/kapama mekanizmasında yaşanabilecek mekanik arızalar, vananın işlevini tamamen kaybetmesine neden olabilir.	Mekanik bileşenlerin düzenli olarak kontrol edilmesi ve gerektiğinde yenilenmesi önemlidir.	Rezervuarların doldurulamaması, acil hava ihtiyaçlarının karşılanamaması ve makine sistemlerinin devre dışı kalması gibi ciddi sorunlara neden olabilir.
417	15	106	Acil Durum Hava Rezervuarı Çıkış Vanasının Tıkanması	Çıkış vanası, hat içine giren partiküller veya korozyon nedeniyle tıkanabilir. Bu durumda, basınçlı hava ilgili sistemlere iletilemez.	Vanaların ve hatların düzenli olarak temizlenmesi ve partikül girişini önlemek için filtrelerin kontrol edilmesi gerekmektedir.	Motor çalıştırma esnasında basınçlı hava yetersizliği, sistem performansında düşüş, acil durumlarda hava eksikliği.
418	15	106	Acil Durum Hava Rezervuarı Çıkış Vanasının Sızdırması	Vanadaki sızdırmazlık elemanlarının aşınması nedeniyle sızıntı oluşabilir, bu da basınç kaybına neden olur.	Sızdırmazlık elemanlarının düzenli kontrolü ve gerekirse değiştirilmesi gerekmektedir. Vana bağlantıları sıkı olmalıdır.	Rezervuardaki hava basıncının düşmesi, motorun çalıştırılamaması, acil durum sistemlerinde basınç eksikliği.
419	15	106	Acil Durum Hava Rezervuarı Vananın Tamamen Açılmaması	Vananın tamamen açılmaması durumunda, gerekli miktarda basınçlı hava sistemlere iletilemeyebilir.	Vana mekanizmasının düzenli olarak test edilmesi ve gerektiğinde ayarlanması gerekir.	Motor çalıştırma sırasında yetersiz hava sağlanması, sistem performansının düşmesi.
420	15	106	Acil Durum Hava Rezervuarı Vananın Mekanik Arızaları	Vananın açma/kapama mekanizmasındaki mekanik sorunlar, vananın işlevini yitirmesine neden olabilir.	Vananın düzenli olarak bakımı yapılmalı ve mekanik aksamı kontrol edilmelidir.	Acil durumlarda basınçlı hava sağlanamaması, motor çalıştırma problemleri.
421	15	107	Ana ve Acil Durum Hava Rezervuarı Tahliye Vanasının Tıkanması	Tahliye vanası, kondens suyu veya kirli partiküller nedeniyle tıkanabilir. Bu, suyun tahliye edilememesine ve rezervuar içinde birikmesine neden olur.	Vanaların ve hattın düzenli olarak temizlenmesi, tıkanmayı önleyici filtrelerin kullanılması gerekmektedir.	Rezervuar içinde su birikimi, hava sisteminde tıkanma, sistem verimliliğinin düşmesi.

Ek Tablo 87. Veri tabanı arızalar tablosu: 87. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
422	15	107	Acil Durum Hava Rezervuarı Tahliye Vanasının Sızdırmazlık Sorunu	Vanadaki sızdırmazlık elemanlarının aşınması, suyun sızmasına ve tahliye işleminin verimsiz olmasına yol açabilir.	Sızdırmazlık elemanlarının düzenli kontrolü ve gerekirse değiştirilmesi gereklidir.	Su sızıntısı nedeniyle hava basıncının düşmesi, kondens suyu birikimi, hava sisteminin işlevini yitirmesi.
423	15	107	Acil Durum Hava Rezervuarı Tahliye Vanasının Çalışmaması	Vananın mekanik arızaları veya korozyon nedeniyle çalışmaması, tahliye işleminin tamamen durmasına neden olabilir.	Vananın mekanik bileşenleri düzenli olarak kontrol edilmeli, korozyon önleyici bakım yapılmalıdır.	Kondens suyu birikimi, hava sisteminde tıkanma, basınçlı hava yetersizliği.
424	15	107	Acil Durum Hava Rezervuarı Tahliye Vanasının Yanlış Ayarlanması	Vananın yanlış ayarlanması, gereğinden fazla veya az su tahliyesine neden olabilir, bu da sistem dengesini bozabilir.	Vananın ayarları düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde kalibre edilmelidir.	Hava basıncında dalgalanmalar, kondens suyu birikimi, sistem performansının düşmesi.
425	15	108	Acil Durum Hava Rezervuarı Emniyet Vanasının Kapanmaması	Emniyet vanasının kapanmaması durumunda, rezervuardaki basınç sürekli olarak tahliye edilir ve bu da sistemin doğru çalışmasını engeller.	Vananın mekanik aksamı düzenli olarak kontrol edilmeli ve kapanma mekanizması gerektiğinde onarılmalıdır.	Basınç kaybı, hava sistemlerinin işlevsiz hale gelmesi, motorun çalışmaması.
426	15	108	Acil Durum Hava Rezervuarı Emniyet Vanasının Aşırı Hassasiyeti	Vana, normal basınç seviyelerinde dahi devreye girebilir ve gereksiz basınç tahliyesine yol açabilir.	Vananın kalibrasyonu düzenli olarak yapılmalı ve gerekirse ayarları yeniden düzenlenmelidir.	Gereksiz basınç kaybı, sistem verimliliğinde düşüş, enerji israfı.
427	15	108	Ana ve Acil Durum Hava Rezervuarı Emniyet Vanasının Tıkanması	Vananın tıkanması, aşırı basınç durumunda devreye girmesini engeller ve bu da rezervuarda patlama riskini artırır.	Vananın ve hattın düzenli olarak temizlenmesi, tıkanma riskinin minimize edilmesi gerekmektedir.	Rezervuarın patlama riski, büyük sistem arızaları, güvenlik tehlikesi.
428	15	108	Ana ve Acil Durum Hava Rezervuarı Emniyet Vanasının Çalışmaması	Mekanik veya elektriksel bir arıza nedeniyle vana işlevini tamamen kaybedebilir ve aşırı basınç durumlarında devreye giremez.	Vananın periyodik olarak test edilmesi ve bakımının yapılması önemlidir. Arıza tespit edilirse hemen müdahale edilmelidir.	Patlama riski, ciddi güvenlik ihlalleri, sistemlerin tamamen devre dışı kalması.

Ek Tablo 88. Veri tabanı arızalar tablosu: 88. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
429	16	109	Fan Kanatlarının Hasar Görmesi	Eksenel fanların kanatları, yabancı cisimlerin çarpması veya uzun süreli kullanım sonucu hasar görebilir.	Fan kanatları düzenli olarak kontrol edilmeli, hasar varsa onarılmalı veya değiştirilmelidir.	Hava akışında dengesizlik, motor aşırı yüklenmesi, gürültü artışı.
430	16	109	Fan Motorunun Aşırı Isınması	Fan motoru, yetersiz havalandırma veya aşırı yüklenme nedeniyle aşırı ısınabilir.	Motorun soğutma sistemi düzenli olarak kontrol edilmeli, aşırı yüklenmeye karşı koruma sağlanmalıdır.	Motor arızası, fanın tamamen durması, yangın riski.
431	16	109	Fanlar ve Üfleyiciler Yataklama Arızaları	Fanın yatakları zamanla aşınabilir veya yağsız kalabilir.	Yataklar düzenli olarak yağlanmalı ve aşınma belirtileri kontrol edilmelidir.	Fanın çalışmasında aksaklıklar, titreşim artışı, motor arızası.
432	16	109	Fanlarda Elektriksel Bağlantı Sorunları	Fan motorunun elektrik bağlantılarında gevşeme veya kısa devre gibi problemler oluşabilir.	Elektrik bağlantıları düzenli olarak kontrol edilmeli ve herhangi bir sorun tespit edilirse derhal giderilmelidir.	Fan motorunun durması, elektriksel yangın riski, sistemin genel arızası.
433	16	110	Fan Kanatlarının Kirlenmesi veya Aşınması	Santrifüj fan kanatları, zamanla kir veya toz birikmesi nedeniyle verimli çalışamaz hale gelebilir. Ayrıca, uzun süreli kullanımda aşınma meydana gelebilir.	Kanatlar düzenli olarak temizlenmeli ve aşınma belirtileri kontrol edilmelidir. Gerekirse kanatlar değiştirilmelidir.	Hava akışının azalması, fanın dengesiz çalışması, enerji tüketiminde artış.
434	16	110	Fan Motorunun Yetersiz Soğutulması	Fan motorunun yetersiz soğutulması, motorun aşırı ısınmasına ve performans kaybına yol açabilir.	Motor soğutma sistemi düzenli olarak kontrol edilmeli, soğutma sıvısı veya hava akışı yetersizse sistem iyileştirilmelidir.	Motor arızası, fanın durması, yangın riski.
435	16	110	Fan Üfleyicilerde Rulman Arızaları	Fan rulmanları, uzun süreli kullanımda aşınabilir veya yağlama eksikliği nedeniyle hasar görebilir.	Rulmanlar düzenli olarak yağlanmalı ve aşınma belirtileri kontrol edilmelidir. Gerekirse rulmanlar değiştirilmelidir.	Fanın gürültülü çalışması, titreşim artışı, fan motorunun zarar görmesi.
436	16	110	Fan Üfleyicilerde Elektriksel Arızalar	Fanın elektrik bağlantılarında gevşeme, kısa devre veya diğer elektriksel problemler meydana gelebilir.	Elektrik bağlantıları ve kablolama düzenli olarak kontrol edilmeli, sorun tespit edilirse anında giderilmelidir.	Fan motorunun çalışmaması, elektrik çarpması riski, yangın tehlikesi.
437	16	111	Fanlarda Kanatların Aşınması veya Hasar Görmesi	Karma akışlı fanların kanatları, uzun süreli kullanım veya yabancı cisimlerin çarpması sonucu aşınabilir veya hasar görebilir.	Kanatlar düzenli olarak kontrol edilmeli, hasar varsa onarılmalı veya değiştirilmelidir.	Hava akışında dengesizlik, fan verimliliğinde düşüş, titreşim artışı.

Ek Tablo 89. Veri tabanı arızalar tablosu: 89. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
438	16	111	Fan Motorunun Aşırı Isınması	Motor, yüksek basınç ve hava akışı gerektiren uygulamalarda aşırı ısınabilir.	Motor soğutma sistemi düzenli olarak kontrol edilmeli, soğutma yeterliliği sağlanmalıdır.	Motor arızası, fanın durması, yangın riski.
439	16	111	Fanlarda Yatak Arızaları	Yatakların aşınması veya yetersiz yağlama, fanın düzgün çalışmamasına neden olabilir.	Yataklar düzenli olarak yağlanmalı ve aşınma belirtileri kontrol edilmelidir.	Titreşim artışı, gürültü, motor arızası.
440	16	111	Fanlarda Elektriksel Arızalar	Fanın elektrik bağlantılarında gevşeme, kısa devre gibi problemler oluşabilir.	Elektrik bağlantıları düzenli olarak kontrol edilmeli, sorun tespit edilirse hemen giderilmelidir.	Fan motorunun durması, elektrik çarpması riski, yangın tehlikesi.
441	16	112	Üfleyici Motorunun Aşırı Isınması	Üfleyici motoru, uzun süreli çalışma veya yetersiz soğutma nedeniyle aşırı ısınabilir.	Motorun soğutma sistemi düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerekli bakım yapılmalıdır.	Motor arızası, Üfleyicinin durması, yangın riski.
442	16	112	Üfleyicilerde Kanatçıkların Tıkanması veya Hasar Görmesi	Üfleyici kanatçıkları, kir birikmesi veya yabancı cisimlerin çarpması nedeniyle tıkanabilir veya hasar görebilir.	Kanatçıklar düzenli olarak temizlenmeli ve hasar durumunda değiştirilmelidir.	Hava akışında düşüş, Üfleyici verimliliğinde azalma, motor yüklenmesi.
443	16	112	Üfleyicilerde Rulman Arızaları	Rulmanların aşınması veya yetersiz yağlama, üfleyicinin düzgün çalışmasını engelleyebilir.	Rulmanlar düzenli olarak yağlanmalı ve aşınma belirtileri kontrol edilmelidir.	Titreşim artışı, gürültü, motor hasarı.
444	16	112	Üfleyicilerde Elektriksel Arızalar	Üfleyicinin elektrik bağlantılarında gevşeme, kısa devre gibi problemler meydana gelebilir.	Elektrik bağlantıları düzenli olarak kontrol edilmeli ve sorunlar tespit edilirse hemen giderilmelidir.	Üfleyici motorunun çalışmaması, elektrik çarpması riski, yangın tehlikesi.
445	16	113	Üfleyici Ayırıcıda Tıkanma veya Blokaj	Nem ve su ayırıcıları, havalandırma kanallarında biriken toz, yağ ve diğer kirleticiler nedeniyle tıkanabilir.	Ayırıcılar düzenli olarak temizlenmeli ve tıkanma belirtileri gösteren alanlar açılmalıdır.	Hava kanallarında korozyon riski artabilir, sistemin genel verimliliği düşebilir ve üfleyiciler üzerinde aşırı yüklenme meydana gelebilir.
446	16	113	Fanlar ve Üfleyicilerde Ayırıcıların Sızdırmazlık Sorunları	Ayırıcıların sızdırmazlık elemanları zamanla aşınabilir.	Sızdırmazlık elemanları düzenli olarak kontrol edilmeli ve aşınma durumunda değiştirilmelidir.	Sistem içindeki nem oranı artabilir, korozyon hızlanabilir, fan ve üfleyici sistemlerinde arızalara yol açabilir.

Ek Tablo 90. Veri tabanı arızalar tablosu: 90. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
447	16	113	Üfleyicilerde Korozyon ve Paslanma	Ayırıcıların iç yüzeyleri zamanla korozyona uğrayabilir.	Ayırıcıların korozyona karşı koruyucu kaplamalarla korunması ve düzenli olarak kontrol edilmesi gerekir.	Korozyon, ayırıcıların yapısal bütünlüğünü zayıflatır ve sistemde daha ciddi arızalara yol açabilir.
448	16	113	Üfleyicilerde Ayırıcıların Yetersiz Kapasitesi	Havanın nem oranı beklenenden yüksekse veya ayırıcıların kapasitesi düşükse, sistem yeterince verimli çalışmaz.	Ayırıcıların kapasitesi, geminin ihtiyaçlarına göre belirlenmeli ve yeterli olup olmadığı periyodik olarak değerlendirilmelidir.	Hava sisteminde su birikmesi, korozyon, üfleyicilerin aşırı yüklenmesi ve sistem verimliliğinde genel bir düşüşe yol açabilir.
449	17	114	Yakma Ünitesi Fırın Bölmesinde Aşırı Isınma	Fırın bölmesinde aşırı ısınma, genellikle atıkların fazla yüklenmesi, fırın duvarlarının izolasyonunun bozulması veya hava akışında yetersizlik gibi sebeplerle ortaya çıkar.	Fırın bölmesindeki yükleme miktarı kontrol edilmeli, hava akışı sağlanmalı ve fırın içindeki seramik kaplamalar düzenli olarak kontrol edilmelidir.	Fırın duvarlarının çatlaması, yanma verimliliğinin düşmesi, zararlı gazların atmosfere salınması.
450	17	114	Yakma Ünitesi Yanma Odasında Çatlaklar	Yanma odasındaki seramik kaplamalarda çatlaklar oluşabilir. Bu çatlaklar, ani sıcaklık değişimleri veya uzun süreli kullanımdan kaynaklanabilir.	Fırın kullanımı sırasında ani sıcaklık değişimlerinden kaçınılmalı ve çatlaklar görüldüğünde kaplamalar yenilenmelidir.	Sızdırmazlık sorunları, fırın performansında düşüş, tehlikeli gaz sızıntıları.
451	17	114	Yakma Ünitesi Yanma Odasında Tıkanma veya Blokaj	Fırın bölmesinde atıkların düzgün yanmaması sonucu kül ve diğer kalıntılar birikebilir, bu da hava akışını engelleyebilir.	Fırın bölmesi düzenli olarak temizlenmeli ve atıkların yanma süreci izlenmelidir.	Yanma verimliliğinin düşmesi, zararlı gazların oluşumu, fırın içinde aşırı basınç birikimi.
452	17	114	Yakma Ünitesi Fırın Duvarlarında Korozyon	Fırın duvarları, yüksek sıcaklıklara ve yanma sırasında oluşan kimyasallara maruz kaldığı için zamanla korozyona uğrayabilir.	Fırın duvarları düzenli olarak korozyon açısından kontrol edilmeli ve gerekli görüldüğünde duvar kaplamaları yenilenmelidir.	Fırın duvarlarının zayıflaması, yapısal bütünlük kaybı, yanma verimliliğinde azalma ve potansiyel olarak tehlikeli gaz sızıntıları.
453	17	115	Yakma Ünitesi Alev Kesilmesi Alarmı	Ana brülörde alev kesilmesi, genellikle alev sensörünün kirlenmesi veya hatalı çalışması, tıkanmış yakıt hattı veya brülörün yanlış ayarlarından kaynaklanır.	Alev sensörü temizlenmeli veya gerekirse değiştirilmelidir. Yakıt hatları ve brülör ayarları kontrol edilmeli ve düzgün çalıştığından emin olunmalıdır.	Yanma sürecinin kesintiye uğraması, atıkların tam olarak yakılmaması ve zararlı emisyonların artması.

Ek Tablo 91. Veri tabanı arızalar tablosu: 91. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
454	17	115	Yakma Ünitesi Yakıt Nozulu Tıkanıklığı	Ana brülörün yakıt nozulunda tıkanıklık meydana gelebilir.	Yakıt nozulu düzenli olarak temizlenmeli veya tıkanıklık durumunda değiştirilmelidir.	Yanma verimliliğinde azalma, yüksek emisyonlar ve brülörün aşırı ısınması.
455	17	115	Yakma Ünitesi Yanma Odası Sıcaklığının Yüksek Olması	Yanma odasındaki sıcaklık, genellikle yanlış ayarlar, aşırı yakıt beslemesi veya atık miktarının fazla olması nedeniyle aşırı yükselebilir.	Brülörün yakıt ve hava karışımı dikkatlice ayarlanmalı, yanma odasındaki atık miktarı kontrol altında tutulmalıdır.	Fırın duvarlarında çatlaklar, aşırı emisyon ve brülörün yapısal hasar görmesi.
456	17	115	Yakma Ünitesi Brülör Hava Damperinde Sorunlar	Brülörün hava damperi düzgün çalışmadığında, yanma için gerekli olan hava miktarı sağlanamaz ve bu da yanma sürecini olumsuz etkiler.	Hava damperinin açılıp kapanma işlevleri düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde ayarları yapılmalıdır.	Yetersiz yanma, yüksek karbon monoksit emisyonları ve brülör verimliliğinin düşmesi.
457	17	116	Yakma Ünitesi Ateşleme Arızası	Pilot brülörün ana işlevi, ana brülörü ateşlemek için gerekli olan ilk ısıyı sağlamaktır. Ancak, ateşleme arızaları, pilot brülörün yakıt akışında bir problem, kirli veya aşınmış ateşleme elektrotları veya brülörün hava damperinde bir sorun nedeniyle ortaya çıkabilir.	Ateşleme sisteminin elektrotları temizlenmeli veya değiştirilmelidir. Yakıt akışı kontrol edilmeli ve hava damperinin düzgün çalıştığından emin olunmalıdır.	Ana brülörün devreye girmemesi, dolayısıyla yakma işleminin başlayamaması ve atıkların yakılamaması gibi ciddi operasyonel aksaklıklar.
458	17	116	Yakma Ünitesi Yakıt Nozulunda Tıkanıklık	Pilot brülörün yakıt nozulu, yakıtın düzgün bir şekilde atomize olmasını sağlayarak verimli yanmayı destekler. Ancak, zamanla bu nozullar tıkanabilir, bu da pilot brülörün yanma sürecini engelleyebilir.	Yakıt nozulları düzenli olarak temizlenmeli ve gerekirse değiştirilmelidir.	Yetersiz yanma, alevin sönmesi ve yakma işleminin verimsiz hale gelmesi.
459	17	116	Yakma Ünitesi Hava Damperi Sorunları	Pilot brülörün hava damperi, yanma için gereken hava miktarını kontrol eder. Hava damperinin düzgün çalışmaması, yanma sürecini olumsuz etkileyebilir.	Hava damperinin açılıp kapanma işlevi düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerekli ayarlamalar yapılmalıdır.	Yanma verimliliğinde azalma, yüksek karbon monoksit emisyonları ve pilot brülörün tam kapasitede çalışamaması.
460	17	116	Yakma Ünitesi Alev Sensörü Arızaları	Alev sensörü, pilot brülörün alevini izleyerek brülörün çalışmasını kontrol eder. Alev sensöründe meydana gelen arızalar veya kirlenmeler, yanlış alarm verilmesine ve pilot brülörün devre dışı kalmasına neden olabilir.	Alev sensörü düzenli olarak temizlenmeli ve kalibre edilmelidir. Gerekirse, sensör değiştirilmelidir.	Alev kesilmesi alarmı, yakma işleminin durması ve güvenlik risklerinin artması.

Ek Tablo 92. Veri tabanı arızalar tablosu: 92. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
461	17	117	Yakma Ünitesi Yakıt Deposu İçindeki Su veya Tortu Birikmesi	Zamanla, yakıt deposunda su veya tortu birikebilir. Bu birikintiler, yakıt hattının tıkanmasına veya yakıtın kalitesinin düşmesine neden olabilir.	Yakıt deposu düzenli aralıklarla kontrol edilmeli ve temizlenmelidir. Su birikintilerini önlemek için su ayırıcıları kullanılmalı ve yakıtın kalitesi sürekli izlenmelidir.	Tıkanmış yakıt filtreleri, yanma verimliliğinde azalma, motor hasarı ve brülörlerin verimsiz çalışması.
462	17	117	Yakma Ünitesi Yakıt Deposu Havalandırma Sorunları	Yakıt deposunun havalandırma sistemi düzgün çalışmadığında, içeride basınç birikmesi veya vakum oluşabilir.	Depo havalandırma sistemi düzenli olarak kontrol edilmeli ve temiz tutulmalıdır.	Yakıt akışında kesintiler, brülörlerin düzgün çalışmaması, yanma verimliliğinde düşüş.
463	17	117	Yakma Ünitesi Yakıt Deposu Korozyonu	Yakıt deposunun iç yüzeylerinde korozyon oluşabilir, bu da yakıtın kirlenmesine ve yakıt deposunun yapısal bütünlüğünün tehlikeye girmesine neden olabilir.	Depo içi düzenli olarak korozyon açısından kontrol edilmeli ve korozyon önleyici kaplamalarla korunmalıdır.	Yakıtın kirlenmesi, yakıt filtresinin tıkanması, yakıt hatlarında sızıntı ve yakıt deposunun tamamen işlevini yitirmesi.
464	17	117	Yakma Ünitesi Yakıt Seviye Sensöründe Arıza	Yakıt seviyesini izleyen sensörlerin arızalanması, yanlış yakıt seviyesi okumalarına ve dolayısıyla yakıtın tükenmesine veya aşırı dolmasına neden olabilir.	Yakıt seviye sensörleri düzenli olarak kalibre edilmeli ve arızalandığında değiştirilmelidir.	Yakıt eksikliği nedeniyle brülörlerin durması, yakıt taşması riskleri ve operasyonel kesintiler.
465	17	118	Yakma Ünitesi Azalan Hava Akışı	İndüklenmiş çekiş fanında hava akışının azalması, genellikle fan pervanelerinin tıkanması, aşınması veya motor performansında bir düşüş nedeniyle ortaya çıkar.	Fan pervaneleri ve kanal sistemleri düzenli olarak temizlenmeli ve kontrol edilmelidir.	Yanma verimliliğinin düşmesi, fırın içindeki basıncın kontrol edilememesi ve fırının yanma dengesinin bozulması.
466	17	118	Yakma Ünitesi Aşırı Titreşim	İndüklenmiş çekiş fanlarında aşırı titreşim, genellikle fan rotorunun dengesizliği, yataklarda aşınma, yanlış hizalama veya gevşek bağlantı parçaları nedeniyle oluşur.	Fan rotorları dengelenmeli, yataklar düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerekirse değiştirilmelidir.	Fan bileşenlerinin erken aşınması, fan motorunun hasar görmesi ve genel sistem verimliliğinin düşmesi.

Ek Tablo 93. Veri tabanı arızalar tablosu: 93. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
467	17	118	Yakma Ünitesi Aşırı Isınma	İndüklenmiş çekiş fanı motorunun aşırı ısınması, yetersiz soğutma, fanın kapasitesinin üzerinde çalıştırılması veya motorun iç problemlerinden kaynaklanabilir.	Fan motorunun soğutma sistemleri kontrol edilmeli ve gerektiğinde iyileştirilmelidir.	Motor yanması, fanın durması ve yangın riski.
468	17	118	Yakma Ünitesi Fan Kanatlarının Korozyonu veya Erozyonu	Fan kanatları, zamanla gaz akışı ve çevresel koşullar nedeniyle korozyona veya erozyona uğrayabilir.	Fan kanatları düzenli olarak kontrol edilmeli, korozyona karşı koruyucu önlemler alınmalı ve erozyon tespit edildiğinde kanatlar değiştirilmelidir.	Hava akışında azalma, fan dengesizliği ve fanın tamamen işlevsiz hale gelmesi.
469	17	119	Yakma Ünitesi Yetersiz Yanma	İkincil yanma odasında tam yanma gerçekleşmezse, zararlı gazlar ve partiküller tam olarak yok edilemez.	İkincil yanma odasının sıcaklığı ve hava akışı düzenli olarak izlenmeli ve gerekirse ayarlamalar yapılmalıdır.	Yetersiz yanma, yüksek seviyede zararlı emisyonlara ve çevre kirliliğine neden olabilir.
470	17	119	Yakma Ünitesi Yüksek Sıcaklık Alarmları	İkincil yanma odasında sıcaklık çok yüksek seviyelere çıkabilir.	Yanma odasındaki sıcaklık sensörleri düzenli olarak kontrol edilmeli ve kalibre edilmelidir.	Aşırı sıcaklık, yanma odasının iç yüzeylerinde çatlaklara, izolasyonun bozulmasına ve potansiyel olarak yangın tehlikesine neden olabilir.
471	17	119	Yakma Ünitesi Gaz Akışı Problemleri	İkincil yanma odasında gaz akışında tıkanma veya düzensizlikler oluşabilir.	Gaz akışını sağlamak için boru hatları ve yanma odası düzenli olarak temizlenmeli ve kontrol edilmelidir.	Yanma verimliliğinin azalması, zararlı gazların atmosfere salınması ve sistemin genel performansının düşmesi gibi sorunlar meydana gelebilir.
472	17	119	Yakma Ünitesi Korozyon ve Erozyon	İkincil yanma odasının iç yüzeylerinde korozyon veya erozyon meydana gelebilir.	Yanma odası yüzeyleri düzenli olarak korozyon ve erozyon açısından kontrol edilmeli ve gerekirse yüzeyler kaplanmalı veya onarılmalıdır.	Korozyon ve erozyon, yanma odasının yapısal bütünlüğünü zayıflatarak ciddi arızalara neden olabilir ve bu da ekipmanın ömrünü kısaltabilir.
473	18	120	Gıda Soğutma Sisteminde Kompresörün Sürekli Çalışması	Kompresörün sürekli çalışması, genellikle soğutma sisteminde yetersiz soğutucu akışkan bulunmasından kaynaklanır.	Soğutucu akışkan seviyesini kontrol ederek gerektiğinde yeniden doldurulmalıdır.	Kompresörün aşırı ısınması, enerji tüketiminde artış ve sistem bileşenlerinin erken aşınması gibi sorunlar.

Ek Tablo 94. Veri tabanı arızalar tablosu: 94. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
474	18	120	Gıda Soğutma Sisteminde Kompresörün Düşük Emme Basıncı	Düşük emme basıncı, buharlaştırıcıda tıkanıklık, soğutucu akışkan eksikliği veya genleşme valfinin yanlış ayarından kaynaklanabilir.	Genleşme valfi ve emme hattı kontrolleri yapılmalı, soğutucu akışkan seviyesi kontrol edilip eksiklik varsa tamamlanmalıdır.	Kompresörün aşırı çalışması, sistemde enerji verimliliğinin düşmesi ve soğutma kapasitesinde azalma.
475	18	120	Gıda Soğutma Sisteminde Kompresörün Aşırı Isınması	Aşırı ısınma, yetersiz yağlama, düşük soğutucu akışkan seviyesi veya kompresör motorundaki aşırı yüklenmeden kaynaklanabilir.	Kompresörün yağlama sistemini kontrol etmek, soğutucu akışkan seviyesini izlemek ve motorun aşırı yüklenmediğinden emin olmak gerekir.	Motorun yanması, kompresörün arızalanması ve sistemin genel performansının düşmesi.
476	18	120	Gıda Soğutma Sisteminde Yağ Kaçakları	Kompresörde yağ kaçakları, genellikle sızdırmazlık elemanlarının aşınması veya yağ separatörünün düzgün çalışmaması nedeniyle oluşur.	Yağ sızdırmazlık elemanları kontrol edilmeli ve gerektiğinde yenilenmelidir.	Kompresörün yetersiz yağlama nedeniyle aşınması, artan enerji tüketimi ve sistemin genel verimliliğinin düşmesi.
477	18	121	Gıda Soğutma Sisteminde Kondenser Borularında Tıkanıklık	Kondenser boruları, deniz suyu veya hava ile soğutma işlemi sırasında, zamanla deniz suyu kireci, pislikler veya diğer yabancı maddelerle tıkanabilir.	Kondenser boruları düzenli olarak temizlenmeli ve tıkanıklık belirtileri görüldüğünde hemen müdahale edilmelidir.	Soğutma verimliliğinde azalma, kompresörün aşırı ısınması ve sistemin genel performansının düşmesi.
478	18	121	Gıda Soğutma Sisteminde Yüksek Basınç	Kondenser içerisindeki yüksek basınç, genellikle soğutucu akışkanın aşırı yüklenmesi, kondensere giren hava akışının yetersizliği veya kondenserin aşırı kirlenmesi nedeniyle oluşur.	Kondenser basıncı sürekli olarak izlenmeli ve yüksek basınç durumlarında soğutma sistemi kontrol edilmelidir.	Kompresörün aşırı ısınması, emniyet valflerinin açılması ve sistemin otomatik olarak kapanması.
479	18	121	Gıda Soğutma Sisteminde Kondenserin Aşırı Isınması	Kondenserin aşırı ısınması, genellikle soğutma suyunun yetersiz akışı, deniz suyu sıcaklığının yüksek olması veya kondenser borularının tıkanması sonucu oluşur.	Soğutma suyu akışı kontrol edilmeli, deniz suyu filtresi ve pompası düzenli olarak temizlenmeli ve kondenser boruları gerektiğinde soğutulmalıdır.	Soğutma verimliliğinin düşmesi, kompresörün aşırı çalışması ve sistemin genel verimliliğinin azalması.
480	18	121	Gıda Soğutma Sisteminde Korozyon	Kondenser boruları, sürekli deniz suyu veya kimyasal soğutma maddelerine maruz kalma nedeniyle korozyona uğrayabilir.	Korozyon önleyici tedbirler alınmalı, borular düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerekirse boruların kaplanması veya değiştirilmesi gereklidir.	Soğutucu akışkan sızıntıları, sistemin verimliliğinde azalma ve kondenserin tamamen işlevsiz hale gelmesi.

Ek Tablo 95. Veri tabanı arızalar tablosu: 95. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
481	18	122	Gıda Soğutma Sistemi Filtre Kurutucunun Tıkanması	Filtre kurutucu, zamanla kirlenmelerle dolarak tıkanabilir.	Filtre kurutucu basınç farkını izleyerek, basınç düşüşü gözlemlenirse filtre değiştirilmelidir.	Düşük soğutma kapasitesi, kompresörün aşırı çalışması ve enerji tüketiminde artış.
482	18	122	Gıda Soğutma Sistemi Nem veya Asit Birikimi	Filtre kurutucu zamanla nem ve asit birikimi nedeniyle işlevini kaybedebilir.	Renk değişim göstergeleri bulunan filtre kurutucular kullanılmalı ve zamanında değiştirilmelidir.	Korozyon, buzlanma ve sistemin genel verimliliğinde azalma.
483	18	122	Gıda Soğutma Sistemi Filtre Kurutucunun Aşırı Isınması	Filtre kurutucunun aşırı ısınması, sistemdeki diğer bileşenlerin yanlış çalışmasından veya filtrenin uygun olmayan bir şekilde monte edilmesinden kaynaklanır.	Montaj sırasında aşırı ısınmayı önlemek için filtreye ısı kalkanı uygulanmalı veya ıslak bezle sarılmalıdır.	Filtrenin iç elemanlarının zarar görmesi, soğutucu akışkanın kirlenmesi ve sistem performansının düşmesi.
484	18	122	Gıda Soğutma Sistemi Filtre Kurutucunun İşlevini Yitirmesi	Filtre kurutucu zamanla işlevini yitirebilir, bu da sistemde kir ve nem birikmesine neden olabilir.	Filtre kurutucuların düzenli olarak değiştirilmesi ve soğutucu akışkanın kalitesinin izlenmesi gerekmektedir.	Soğutucu akışkanın kirlenmesi, buzlanma sorunları ve genel sistem performansında azalma.
485	18	123	Gıda Soğutma Sistemi Vananın Tıkanması	Termostatik genleşme vanasının tıkanması, genellikle soğutucu akışkan içindeki kir veya nemin vananın ince deliklerini tıkaması nedeniyle ortaya çıkar.	Sistemdeki filtre ve kurutucular düzenli olarak kontrol edilmeli ve temizlenmelidir.	Soğutma verimliliğinde ciddi düşüş, buharlaştırıcının donması veya aşırı ısınması.
486	18	123	Gıda Soğutma Sistemi Yanlış Süper Isı Ayarı	Termostatik genleşme vanasının süper ısı ayarının yanlış olması, ya aşırı soğutucu akışkanın buharlaştırıcıya gönderilmesine ya da yetersiz soğutucu akışkan gönderilmesine yol açabilir.	Süper ısı ayarı düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde uzman bir teknisyen tarafından doğru değerlere ayarlanmalıdır.	Kompresörün aşırı çalışması, soğutma kapasitesinde azalma ve enerji tüketiminde artış.
487	18	123	Gıda Soğutma Sistemi Vananın Kapanmaması (Açık Kalması)	Termostatik genleşme vanası tamamen kapanmazsa, soğutucu akışkan buharlaştırıcıya sürekli olarak akmaya devam eder.	Vana kontrol edilmeli ve gerektiğinde değiştirilmelidir.	Buharlaştırıcının donması, kompresörün zarar görmesi ve sistemde enerji verimliliğinin düşmesi.

Ek Tablo 96. Veri tabanı arızalar tablosu: 96. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
488	18	123	Gıda Soğutma Sisteminde Sıcaklık Sensörü Problemleri	Termostatik genişleme vanasındaki sıcaklık sensörleri, buharlaştırıcı çıkışındaki sıcaklığı algılayarak vananın açılma ve kapanma miktarını belirler.	Sıcaklık sensörleri düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde kalibre edilmelidir.	Soğutma kapasitesinde düşüş, kompresörün aşırı çalışması ve sistem performansının genel olarak azalması.
489	18	124	Gıda Soğutma Sisteminde Evaporatör Bobinlerinin Donması	Evaporatör bobinlerinin donması, düşük sıcaklık ayarları, yetersiz hava akışı veya defrost sisteminin arızalanması gibi nedenlerden kaynaklanabilir.	Sıcaklık ayarlarını kontrol ederek gerektiğinde artırılmalı, defrost sistemi düzenli olarak çalıştırılmalı ve bobinler üzerindeki buzlar temizlenmelidir.	Soğutma kapasitesinin düşmesi, kompresörün aşırı çalışması ve enerji tüketiminde artış.
490	18	124	Gıda Soğutma Sisteminde Yağ Birikimi	Yağ birikimi, evaporatörün iç yüzeylerinde soğutucu akışkanın düzgün dolaşımını engelleyebilir.	Evaporatör bobinleri düzenli olarak temizlenmeli ve yağ birikimi tespit edilirse, sistemden yağ çıkarılmalıdır.	Soğutma kapasitesinin azalması, enerji tüketiminin artması ve evaporatör bobinlerinin donması.
491	18	124	Gıda Soğutma Sisteminde Hava Akışının Tıkanması	Evaporatörün etrafındaki hava akışı, zamanla kir, toz veya donmuş nem nedeniyle tıkanabilir.	Evaporatör çevresindeki hava akışını düzenli olarak kontrol edin ve tıkanıklık durumunda temizleyin.	Yetersiz soğutma, artan enerji tüketimi ve evaporatör bobinlerinde buzlanma.
492	18	124	Gıda Soğutma Sisteminde Nem Birikimi	Sisteme hava girişi veya soğutucu akışkanın yetersiz kurutulması, evaporatörde nem birikimine yol açabilir.	Filtre kurutucuların düzenli olarak kontrol edilmesi ve değiştirilmesi gereklidir.	Evaporatör bobinlerinin donması, soğutma kapasitesinin azalması ve sistemin genel verimliliğinde düşüş.
493	18	125	Gıda Soğutma Sisteminde Aşırı Doldurulmuş Sıvı Alıcı	Sıvı alıcıda aşırı soğutucu akışkan birikmesi, kondenserden gelen sıvının tam olarak kontrol edilememesine yol açabilir.	Sıvı alıcıdaki soğutucu akışkan seviyesi izlenmeli ve gerektiğinde fazla akışkan tahliye edilmelidir.	Yüksek basınç problemleri, kondenser verimliliğinde azalma ve sistemin genel performans düşüklüğü.
494	18	125	Gıda Soğutma Sisteminde Gazın Kondenserden Sıvı Alıcıya Geçmesi	Kondenserden çıkan gazların sıvı alıcıya karışması, bu bileşen içinde istenmeyen basınç artışlarına neden olabilir.	Kondenser ve sıvı alıcı arasında doğru basınç dengesini sağlamak için sistemdeki basınç kontrolleri ve valfler düzenli olarak kontrol edilmelidir.	Sıvı alıcıda basınç artışı, kompresör aşırı çalışması ve enerji verimliliğinde düşüş.

Ek Tablo 97. Veri tabanı arızalar tablosu: 97. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
495	18	125	Gıda Soğutma Sisteminde Sızıntı ve Korozyon	Sıvı alıcıda korozyon ve sızıntı, soğutucu akışkanın dışarı sızmasına yol açabilir.	Sıvı alıcı düzenli olarak korozyon açısından kontrol edilmeli ve gerektiğinde onarılmalıdır.	Soğutucu akışkan kaybı, düşük soğutma verimliliği, sistemin verimsiz çalışması ve çevre kirliliği.
496	19	126	Isı Eşanjöründe Boru Korozyonu	Isı eşanjörlerinin borularında korozyon, özellikle karbon çelik borularda yaygındır. Deniz suundaki oksijen ve demir reaksiyonu sonucunda demir oksit birikir ve bu, boruların ısı iletimini azaltır, sonunda boruların delinmesine veya sızdırmasına yol açabilir.	Boruların düzenli olarak kontrol edilmesi ve korozyon önleyici kaplamaların uygulanması gerekir. Ayrıca, su kalitesinin izlenmesi ve uygun su şartlandırma yöntemlerinin kullanılması önemlidir.	Isı eşanjörünün ısı transfer verimliliğinin düşmesi, sistemin aşırı ısınması ve borularda sızıntı nedeniyle su kaybı.
497	19	126	Isı Eşanjöründe Boru Erozyonu	Erozyon, yüksek hızda akan akışkanların boruların iç yüzeyini aşındırması sonucu meydana gelir. Deniz suyu gibi aşındırıcı maddeler içeren akışkanlar, özellikle boruların dönüş noktalarında ve girişlerinde bu aşındırmayı hızlandırır.	Akışkan hızını kontrol etmek ve boru malzemesinin uygunluğunu gözden geçirmek gerekir. Gerektiğinde erozyona karşı dayanıklı malzemeler kullanılmalıdır.	Boru duvarlarının incilmesi, deliklerin oluşması ve sistemde sızıntılar meydana gelmesi.
498	19	126	Isı Eşanjöründe Buhar veya Su Çekici (Hammer) Etkisi	Su veya buhar çekici, ani basınç dalgalanmaları sonucunda boruların veya kabuğun zarar görmesine neden olabilir. Bu durum, genellikle soğutma suyu akışının aniden kesilmesi veya yeniden başlamasıyla ortaya çıkar.	Soğutma suyu akışının kesilmesinden önce sistemin dikkatlice izlenmesi ve bu tür basınç dalgalanmalarını önlemek için basınç regülasyonu sağlanmalıdır.	Boruların patlaması veya çökmesi, sistemin ani durması.
499	19	126	Isı Eşanjöründe Termal Yorgunluk	Sürekli sıcaklık değişimleri, borularda termal yorgunluğa neden olabilir. Bu durum, boruların esnemesi ve sonunda çatlaması ile sonuçlanabilir.	Termal döngüleri minimize etmek için sistem sıcaklıklarının dikkatli bir şekilde izlenmesi ve kontrol edilmesi gerekir. Ayrıca, termal genleşme contalarının kullanılması yararlı olabilir.	Borularda çatlaklar, sızıntılar ve sistemin çalışamaz hale gelmesi.
500	19	126	Isı Eşanjöründe Tıkanma ve Kirlenme	Isı eşanjörlerinde kirlenme, boruların içinde veya yüzeylerinde tortu birikmesi sonucu ısı transferinin engellenmesi ile oluşur. Deniz suyu, tortu ve biyolojik birikintiler bu duruma yol açabilir.	Düzenli bakım ve temizlik yapılmalı, gerektiğinde kimyasal temizleme yöntemleri uygulanmalıdır. Ayrıca, filtreleme sistemlerinin etkinliği artırılmalıdır.	Isı transferinin azalması, sistemin aşırı ısınması ve boru tıkanıklıkları.

Ek Tablo 98. Veri tabanı arızalar tablosu: 98. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
501	19	127	Isı Eşanjöründe Boru Demeti Erozyonu	Boru demetindeki erozyon, genellikle yüksek hızda akan akışkanların boru yüzeyine fiziksel olarak zarar vermesi sonucu oluşur. Deniz suyu gibi aşındırıcı maddeler içeren akışkanlar, özellikle boruların dönüş noktalarında ve girişlerinde aşındırmayı hızlandırabilir.	Akışkan hızını kontrol altında tutmak, boru malzemesini daha dayanıklı materyallerle değiştirmek ve gerektiğinde erozyona dayanıklı kaplamalar uygulamak gereklidir.	Boruların incelmesi, delikler ve sızıntılar, dolayısıyla ısı transfer verimliliğinde azalma ve potansiyel sistem arızaları.
502	19	127	Isı Eşanjöründe Buhar veya Su Çekici (Hammer) Etkisi	Su veya buhar çekici, ani basınç dalgalanmaları nedeniyle boruların veya gövdenin zarar görmesine yol açabilir. Bu durum, soğutma suyu akışının aniden kesilmesi veya yeniden başlamasıyla ortaya çıkar.	Soğutma suyu akışının düzgün bir şekilde kontrol edilmesi, basınç regülasyonunun sağlanması ve ani basınç değişikliklerinden kaçınılması gereklidir.	Boruların patlaması, çökmesi veya ciddi sızıntılar nedeniyle sistemin tamamen durması.
503	19	127	Isı Eşanjöründe Titreşim ve Rezonans	Isı eşanjörlerindeki boru demeti, dış veya iç kaynaklı titreşimler nedeniyle zarar görebilir. Titreşim, borularda yorulma çatlaklarına veya boruların destek noktalarındaki aşınmalara neden olabilir.	Isı eşanjörünün titreşim kaynaklarından izole edilmesi, baffle ve destek yapılarının uygun şekilde tasarlanması ve monte edilmesi gereklidir.	Boruların çatlaması, sistemde sızıntılar ve zamanla sistemin tamamen çalışamaz hale gelmesi.
504	19	127	Isı Eşanjöründe Termal Yorgunluk	Sürekli sıcaklık değişimleri, boru demetinde termal yorgunluğa neden olabilir. Bu yorgunluk, boruların esnemesi ve sonunda çatlaması ile sonuçlanabilir.	Termal döngüleri minimize etmek için sistem sıcaklıklarının dikkatli bir şekilde izlenmesi ve kontrol edilmesi önemlidir. Ayrıca, termal genişleme contalarının kullanılması yararlı olabilir.	Borularda çatlaklar, sızıntılar ve ısı eşanjörünün performansında düşüş.
505	19	127	Isı Eşanjöründe Kirlenme (Fouling)	Kirlenme, boru demetinde tortu ve yabancı maddelerin birikmesi sonucu ısı transfer verimliliğinin azalmasıyla meydana gelir. Bu durum, özellikle deniz suyu kullanan sistemlerde yaygındır.	Düzenli temizlik ve bakım işlemleri yapılmalı, suyun filtrelmesi sağlanmalı ve kirlenmeyi önleyici kimyasal maddeler kullanılmalıdır.	Isı transferinin azalması, sistemde aşırı ısınma ve boru tıkanıklıkları.
506	19	128	Isı Eşanjöründe Saptırıcıların Aşınması ve Korozyonu	Isı eşanjörlerinde saptırıcı plakalar, özellikle yüksek hızda akan aşındırıcı akışkanlar nedeniyle aşınabilir veya korozyona uğrayabilir. Bu durum, ısı transfer verimliliğinin düşmesine neden olabilir.	Saptırıcıların düzenli olarak denetlenmesi ve gerektiğinde değiştirilmesi gerekir. Korozyona karşı dayanıklı malzemeler kullanılmalı ve akışkan hızları kontrol edilmelidir.	Isı transferinde azalma, sistemde aşırı ısınma ve borularda tıkanmalar.

Ek Tablo 99. Veri tabanı arızalar tablosu: 99. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
507	19	128	Isı Eşanjöründe Saptırıcı Plaka Titreşimi	Isı eşanjörlerinde saptırıcı plakalar, akışkanın yönlendirilmesi sırasında titreşim oluşturabilir. Bu titreşim, zamanla plakaların gevşemesine veya yerinden çıkmasına neden olabilir.	Titreşimi azaltmak için baffle yerleşimi ve tasarımı optimize edilmelidir. Baffle sayısını artırmak, daha sıkı destek yapıları eklemek veya saptırıcıları farklı bir yerleşim düzeninde yeniden düzenlemek gerekebilir.	Boru çatlamaları, sızıntılar ve sistemde genel bir verimlilik kaybı.
508	19	128	Isı Eşanjöründe Saptırıcıların Blokağı ve Tıkanması	Zamanla, saptırıcıların etrafında kir, tortu ve diğer yabancı maddeler birikebilir. Bu durum, akışkanın düzgün yönlendirilmesini engelleyebilir ve ısı transferini olumsuz etkileyebilir.	Düzenli bakım ve temizlik yapılmalı, tıkanıklıkların önlenmesi için saptırıcıların çevresi periyodik olarak kontrol edilmelidir. Gerekirse kimyasal temizleme yöntemleri kullanılabilir.	Isı transfer verimliliğinin düşmesi, sistemin aşırı ısınması ve potansiyel mekanik arızalar.
509	19	128	Isı Eşanjöründe Yanlış Saptırıcı Kesimi ve Yerleşimi	Saptırıcıların yanlış yerleşimi veya kesimi, akışkanın eşanjör içinde düzensiz bir şekilde dağılmasına neden olabilir. Bu durum, bazı bölgelerde aşırı basınç ve düşük ısı transferine yol açabilir.	Saptırıcı kesimi ve yerleşimi dikkatlice planlanmalı ve eşanjörün tüm bölgelerine eşit akış sağlanmalıdır. Gerekirse saptırıcıların konumları düzeltilmelidir.	Isı transferinde dengesizlik, sızıntılar ve uzun vadede ekipman arızaları.
510	19	129	Isı Eşanjöründe Son Kapaklarda Sızıntı	Isı eşanjörünün son kapaklarında sızıntı meydana gelmesi, genellikle conta veya sızdırmazlık elemanlarının yıpranması sonucu oluşur. Bu sızıntılar, sıcak ve soğuk akışkanların karışmasına veya sistemin verimliliğinin düşmesine neden olabilir.	Son kapaklardaki contalar düzenli olarak kontrol edilmeli ve gerektiğinde değiştirilmelidir. Montaj sırasında contaların doğru şekilde yerleştirildiğinden emin olunmalıdır. Ayrıca, sıkma işlemleri uygun tork değerleri ile yapılmalıdır.	Sızıntılar, ısı transfer verimliliğinin azalmasına, çevresel kirliliğe ve ekipman hasarına yol açabilir.
511	19	129	Isı Eşanjöründe Termal Genleşme Nedeniyle Kapak Hasarı	Isı eşanjörlerinde termal genleşme, son kapaklarda stres oluşturarak deformasyona veya çatlaklara neden olabilir. Bu durum, özellikle sıcaklık farklarının büyük olduğu sistemlerde yaygındır.	Termal genleşme etkilerini minimize etmek için kapak malzemeleri uygun şekilde seçilmeli ve gerekli genleşme boşlukları bırakılmalıdır. Ayrıca, düzenli olarak termal genleşme etkileri gözlemlenmeli ve aşırı durumlarda müdahale edilmelidir.	Kapak çatlakları, sızıntılara ve potansiyel sistem arızalarına yol açabilir.

Ek Tablo 100. Veri tabanı arızalar tablosu: 100. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
512	19	129	Isı Eşanjöründe Korozyon ve Aşınma	Deniz suyu veya diğer aşındırıcı akışkanlar, son kapaklarda korozyona neden olabilir. Bu, kapakların zamanla zayıflamasına ve sonunda delinmesine yol açabilir.	Korozyona karşı dayanıklı malzemeler seçilmeli ve düzenli olarak korozyon kontrolü yapılmalıdır. Ayrıca, kapaklar üzerine koruyucu kaplamalar uygulanabilir.	Korozyon, kapakların dayanıklılığını azaltarak sızıntılara ve sistem arızalarına neden olabilir.
513	19	129	Isı Eşanjöründe Valf ve Gösterge Arızaları	Son kapaklara entegre edilen valfler ve göstergeler zamanla arızalanabilir. Bu durum, sistemdeki basınç veya sıcaklık dengesizliklerine neden olabilir.	Valf ve göstergeler düzenli olarak kontrol edilmeli, gerektiğinde kalibrasyon yapılmalı veya değiştirilmelidir.	Valf arızaları, basınç dengesizliklerine ve potansiyel sızıntılara neden olabilir; bu da sistemin performansını olumsuz etkiler.
514	19	130	Isı Eşanjöründe Conta Aşınması ve Bozulması	Isı eşanjöründe kullanılan su sızdırmazlık contaları, deniz suyu ve diğer aşındırıcı maddelerin etkisiyle zamanla aşınabilir veya bozulabilir. Bu durum, sistemde sızıntılara yol açar.	Contaların düzenli olarak kontrol edilmesi ve gerekli durumlarda değiştirilmesi gerekir. Aşındırıcı ortamlar için özel olarak tasarlanmış, yüksek dayanıklılığa sahip contalar tercih edilmelidir.	Sızıntılar, sistemin genel verimliliğinin düşmesine, ekipmanların korozyona uğramasına ve çevresel kirliliğe yol açabilir.
515	19	130	Isı Eşanjöründe Yanlış Montaj veya Yetersiz Sıkma	Contaların doğru şekilde monte edilmemesi veya yeterince sıkılmaması, sızdırmazlık performansını olumsuz etkileyebilir.	Montaj işlemi sırasında contaların doğru pozisyonda yerleştirildiğinden emin olunmalı ve üretici talimatlarına uygun olarak yeterli tork ile sıkılmalıdır. Ayrıca, montaj sonrası sızdırmazlık testleri yapılmalıdır.	Kontrolsüz sızıntılar, sistem basıncının düşmesine ve sonuç olarak ısı transfer verimliliğinin azalmasına neden olabilir.
516	19	130	Isı Eşanjöründe Termal Genleşme ve Büzülme	Isı eşanjörlerinde termal genleşme ve büzülme, contaların üzerinde aşırı baskıya neden olabilir.	Termal genleşme ve büzülme etkilerini minimize etmek için, contaların uygun esneklik ve dayanıklılığa sahip olduğundan emin olunmalıdır. Ayrıca, sistemdeki termal değişimler dikkatle izlenmelidir.	Contaların deformasyonu, sızıntılara, ısı transfer verimliliğinde azalmaya ve ekipman hasarına neden olabilir.

Ek Tablo 101. Veri tabanı arızalar tablosu: 101. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
517	19	130	Isı Eşanjöründe Kimyasal Etkiler ve Korozyon	Deniz suyu ve diğer kimyasal maddeler, contaların malzemesini aşındırarak korozyona neden olabilir.	Korozyona dayanıklı malzemelerden yapılmış contalar tercih edilmeli ve düzenli olarak kimyasal maddelere karşı dirençleri kontrol edilmelidir. Ayrıca, contaların ömrünü uzatmak için koruyucu kaplamalar uygulanabilir.	Korozyon, contaların ömrünü kısaltarak daha sık bakım gerektirebilir ve bu da sistemin genel maliyetlerini artırabilir.
518	19	131	Isı Eşanjöründe Kanatçıkların Korozyonu ve Aşınması	Isı eşanjörlerinde bulunan kanatçıklar, zamanla deniz suyu ve hava koşullarının etkisiyle korozyona ve aşınmaya maruz kalabilir.	Korozyona dayanıklı malzemelerden yapılmış kanatçıklar tercih edilmelidir. Düzenli olarak kontrol edilip temizlenmeli veya değiştirilmelidir.	Isı transferinde azalma, sistem verimliliğinde düşüş ve uzun vadede ekipmanın tamamen arızalanması.
519	19	131	Isı Eşanjöründe Kanatçıkların Tıkanması (Fouling)	Kanatçıklar arasında biriken toz, kir, deniz tuzu ve diğer yabancı maddeler, hava akışını engelleyerek ısı transferini zorlaştırabilir.	Düzenli bakım ve temizlik işlemleri yapılmalı, gerektiğinde anti-Fouling kaplamalar kullanılmalıdır.	Isı transferinin azalması, sistemin aşırı ısınması ve enerji verimliliğinde düşüş.
520	19	131	Isı Eşanjöründe Kanatçıkların Mekanik Hasarı	Kanatçıklar, darbe, titreşim veya yanlış montaj sonucu bükülebilir veya kırılabilir.	Kanatçıkların montajı sırasında dikkatli olunmalı ve düzenli olarak fiziksel hasarlar kontrol edilmelidir.	Isı transferinde düşüş, dengesiz ısı dağılımı ve sistemin genel verimliliğinde azalma.
521	19	131	Isı Eşanjöründe Kanatçıkların Yerinden Çıkması veya Gevşemesi	Isı eşanjörlerinde kullanılan kanatçıklar, titreşim veya zayıf montaj nedeniyle yerinden çıkabilir veya gevşeyebilir.	Kanatçıkların sıkıca yerleştirildiğinden emin olunmalı ve düzenli bakım sırasında kontrol edilmelidir.	Isı transfer verimliliğinde azalma, sızıntılar ve potansiyel mekanik arızalar.
522	20	132	Tatlı Su Separatöründe Düşük Tatlı Su Üretimi	Tatlı su üreticisi yeterli miktarda tatlı su üretilmediğinde, bu genellikle deniz suyunun yeterli basınçla veya miktarda sisteme alınmamasıyla ilgilidir.	Filtrelerin ve pompaların düzenli olarak kontrol edilmesi, evaporatör ve yoğunlaştırıcı tüplerin temizlenmesi gereklidir.	Tatlı su eksikliği, gemi operasyonlarında aksamalara ve mürettebatın ihtiyaçlarının karşılanmasında sorunlara yol açabilir.
523	20	132	Tatlı Su Separatöründe Yüksek Tuzluluk (Salinite) Seviyesi	Üretilen tatlı suyun tuzluluk seviyesinin yüksek olması, genellikle kondansatör borularının veya plakalarının sızdırması nedeniyle ortaya çıkar.	Kondansatör boruları veya plakaları kontrol edilmeli, evaporatör sıcaklığı izlenmeli ve gerektiğinde artırılmalıdır.	Yüksek tuzluluk, içme suyu kalitesinin düşmesine ve ekipmanın korozyonuna yol açabilir.

Ek Tablo 102. Veri tabanı arızalar tablosu: 102. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
524	20	132	Tatlı Su Separatöründe Buharlaşma Sıcaklığının Düşmesi	Tatlı su üretiminde buharlaşma sıcaklığının düşmesi, suyun yeterince buharlaşmamasına ve dolayısıyla üretimin düşmesine neden olur.	Isıtma suyu sıcaklığı ve akışı, üretici tarafından belirtilen seviyelere yükseltilmelidir.	Düşük buharlaşma verimi, tatlı su üretiminde azalmaya ve dolayısıyla gemide su sıkıntısına neden olabilir.
525	20	132	Tatlı Su Separatörü Vakum Düşüklüğü	Evaporatördeki vakum seviyesi düşük olduğunda, bu durum suyun kaynama noktasını etkileyerek buharlaşmayı zorlaştırır.	Vakum sisteminde hava sızıntıları kontrol edilmeli ve giderilmelidir. Hava ejektörü ve bağlantılı ekipmanlar kontrol edilmelidir.	Vakum sorunları, üretimin durmasına ve su üretiminin tamamen kesilmesine neden olabilir.
526	20	132	Tatlı Su Separatörü Su Sızıntıları	Su üretim sisteminde meydana gelen sızıntılar, üretim verimliliğini düşürür ve suyun kalitesini olumsuz etkiler.	Tüm bağlantılar, contalar ve pompalar düzenli olarak kontrol edilmeli ve sızıntı tespit edilirse onarılmalıdır.	Su sızıntıları, tatlı su üretimini olumsuz etkileyerek geminin operasyonel güvenliğini riske atabilir.
527	20	133	Tatlı Su Separatörü Tatlı Su Tankında Korozyon ve Delinmeler	Tatlı su tankları, zamanla korozyona uğrayabilir, bu da tankın zayıflamasına ve sonunda delinmesine yol açabilir.	Tankların düzenli olarak kontrol edilmesi ve korozyona karşı dirençli kaplamalarla korunması gereklidir. Korozyon belirtileri görülürse, tankın iç yüzeyindeki kaplamalar yenilenmeli ve gerekli onarımlar yapılmalıdır.	Tank delinmesi, suyun dışarı sızmasına ve gemide su sıkıntısına yol açabilir, bu da operasyonel sorunlara neden olabilir.
528	20	133	Tatlı Su Separatörü Biyolojik Kontaminasyon ve Bakteri Üremesi	Tatlı su tanklarında uzun süre duran su, biyolojik kontaminasyon riskine açıktır.	Tankların düzenli olarak temizlenmesi ve dezenfekte edilmesi gereklidir. Dezenfeksiyon işlemi, her 6 ayda bir tekrarlanmalıdır.	Kirli su, mürettebatın sağlık sorunları yaşamasına, su tesisatının tıkanmasına ve pompa sistemlerinde arızalara yol açabilir.
529	20	133	Tatlı Su Separatörü Tıkanmış veya Kirlenmiş Filtreler	Tatlı su tanklarına su girişinde kullanılan filtreler, zamanla kir ve tortu birikimi nedeniyle tıkanabilir.	Filtrelerin düzenli olarak kontrol edilmesi ve temizlenmesi gereklidir. Gerekiirse, filtre elemanları değiştirilmelidir.	Su akışının azalması, su pompalarının zorlanmasına ve sistemin genel verimliliğinin düşmesine yol açabilir.

Ek Tablo 103. Veri tabanı arızalar tablosu: 103. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
530	20	133	Tatlı Su Separatöründe Sızıntılar ve Su Kaybı	Tatlı su tanklarındaki sızıntılar, suyun kaybına neden olabilir.	Tanklar ve bağlantı noktaları düzenli olarak sızıntılara karşı kontrol edilmelidir. Tespit edilen sızıntılar anında onarılmalı, gerektiğinde conta ve bağlantı parçaları yenilenmelidir.	Su kaybı, gemide su eksikliğine neden olabilir, bu da özellikle uzun yolculuklarda ciddi operasyonel sorunlara yol açabilir.
531	20	134	Tatlı Su Separatöründe Basınç Düşüklüğü	Tatlı su basınçlandırma sistemi, geminin çeşitli bölümlerine su sağlamak için suyu belirli bir basınçta tutmalıdır. Basınç düşüklüğü, sistemdeki suyun musluklara veya diğer çıkış noktalarına yeterli basınçla ulaşmamasına neden olabilir.	Pompanın düzgün çalışıp çalışmadığı kontrol edilmeli, gerektiğinde filtreler temizlenmeli veya değiştirilmelidir. Ayrıca, sistemde hava kaçağı olup olmadığı kontrol edilmeli ve varsa giderilmelidir.	Düşük su basıncı, suyun musluklara ve diğer çıkış noktalarına ulaşmasını engelleyebilir, bu da gemide su eksikliğine ve mürettebatın ihtiyaçlarını karşılayamamasına yol açabilir.
532	20	134	Tatlı Su Separatöründe Pompa Aşınması ve Arızaları	Basınçlandırma sistemindeki pompalar, zamanla aşınabilir veya arızalanabilir. Bu durum, suyun yeterli basınçla pompalanmasını engelleyerek sistemin verimliliğini düşürür.	Pompa aşınmaları genellikle düzenli bakım ve zamanında onarım ile önenebilir. Pompanın aşınmış parçaları değiştirilmelidir.	Pompa arızaları, suyun hiç ulaşmamasına, sistemdeki basıncın tamamen kaybolmasına ve gemide su kesintisine neden olabilir.
533	20	134	Tatlı Su Separatöründe Hava Kaçakları	Tatlı su basınçlandırma sistemlerinde hava kaçakları, su basıncının düşmesine ve sistemde dalgalanmalara yol açabilir.	Hava kaçaklarının tespiti için sistemin düzenli olarak kontrol edilmesi ve sızdıran noktaların tamir edilmesi gereklidir.	Hava kaçakları, suyun dalgalı akmasına, basınç kayıplarına ve suyun musluklara düzensiz şekilde ulaşmasına neden olabilir.
534	20	134	Tatlı Su Separatöründe Elektriksel Arızalar	Basınçlandırma sisteminin elektrik bileşenlerinde (örneğin, basınç anahtarları, sigortalar, kablolar) meydana gelen arızalar, pompanın çalışmamasına veya kesintili çalışmasına neden olabilir.	Elektrik bileşenlerinin düzenli olarak kontrol edilmesi, sigortaların değiştirilmesi ve bağlantıların sağlam olduğundan emin olunması gereklidir.	Elektrik arızaları, sistemin tamamen durmasına, su basıncının kaybolmasına ve su temininde ciddi kesintilere yol açabilir.
535	20	135	Tatlı Su Separatöründe Filtrelerin Tıkanması	Tatlı su filtreleme sistemindeki filtreler, zamanla suyun içindeki partiküller, tortular ve mikroorganizmalar nedeniyle tıkanabilir.	Filtreler düzenli olarak kontrol edilmeli ve temizlenmelidir. Gerekli durumlarda filtre elemanları değiştirilmelidir.	Tıkanmış filtreler, pompa sisteminde aşırı basınca neden olabilir, bu da pompa arızalarına yol açabilir ve gemide su kesintisine neden olabilir.

Ek Tablo 104. Veri tabanı arızalar tablosu: 104. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
536	20	135	Tatlı Su Separatöründe Filtre Elemanlarının Aşınması	Filtre elemanları, zamanla aşınabilir ve filtreleme kapasitelerini kaybedebilir.	Filtre elemanları düzenli aralıklarla değiştirilmelidir. Aşınma belirtileri gösteren filtreler anında yenilenmeli ve filtreleme kapasitesi eski haline getirilmelidir.	Aşınmış filtreler, suyun kalitesini düşürebilir ve mikroorganizma üremesine neden olabilir, bu da sağlık sorunlarına yol açabilir.
537	20	135	Tatlı Su Separatöründe Filtre Bağlantılarında Sızıntı	Filtreleme sisteminde filtre elemanlarının veya bağlantı noktalarının gevşemesi veya hasar görmesi, suyun sistemden sızmasına neden olabilir.	Filtre bağlantıları düzenli olarak kontrol edilmeli ve gevşek bağlantılar sıkılmalıdır. Sızıntı tespit edilirse, sızdırmazlık contaları kontrol edilmeli ve gerekirse yenilenmelidir.	Sızıntılar, suyun doğru şekilde filtrelenmeden sisteme girmesine ve su kalitesinin düşmesine neden olabilir.
538	20	135	Tatlı Su Separatöründe Mikroorganizmaların Filtrelerde Birikmesi	Filtreler, mikroorganizmaların birikmesine ve çoğalmasına neden olabilir.	Filtreler düzenli olarak dezenfekte edilmeli ve mikroorganizma birikimini önlemek için uygun kimyasal temizleyiciler kullanılmalıdır.	Mikroorganizma birikimi, su kalitesini düşürerek sağlık sorunlarına neden olabilir ve suyun güvenliğini tehlikeye atabilir.
539	20	136	Tatlı Su Separatöründe Isıtıcı Arızaları ve Düşük Sıcaklık	Tatlı su ısıtıcıları, motorların ve diğer makinelerin verimli çalışması için gereken sıcak suyu sağlar. Ancak, suyun yeterli sıcaklığa ulaşmaması genellikle ısıtıcı elemanlarının arızalanmasından, termostatin bozulmasından veya motorun soğutma sistemiyle entegre çalışan ısı değiştiricisinin verimli çalışmamasından kaynaklanır.	Isıtıcı elemanlarının, termostatin ve ısı değiştiricisinin düzenli olarak kontrol edilmesi ve gerektiğinde değiştirilmesi gereklidir.	Düşük su sıcaklığı, motorların ve diğer makinelerin performansını olumsuz etkileyebilir ve sistemin verimliliğinde azalmaya yol açabilir.
540	20	136	Tatlı Su Separatöründe Aşırı Sıcaklık ve Yanma Riski	Tatlı su ısıtıcıları, motorun soğutma sistemiyle entegre çalıştığında, su sıcaklığı motor soğutma sıvısının sıcaklığına yaklaşabilir.	Aşırı sıcaklık riskini azaltmak için, su çıkışında bir karıştırma vanası kullanılabilir. Ayrıca, suyun sıcaklığını düzenli olarak izlemek önemlidir.	Aşırı sıcaklık, mürettebatın yanma riskiyle karşı karşıya kalmasına ve ekipmanın zarar görmesine neden olabilir.

Ek Tablo 105. Veri tabanı arızalar tablosu: 105. Bölüm

Ar. No	Sis. No	Böl. No	İsim	Tanım	Çözüm	Tahmin Edilen Etki
541	20	136	Tatlı Su Separatöründe Korozyon ve Sızıntılar	Tatlı su ısıtıcılarında kullanılan malzemeler, deniz ortamının aşındırıcı etkilerine maruz kaldığında korozyona uğrayabilir.	Isıtıcıların düzenli olarak korozyona karşı kontrol edilmesi ve gerekirse korozyona dayanıklı kaplamaların uygulanması gereklidir.	Sızıntılar, su kaybına neden olabilir ve gemide suyun kalitesini olumsuz etkileyebilir.
542	20	136	Tatlı Su Separatöründe Isıtma Elemanı Arızaları	Isıtıcı elemanlarının aşınması veya arızalanması, suyun yeterli derecede ısınmamasına veya hiç ısınmamasına yol açabilir.	Isıtma elemanları düzenli olarak kontrol edilmeli ve arızalı elemanlar değiştirilmelidir.	Isıtıcı elemanlarının arızası, suyun ısınmamasına ve dolayısıyla motorların ve diğer makinelerin verimsiz çalışmasına neden olabilir.
543	20	137	Tatlı Su Separatöründe Borularda Korozyon ve Delinmeler	Tatlı su dağıtım boruları, zamanla korozyona uğrayabilir. Korozyon, boru duvarlarının incelmesine ve sonunda delinmelere yol açabilir.	Boruların düzenli olarak kontrol edilmesi ve korozyona dayanıklı malzemelerle kaplanması gereklidir.	Su sızıntıları, su kaybına ve sistemde basınç düşüklüğüne yol açabilir, bu da geminin farklı bölümlerine suyun ulaşmamasına neden olabilir.
544	20	137	Tatlı Su Separatöründe Tıkanmalar ve Akış Kısıtlamaları	Boru içinde biriken tortu, kireç veya yabancı maddeler zamanla boru çapını daraltabilir ve su akışını kısıtlayabilir.	Boruların düzenli olarak temizlenmesi, tortu ve kireç birikiminin engellenmesi için kimyasal temizleyicilerin kullanılması gereklidir.	Azalan su akışı, pompalarda aşırı yüklenmeye neden olabilir ve sistemde basınç kayıplarına yol açabilir.
545	20	137	Tatlı Su Separatöründe Borularda Kavitasyon	Kavitasyon, boruların içindeki suyun buharlaşma basıncına ulaştığında buhar kabarcıkları oluşturmaya ve bu kabarcıkların patlaması sonucu boru duvarlarında hasara neden olması durumudur.	Kavitasyonun önlenmesi için boru sisteminin tasarımının optimize edilmesi, ani basınç değişikliklerinin engellenmesi ve pompa yerleşiminin doğru yapılması gereklidir.	Kavitasyon, boru duvarlarında hasara ve uzun vadede boruların çatlamasına neden olabilir.
546	20	137	Tatlı Su Separatöründe Bağlantı Noktalarında Sızıntılar	Tatlı su dağıtım borularının bağlantı noktaları zamanla gevşeyebilir veya hasar görebilir, bu da suyun sızmasına neden olabilir.	Bağlantı noktalarının düzenli olarak kontrol edilmesi, gevşek bağlantıların sıkılması ve hasarlı contaların değiştirilmesi gereklidir.	Sızıntılar, su basıncının düşmesine ve su kaybına neden olabilir, bu da gemide su temini sorunlarına yol açabilir.

Sistem karşılaştırıldığı sistem üzerinde etkili midir? Arızaları tetikler mi?	Ana Makine	Ana Jeneratörler	Hava Kompresörleri	Separatörler	Kazan	Klima Sistemi	Yağlı Su Separatörü	Sewage Sistemi	Baş İtici Sistemi	Demirleme Vinci ve İrgatlar	Dümen Makineleri	Acil Yangın Pompası	Acil Durum Jeneratörü	Kontrol Hava Kurutucusu	Ana ve Acil Durum Hava Rezervuarı	Fanlar ve Blowerlar	Yakma Ünitesi	Gıda Soğutma Sistemi	Isı Eşanjörü	Tatlı Su Sistemi
Ana Makine	☒	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐
Ana Jeneratörler	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐
Hava Kompresörleri	☒	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐
Separatörler	☒	☒	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Kazan	☒	☒	☐	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Klima Sistemi	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Yağlı Su Separatörü	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Sewage Sistemi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Baş İtici Sistemi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Demirleme Vinci ve İrgatlar	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Dümen Makineleri	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Acil Yangın Pompası	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Acil Durum Jeneratörü	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Kontrol Hava Kurutucusu	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ana ve Acil Durum Hava Rezervuarı	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐
Fanlar ve Blowerlar	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐
Yakma Ünitesi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐
Gıda Soğutma Sistemi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐
Isı Eşanjörü	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐
Tatlı Su Sistemi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒

Ek Şekil 1. Uzman 1 tarafından doldurulan anket

Sistem karşılaştırıldığı sistem üzerinde etkili midir? Arızaları tetikler mi?	Ana Makine	Ana Jeneratörler	Hava Kompresörleri	Separatörler	Kazan	Klima Sistemi	Yağlı Su Separatörü	Sewage Sistemi	Baş İtici Sistemi	Demirleme Vinci ve Irgatlar	Dümen Makineleri	Acil Yangın Pompası	Acil Durum Jeneratörü	Kontrol Hava Kurutucusu	Ana ve Acil Durum Hava Rezervuar	Fanlar ve Blowerlar	Yakma Ünitesi	Gıda Soğutma Sistemi	Isı Eşanjörü	Tatlı Su Sistemi
Ana Makine	☒	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐
Ana Jeneratörler	☐	☒	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐
Hava Kompresörleri	☒	☒	☒	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐
Separatörler	☒	☒	☐	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Kazan	☒	☒	☐	☒	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Klima Sistemi	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Yağlı Su Separatörü	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Sewage Sistemi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Baş İtici Sistemi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Demirleme Vinci ve Irgatlar	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Dümen Makineleri	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Acil Yangın Pompası	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Acil Durum Jeneratörü	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Kontrol Hava Kurutucusu	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ana ve Acil Durum Hava Rezervuar	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐
Fanlar ve Blowerlar	☒	☒	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐
Yakma Ünitesi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐
Gıda Soğutma Sistemi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐
Isı Eşanjörü	☒	☒	☒	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☒	☐
Tatlı Su Sistemi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒

Ek Şekil 2. Uzman 2 tarafından doldurulan anket

Sistem karşılaştırıldığı sistem üzerinde etkili midir? Arızaları tetikler mi?	Ana Makine	Ana Jeneratörler	Hava Kompresörleri	Separatörler	Kazan	Klima Sistemi	Yağlı Su Separatörü	Sewage Sistemi	Baş İtici Sistemi	Demirleme Vinci ve İrgatlar	Dümen Makineleri	Acil Yangın Pompası	Acil Durum Jeneratörü	Kontrol Hava Kurutucusu	Ana ve Acil Durum Hava Rezervuarı	Fanlar ve Blowerlar	Yakma Ünitesi	Gıda Soğutma Sistemi	Isı Eşanjörü	Tatlı Su Sistemi
Ana Makine	☒	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐
Ana Jeneratörler	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐
Hava Kompresörleri	☒	☒	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐
Separatörler	☒	☒	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Kazan	☒	☒	☐	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒
Klima Sistemi	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Yağlı Su Separatörü	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Sewage Sistemi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Baş İtici Sistemi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Demirleme Vinci ve İrgatlar	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Dümen Makineleri	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Acil Yangın Pompası	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Acil Durum Jeneratörü	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Kontrol Hava Kurutucusu	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐
Ana ve Acil Durum Hava Rezervuarı	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐
Fanlar ve Blowerlar	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐
Yakma Ünitesi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐
Gıda Soğutma Sistemi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐
Isı Eşanjörü	☒	☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒	☐
Tatlı Su Sistemi	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☒

Ek Şekil 3. Uzman 3 tarafından doldurulan anket



HİZMETE ÖZEL

**T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulu**



Sayı : E-26014373-050.01.04-638469
Konu : 63 FM 5 No.lu Etik Kurul Kararı (Doç. Dr.
İsmail ALTIN)

27.03.2025

**REKTÖRLÜK MAKAMINA
(Hukuk Müşavirliği)**

İlgi : 24.03.2025 tarihli ve E-79969227-929-14689 sayılı yazı.

Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Bölümü öğretim üyelerinden Doç. Dr. İsmail ALTIN'ın doktora öğrencisi Arş. Gör. Bedir ÜNVER'in "Gemi Makine Sistemlerinde Arızaların Tespiti ve Çözümleri İçin Uzman Sistem Tasarımı" başlıklı tez çalışması kapsamında "Etik Kurul Belgesi" ile ilgili olarak kurulumuza yaptığı başvuru değerlendirilerek etik açıdan uygun bulunmuş ve sonucu Ek'te gönderilmiştir.

İlgili öğretim üyesi ve öğretim elemanın bilgilendirilmesi hususunda gereğini arz ederim.

Prof. Dr. Tuncay BAYRAM
Başkan

Ek: Toplantı Tutanağı (3 Sayfa)



ÖZGEÇMİŞ

Bedir ÜNVER, lise eğitimini Kahta lisesinde tamamladı. 2009 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Gemi İnşaatı ve Denizcilik Fakültesi Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Bölümü'ne girdi. 2013 yılında bu programdan mezun oldu. Bir dönem uzak yol vardiya mühendisi olarak çalıştı. 2015 ÖYP kapsamında Yüzüncü Yıl Üniversitesi'ne araştırma görevlisi olarak atandı ve Lisansüstü eğitimi için görevlendirilerek Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2017 yılında “ Gemi dizel makinelerinde yapılan bakım onarım çalışmalarına yönelik bulanık mantık temelli risk değerlendirmesi” başlıklı yüksek lisans tezini sunmasının ardından doktora eğitimine başladı. 35. madde görevlendirmesi kapsamında Karadeniz Teknik Üniversitesi Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği bölümünde araştırma görevlisi olarak görev yapmaktadır. 2 çocuk babası olup, İngilizce bilmektedir.

Gürgen, S., Ünver, B., & Altın, İ. (2017). Experimental investigation on cyclic variability, engine performance, and exhaust emissions in a diesel engine using alcohol-diesel fuel blends. *Thermal Science*, 21.

Gürgen, S., Ünver, B., & Altın, İ. (2018). Prediction of cyclic variability in a diesel engine fueled with n-butanol and diesel fuel blends using artificial neural network. *Renewable Energy*, 117, 538-544.

Şahin, B., Gürgen, S., Ünver, B., & Altın, İ. (2018). Forecasting the Baltic Dry Index by using an artificial neural network approach. *Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences*, 26(3), 1673-1684.

Ünver, B., Gürgen, S., Sahin, B., & Altın, İ. (2019). Crankcase explosion for two-stroke marine diesel engine by using fault tree analysis method in fuzzy environment. *Engineering Failure Analysis*, 97, 288-299.

Ünver, B., Altın, İ., & Gürgen, S. (2021). Risk ranking of maintenance activities in a two-stroke marine diesel engine via fuzzy AHP method. *Applied Ocean Research*, 111, 102648.