

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GEMİ İNŞAATI VE GEMİ MAKİNELERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**GEMİ DİZEL MAKİNELERİNDE YAPILAN BAKIM ONARIM  
ÇALIŞMALARINA YÖNELİK BULANIK MANTIK TEMELLİ RİSK  
DEĞERLENDİRMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Gemi Makineleri İşletme Mühendisi Bedir ÜNVER**

**ARALIK 2017  
TRABZON**



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce**

**Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /**

**Tezin Savunma Tarihi : / /**

**Tez Danışmanı :**

**Trabzon**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalında  
Bedir ÜNVER Tarafından Hazırlanan**

**GEMİ DİZEL MAKİNELERİNDE YAPILAN BAKIM ONARIM ÇALIŞMALARINA  
YÖNELİK BULANIK MANTIK TEMELLİ RİSK DEĞERLENDİRMESİ**




başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 12 / 12 / 2017 gün ve 1731 sayılı  
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
olarak kabul edilmiştir.

**Jüri Üyeleri**

**Başkan : Doç. Dr. Murat ÖZKÖK**

**Üye : Doç. Dr. Selçuk Çebi**

**Üye : Yrd. Doç. Dr. İsmail ALTIN**

**Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ**

**Enstitü Müdürü**

## ÖNSÖZ

İki zamanlı gemi dizel makinelerinde yapılan bakım-onarım çalışmaları, dünya ticaretinin vazgeçilmezi olan gemiler için büyük önem arz etmektedir. Söz konusu bakım-onarım çalışmaları esnasında oluşan riskler, gerçekleştirmeleri durumunda yaralanma ve ölümlere, işlerin aksamasına, maddi kayıplara sebep olmaktadır. Bakım-onarım çalışmaları esnasında oluşabilecek can ve mal kayıplarını asgari düzeye indirmenin yolu, risklerin tespiti ve ortadan kaldırılmasıyla mümkündür. Bunun yanında Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP), ikili matrisler aracılığı ile yapılan karşılaştırmalarda, sözel ifadelerle belirtilen uzman tecrübelerinden yararlanarak kriterler arasında analitik bir hiyerarşi kuran Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerindedir. Sunulan tez çalışmasında iki zamanlı gemi dizel makinelerinde yapılan bakım-onarım çalışmaları riskler açısından BAHP yöntemiyle karşılaştırılmış ve en riskli çalışmalar tespit edilmeye çalışılmıştır.

Tez çalışması boyunca bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösteren, her konuda maddi ve manevi desteğini esirgemeyen Danışman Hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. İsmail ALTIN'a sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım. Ayrıca çalışmam boyunca yapmış oldukları yardım ve katkılardan dolayı; Sayın Doç. Dr. Murat ÖZKÖK, Sayın Uzman Mühendis Osman YANIK, Sayın Öğr. Gör. Cihan NACAĞ, Sayın Arş. Gör. Veysi BAŞHAN, Sayın Arş. Gör. Ahmet KAYA, Sayın Mühendis Vedat İNAL'a teşekkür ederim. Son olarak desteklerinden ötürü Sayın Arş. Gör. Samet GÜRGEN ve Sayın Arş. Gör. Dursun SARAL'a, K.T.Ü. Gemi İnş. ve Gemi Mak. Müh. Bölüm Başkanlığı'na ve Yüzüncü Yıl Üniversitesi'ne teşekkür ederim.

Tez çalışmamı, tüm hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini esirgemeyerek beni bugünlere getiren aileme, canım eşime ve oğlum Ömer'e ithaf ediyorum.

Bedir ÜNVER  
Trabzon 2017

## **TEZ ETİK BEYANNAMESİ**

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Gemi Dizel Makinelerinde Yapılan Bakım Onarım Çalışmalarına Yönelik Bulanık Mantık Temelli Risk Değerlendirmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Yrd. Doç. Dr. İsmail ALTIN’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı, deneyleri ve analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı, 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. 29/12/2017

Bedir ÜNVER

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa No

ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET .....	IX
SUMMARY .....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	XI
TABLolar DİZİNİ.....	XV
SEMBOLLER DİZİNİ .....	XVI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş .....	1
1.2. İki Zamanlı Gemi Dizel Makineleri .....	1
1.3. İki Zamanlı Gemi Dizel Makinelerinde Bakım-Onarım Çalışmaları.....	3
1.3.1. Silindir Kapağında Yapılan Bakım-Onarım Çalışmaları.....	5
1.3.1.1. Silindir Kapağının Sökülüp-Takılması.....	5
1.3.1.2. Yakıt Valfinin Sökülüp-Takılması .....	6
1.3.1.3. Başlangıç Havası Valfinin Sökülüp-Takılması .....	7
1.3.1.4. Egzoz Valfinin Sökülüp-Takılması .....	7
1.3.1.5. Emniyet Valfinin Sökülüp-Takılması.....	8
1.3.1.6. Silindir Kapağının Tam Bakımı.....	8
1.3.2. Piston Kolu ve Salmastra Kutusunda Bakım-Onarım Çalışmaları.....	8
1.3.2.1. Piston, Segmanların Kontrolü ve Skavenç Mahalının Temizlenmesi .....	9
1.3.2.2. Pistonun Salmastra Kutusu ile Sökülüp-Takılması .....	10
1.3.2.3. Pistonun Tam Bakımı .....	10
1.3.2.4. Salmastra Kutusunun Tam Bakımı.....	11
1.3.3. Silindir Gömleği, Silindir Yağlama Sisteminde Bakım-Onarım Çalışmaları ..	11
1.3.3.1. Silindir Gömleğinin Kontrolü ve Cidar Kalınlığı Ölçümü .....	12
1.3.3.2. Silindir Gömleğinin Sökülüp-Takılması.....	13
1.3.3.3. Silindir Yağlayıcılarının Sökülüp-Takılması.....	13
1.3.3.4. Silindir Yağlayıcılarının Kontrolü.....	13

1.3.4.	Çapraz Kafa ve Biyel Kolunda Yapılan Bakım-Onarım Çalışmaları.....	14
1.3.4.1.	Çapraz Kafa Yataklarının Kontrolü ve Sökülüp-Takılması .....	14
1.3.4.2.	Çapraz Kafanın Sökülüp-Takılması .....	15
1.3.4.3.	Krank Pimi Yataklarının Kontrolü ve Sökülüp-Takılması.....	15
1.3.4.4.	Biyel Kolunun Sökülüp Takılması .....	16
1.3.5.	Krank Mili ve İtme Yatağında Yapılan Bakım-Onarım Çalışmaları.....	16
1.3.5.1.	Krank Mili Sapmalarının Kontrolü.....	16
1.3.5.2.	Ana Yatakların Kontrolü .....	17
1.3.5.3.	Ana Yatakların Sökülüp-Takılması .....	17
1.3.5.4.	İtme Yataklarının Boşluk Kontrolü .....	17
1.3.5.5.	İtme Yataklarının Sökülüp-Takılması .....	18
1.3.6.	Zincir Tahrik Sisteminde Yapılan Bakım-Onarım Çalışmaları.....	18
1.3.6.1.	Zincir Tahrik Sistemi, Cıvata Bağlantıları ve Yağlayıcıların Kontrolü .....	19
1.3.6.2.	Zincirin Sökülüp-Takılması.....	19
1.3.6.3.	Eksantrik Mili Yataklarının Boşluk Kontrolü .....	19
1.3.6.4.	Mekanik Kontrol Donanımı Zamanlama Ayarı.....	20
1.3.6.5.	Eksantrik Mili Zincir Bağlantılarının Ayarlanması.....	20
1.3.7.	Başlangıç Havası Sisteminde Bakım-Onarım Çalışmaları.....	20
1.3.7.1.	Başlangıç Havası Dağıtıcısının Kontrolü ve Tam Bakımı .....	21
1.3.7.2.	Başlangıç Havası Valfinin Kontrolü ve Tam Bakımı.....	22
1.3.7.3.	İndikatör Valfinin Tam Bakımı .....	22
1.3.8.	Egzoz Valfi Bakım-Onarım Çalışmaları .....	22
1.3.8.1.	Yüksek Basınç Devrelerinin Uyarlanması .....	23
1.3.8.2.	Egzoz Valfinin Tam Bakımı.....	24
1.3.8.3.	Hidrolik Egzoz Valfi Aktüatörünün Tam Bakımı .....	24
1.3.8.4.	Makara Kılavuzlarının Kontrolü ve Kaldırılması.....	25
1.3.8.5.	Egzoz Kam Profilinin Ayarlanması.....	25
1.3.9.	Yakıt Sisteminde Yapılan Bakım-Onarım Çalışmaları .....	25
1.3.9.1.	Yakıt Pompası Kamlarının Ayarlanması .....	26
1.3.9.2.	Yakıt Pompası Tam Bakımı .....	27
1.3.9.3.	Yakıt Pompası Üst Kapakların Tam Bakımı .....	27
1.3.9.4.	Yakıt Pompası Alıcı Valflerin Tam Bakımı .....	28

1.3.9.5.	Yüksek Basıncılı Yakıt Devrelerinin Tam Bakımı.....	28
1.3.10.	Turboşarjda Yapılan Bakım-Onarım Çalışmaları.....	28
1.3.10.1.	Turboşarj Tam Bakımı.....	29
1.3.10.2.	Turboşarj Türbin Tarafının Temizlenmesi .....	30
1.3.10.3.	Turboşarj Hava Soğutucusunun Temizlenmesi .....	30
1.3.10.4.	Döndürmez Valfin Sökülüp-Takılması.....	31
1.3.10.5.	Yardımcı Üfleyicilerin Tam Bakımı.....	31
1.4.	Bulanık Mantık .....	31
1.4.1.	Bulanık Kümeler ve Üyelik Dereceleri .....	33
1.4.1.1.	Bulanık Kümeler.....	33
1.4.1.2.	Bulanık Küme Üyelik Fonksiyonları.....	35
1.4.1.2.1.	Üçgen Tipi Üyelik Fonksiyonu .....	35
1.4.1.2.2.	Yamuk Tipi Üyelik Fonksiyonu .....	36
1.4.1.2.3.	Sigmoid Üyelik Fonksiyonu Tipi .....	37
1.4.1.2.4.	s-Biçimli Üyelik Fonksiyonu Tipi .....	38
1.4.1.2.5.	z-Biçimli Üyelik Fonksiyonu Tipi.....	38
1.4.1.2.6.	Gaussian Üyelik Fonksiyonu Tipi .....	39
1.4.1.2.7.	$\Pi$ Üyelik Fonksiyonu Tipi.....	40
1.4.1.3.	Bulanık Sayılar .....	41
1.4.1.3.1.	Üçgensel Bulanık Sayılar .....	41
1.4.1.3.2.	Bulanık Sayılarda Durulaştırma İşlemleri .....	42
1.4.2.	Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme .....	42
1.4.3.	Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi .....	43
1.5.	Risk Kavramı .....	45
1.6.	Borda Sayım Yöntemi .....	45
1.7.	Literatür Çalışması.....	46
1.8.	Tez Çalışmasının Amacı ve Kapsamı.....	50
1.8.1.	Tez Çalışmasının Amacı.....	50
1.8.2.	Tez Çalışmasının Kapsamı .....	51
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	52
2.1.	Bakım Onarım Çalışmalarının Belirlenmesi .....	52
2.2.	Katılımcıların Belirlenmesi ve Anket Uygulaması.....	54



2.3.	Kullanılan Yöntemler .....	56
2.3.1.	Buckley Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi.....	56
2.3.1.1.	Buckley Yaklaşımının Algoritması .....	57
2.3.2.	Chang Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi .....	59
2.3.2.1.	Chang Yaklaşımının Algoritması .....	59
2.4.	Uygulama.....	62
2.4.1.	Dilsel İfadelerin Bulanık Karşılıklarının Oluşturulması.....	62
2.4.2.	Uzman Görüşlerinin Üçgen Bulanık Sayılara Dönüştürülmesi.....	63
2.4.3.	Yöntemlerin Örnek Kullanımı .....	65
2.4.3.1.	Buckley Yaklaşımı Örneği .....	65
2.4.3.2.	Chang Yaklaşımı Örneği .....	67
2.4.3.3.	Bağıl Ağırlıkların Hesaplanması .....	69
3.	BULGULAR.....	75
4.	SONUÇLAR VE TARTIŞMA .....	105
5.	ÖNERİLER.....	107
6.	KAYNAKLAR .....	108
7.	EKLER .....	115

ÖZGEÇMİŞ

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

GEMİ MAKİNE DAİRESİNDE YAPILAN BAKIM-ONARIM FAALİYETLERİNİN  
BULANIK MANTIK TEMELLİ RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Bedir ÜNVER

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü

Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. İsmail ALTIN

2017, 114 Sayfa, 36 Ek Sayfa

Bir makinenin kullanım ömrü ve istenen şartlarda çalışması bakım-onarım faaliyetlerine bağlıdır. Gemi dizel makineleri geminin kalbi ve ana tahrik sistemi olmakla birlikte, boyutları sebebiyle bakım-onarım faaliyetleri esnasında pek çok risk barındırmaktadır. Bu riskler gerçekleşmeleri durumunda telafisi zor kayıplara sebep olabilirler. Bu çalışmada iki zamanlı gemi dizel makinelerinde yapılan bakım-onarım faaliyetleri risk büyüklükleri açısından incelenmiş, en riskli bakım-onarım faaliyetleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla uzmanlardan alınan niteliksel bilginin niceliksel forma dönüştürülmesi işleminde Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden biri olan Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP) yöntemi kullanılmıştır. Belirlenen 46 bakım-onarım çalışması, literatürde en sık kullanılan BAHP yöntemlerinden olan Buckley ve Chang yaklaşımları ile karşılaştırılmış ve risk ağırlıkları tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçların, risklerin bertaraf edilerek kayıpların en aza indirilmesi hususunda ileride yapılacak çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler** : İki zamanlı gemi dizel makineleri, Bakım-onarım, Risk, Bulanık analitik hiyerarşi prosesi

Master Thesis

SUMMARY

FUZZY LOGIC BASED RISK ASSESSMENT FOR MAINTENANCE AND REPAIR  
WORKS IN MARINE DIESEL ENGINES

Bedir ÜNVER

Karadeniz Technical University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Naval Architecture and Marine Engineering  
Supervisor: Assist. Prof. Dr. İsmail ALTIN  
2017, 114 Pages, 36 Pages Appendix

The life and working conditions of a machine depend on maintenance-repair activities. Marine diesel engines, together with the heart and main drive system of the ship, carry many risks due to their size during maintenance. These risks can cause serious loss of compensation if they occur. In this study, maintenance and repair activities carried out in two stroke marine diesel engines were examined in terms of risk magnitudes and the most risky maintenance-repair activities were tried to be determined. For this purpose, the Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP) method is used in the Multi Criteria Decision Making (MCDM) methods, which transforms the qualitative information obtained from the experts into the quantitative form. The 46 identified maintenance-repair studies were compared with the Buckley and Chang approaches and the risk weights were determined for the most frequently used FAHP methods in the literature. It is thought that the results obtained will shed light on future work to reduce risks by eliminating losses.

**Key Words** : Two stroke marine diesel engine, Maintenance-repair, Risk, Fuzzy analytical hierarchy process

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Dizel motorların sınıflandırılması .....	2
Şekil 1.2. İki zamanlı gemi dizel makinesi .....	4
Şekil 1.3. İki zamanlı gemi dizel makinesi silindir kapağı .....	6
Şekil 1.4. İki zamanlı gemi dizel makinesinde silindir gömleği.....	12
Şekil 1.5. Çapraz kafa ve biyel kolu .....	14
Şekil 1.6. Zincir tahrik sistemi .....	18
Şekil 1.7. Başlangıç havası valfi .....	21
Şekil 1.8. Egzoz valfi .....	23
Şekil 1.9. Basit yakıt pompası.....	26
Şekil 1.10. Turboşarj çalışma prensibi .....	29
Şekil 1.11. Sıcaklık ortalaması için klasik küme örneği.....	34
Şekil 1.12. Sıcaklık ortalaması için bulanık küme örneği .....	34
Şekil 1.13. Üçgen tipi üyelik fonksiyonu.....	35
Şekil 1.14. Yamuk tipi üyelik fonksiyonu .....	36
Şekil 1.15. Sigmoid üyelik fonksiyonu.....	37
Şekil 1.16. s-Biçimli üyelik fonksiyonu tipi .....	38
Şekil 1.17. z-Biçimli üyelik fonksiyonu tipi .....	39
Şekil 1.18. Gaussian üyelik fonksiyonu tipi .....	40
Şekil 1.19. II Üyelik Fonksiyonu Tipi .....	40
Şekil 2.1. Gemi dizel makinelerinde yapılan bakım onarım çalışmaları için hiyerarşik karar verme modeli.....	55
Şekil 2.2. $M_1$ ve $M_2$ üçgen bulanık sayılarının kesişimi.....	61
Şekil 3.1. Buckley yaklaşımı ile silindir kapağında yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri.....	80
Şekil 3.2. Chang yaklaşımı ile silindir kapağında yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri .....	81
Şekil 3.3. Buckley yaklaşımı ile piston ve salmastra kutusunda yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri .....	82
Şekil 3.4. Chang yaklaşımı ile piston ve salmastra kutusunda yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri .....	83

Şekil 3.5.	Buckley yaklaşımı ile silindir gömleği ve yağlama sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri.....	84
Şekil 3.6.	Chang yaklaşımı ile silindir gömleği ve yağlama sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri.....	85
Şekil 3.7.	Buckley yaklaşımı ile çapraz kafa ve biyel kolunda yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri.....	86
Şekil 3.8.	Chang yaklaşımı ile çapraz kafa ve biyel kolunda yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri.....	87
Şekil 3.9.	Buckley yaklaşımı ile krank mili ve itme yatağında yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri.....	88
Şekil 3.10.	Chang yaklaşımı ile krank mili ve itme yatağında yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri.....	89
Şekil 3.11.	Buckley yaklaşımı ile zincir tahrik sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri.....	90
Şekil 3.12.	Chang yaklaşımı ile zincir tahrik sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri.....	91
Şekil 3.13.	Buckley yaklaşımı ile başlangıç havası sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri.....	92
Şekil 3.14.	Chang yaklaşımı ile başlangıç havası sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri.....	93
Şekil 3.15.	Buckley yaklaşımı ile egzoz valfinde yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri.....	94
Şekil 3.16.	Chang yaklaşımı ile egzoz valfinde yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri.....	95
Şekil 3.17.	Buckley yaklaşımı ile yakıt sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri.....	96
Şekil 3.18.	Chang yaklaşımı ile yakıt sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri.....	97
Şekil 3.19.	Buckley yaklaşımı ile turboşarjer sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri.....	98
Şekil 3.20.	Chang yaklaşımı ile tuboşarjer sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri.....	99
Şekil 3.21.	Buckley yaklaşımında tüm bakım onarım çalışmaları için risk değerleri karşılaştırması.....	100
Şekil 3.22.	Chang yaklaşımında tüm bakım onarım çalışmaları için risk değerleri karşılaştırması.....	102
Ek Şekil 7.1.	Örnek anket bölümü.....	119
Ek Şekil 7.2.	Seçim sonrası örnek anket bölümü.....	120

## TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1. Bulanık AHP yöntemlerinin kıyaslanması .....	44
Tablo 2.1. Uzmanların katılımcı profili .....	56
Tablo 2.2. Chang tarafından önerilen bulanık ölçek .....	63
Tablo 2.3. Uzman 1 tarafından doldurulan silindir kapağı çalışmaları anketi .....	64
Tablo 2.4. Uzman 1 silindir kapağı çalışmaları bulanık ağırlıkları .....	64
Tablo 2.5. Silindir kapağında yapılan çalışmaların satır geometrik ortalamaları .....	65
Tablo 2.6. Bulanık ağırlıklı karar matrisi.....	66
Tablo 2.7. Silindir kapağında yapılan çalışmaların durulaştırılmış değerleri .....	66
Tablo 2.8. Silindir kapağı çalışmalarının Buckley yaklaşımıyla risk değerleri .....	66
Tablo 2.9. Silindir kapağı çalışmalarının satır toplam bulanık ağırlıkları .....	67
Tablo 2.10. Sentetik boyut (yapay büyüklük) değerleri .....	67
Tablo 2.11. Normalize edilmemiş $W'$ ağırlık vektörleri .....	68
Tablo 2.12. Silindir kapağı çalışmalarının Chang yaklaşımıyla risk değerleri .....	69
Tablo 2.13. Uzman 1'in Buckley yaklaşımı ile tüm kriterler için risk değerlendirmesi .....	70
Tablo 2.14. Uzman 1'in Chang yaklaşımı ile tüm kriterler için risk değerlendirmesi .....	72
Tablo 2.15. Buckley yaklaşımı ile Uzman 1'in en yüksek riskli 5 kriteri .....	74
Tablo 2.16. Chang yaklaşımı ile Uzman 1'in en yüksek riskli 5 kriteri.....	74
Tablo 3.1. Buckley yaklaşımı ile tüm kriterler için genel risk değerlendirmesi .....	76
Tablo 3.2. Chang yaklaşımı ile tüm kriterler için genel risk değerlendirmesi .....	78
Tablo 3.3. Borda skoruna göre en riskli ilk 10 bakım onarım çalışması .....	104
Ek Tablo 7.1. Uzman 1 silindir kapağı anket sonuçları .....	121
Ek Tablo 7.2. Uzman 2 silindir kapağı anket sonuçları .....	121
Ek Tablo 7.3. Uzman 3 silindir kapağı anket sonuçları .....	122
Ek Tablo 7.4. Uzman 4 silindir kapağı anket sonuçları .....	122
Ek Tablo 7.5. Uzman 5 silindir kapağı anket sonuçları .....	123
Ek Tablo 7.6. Uzman 1 piston kolu ve salmastra kutusu anket sonuçları .....	123
Ek Tablo 7.7. Uzman 2 piston kolu ve salmastra kutusu anket sonuçları .....	124
Ek Tablo 7.8. Uzman 3 piston kolu ve salmastra kutusu anket sonuçları .....	124

Ek Tablo 7.9. Uzman 4 piston kolu ve salmastra kutusu anket sonuçları .....	125
Ek Tablo 7.10. Uzman 5 piston kolu ve salmastra kutusu anket sonuçları .....	125
Ek Tablo 7.11. Uzman 1 silindir gömleği ve silindir yağlama sistemi anket sonuçları ....	126
Ek Tablo 7.12. Uzman 2 silindir gömleği ve silindir yağlama sistemi anket sonuçları ....	126
Ek Tablo 7.13. Uzman 3 silindir gömleği ve silindir yağlama sistemi anket sonuçları ....	127
Ek Tablo 7.14. Uzman 4 silindir gömleği ve silindir yağlama sistemi anket sonuçları ....	127
Ek Tablo 7.15. Uzman 5 silindir gömleği ve silindir yağlama sistemi anket sonuçları ....	128
Ek Tablo 7.16. Uzman 1 çapraz kafa ve biyel kolu anket sonuçları .....	128
Ek Tablo 7.17. Uzman 2 çapraz kafa ve biyel kolu anket sonuçları .....	129
Ek Tablo 7.18. Uzman 3 çapraz kafa ve biyel kolu anket sonuçları .....	129
Ek Tablo 7.19. Uzman 4 çapraz kafa ve biyel kolu anket sonuçları .....	130
Ek Tablo 7.20. Uzman 5 çapraz kafa ve biyel kolu anket sonuçları .....	130
Ek Tablo 7.21. Uzman 1 krank mili itme yatağı anket sonuçları .....	131
Ek Tablo 7.22. Uzman 2 krank mili itme yatağı anket sonuçları .....	131
Ek Tablo 7.23. Uzman 3 krank mili itme yatağı anket sonuçları .....	132
Ek Tablo 7.24. Uzman 4 krank mili itme yatağı anket sonuçları .....	132
Ek Tablo 7.25. Uzman 5 krank mili itme yatağı anket sonuçları .....	133
Ek Tablo 7.26. Uzman 1 zincir tahrik sistemi anket sonuçları.....	133
Ek Tablo 7.27. Uzman 2 zincir tahrik sistemi anket sonuçları.....	134
Ek Tablo 7.28. Uzman 3 zincir tahrik sistemi anket sonuçları.....	134
Ek Tablo 7.29. Uzman 4 zincir tahrik sistemi anket sonuçları.....	135
Ek Tablo 7.30. Uzman 5 zincir tahrik sistemi anket sonuçları.....	135
Ek Tablo 7.31. Uzman 1 başlangıç havası sistemi anket sonuçları.....	136
Ek Tablo 7.32. Uzman 2 başlangıç havası sistemi anket sonuçları.....	136
Ek Tablo 7.33. Uzman 3 başlangıç havası sistemi anket sonuçları.....	137
Ek Tablo 7.34. Uzman 4 başlangıç havası sistemi anket sonuçları.....	137
Ek Tablo 7.35. Uzman 5 başlangıç havası sistemi anket sonuçları.....	138
Ek Tablo 7.36. Uzman 1 egzoz valfi anket sonuçları.....	138
Ek Tablo 7.37. Uzman 2 egzoz valfi anket sonuçları.....	139
Ek Tablo 7.38. Uzman 3 egzoz valfi anket sonuçları.....	139
Ek Tablo 7.39. Uzman 4 egzoz valfi anket sonuçları.....	140
Ek Tablo 7.40. Uzman 5 egzoz valfi anket sonuçları.....	140

Ek Tablo 7.41. Uzman 1 yakıt sistemi anket sonuçları .....	141
Ek Tablo 7.42. Uzman 2 yakıt sistemi anket sonuçları .....	141
Ek Tablo 7.43. Uzman 3 yakıt sistemi anket sonuçları .....	142
Ek Tablo 7.44. Uzman 4 yakıt sistemi anket sonuçları .....	142
Ek Tablo 7.45. Uzman 5 yakıt sistemi anket sonuçları .....	143
Ek Tablo 7.46. Uzman 1 turboşarj sistemi anket sonuçları .....	143
Ek Tablo 7.47. Uzman 2 turboşarj sistemi anket sonuçları .....	144
Ek Tablo 7.48. Uzman 3 turboşarj sistemi anket sonuçları .....	144
Ek Tablo 7.49. Uzman 4 turboşarj sistemi anket sonuçları .....	145
Ek Tablo 7.50. Uzman 5 turboşarj sistemi anket sonuçları .....	145
Ek Tablo 7.51. Uzman 1 bakım onarım çalışmaları genel değerlendirme anket sonuçları	146
Ek Tablo 7.52. Uzman 2 bakım onarım çalışmaları genel değerlendirme anket sonuçları	147
Ek Tablo 7.53. Uzman 3 bakım onarım çalışmaları genel değerlendirme anket sonuçları	148
Ek Tablo 7.54. Uzman 4 bakım onarım çalışmaları genel değerlendirme anket sonuçları	149
Ek Tablo 7.55. Uzman 5 bakım onarım çalışmaları genel değerlendirme anket sonuçları	150



## SEMBOLLER DİZİNİ

- AHP : Analitik Hiyerarşı Prosesi  
BAHP : Bulanık Analitik Hiyerarşı Prosesi  
ÇKKV : Çok Kriterli Karar Verme  
IMO : Uluslararası Denizcilik Örgütü  
TCDD : Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları



## **1. GENEL BİLGİLER**

### **1.1. Giriş**

Ticari aktivitelerin sınırlarının gelişmesi ve dünyanın yaklaşık %71'inin denizlerle kaplı olması sebebiyle, dünya ticaretinde denizyolu taşımacılığı büyük bir öneme sahiptir. Dünya ticaretinin yaklaşık %80'i denizyolu taşımacılığı ile yapılmakta olup, sanayi ham maddesini oluşturan yükleri bir seferde taşıma özelliği ve taşıma maliyetinin demiryoluna göre 7/2, karayoluna göre 7 ve havayoluna göre 22 kat daha ucuz olması bu taşımacılığın en önemli avantajları arasındadır (Devlet Planlama Teşkilatı, 2007).

Denizyolu taşımacılığının temel elemanlarından olan gemiler, yüksek derecede güvenilirlik ile kendi kendilerini idame ettirmeleri gereken büyük ve karmaşık sistemlere sahip araçlardır. Kimi zaman aylar süren seferler yapan bu araçlar, mürettebatının, yükünün ve kendisinin güvenliğini sağlayabilecek donanımlarla donatılmakta ve karadan yardım almadan taşıdığı yükü hedef limana taşınması sağlanmaktadır.

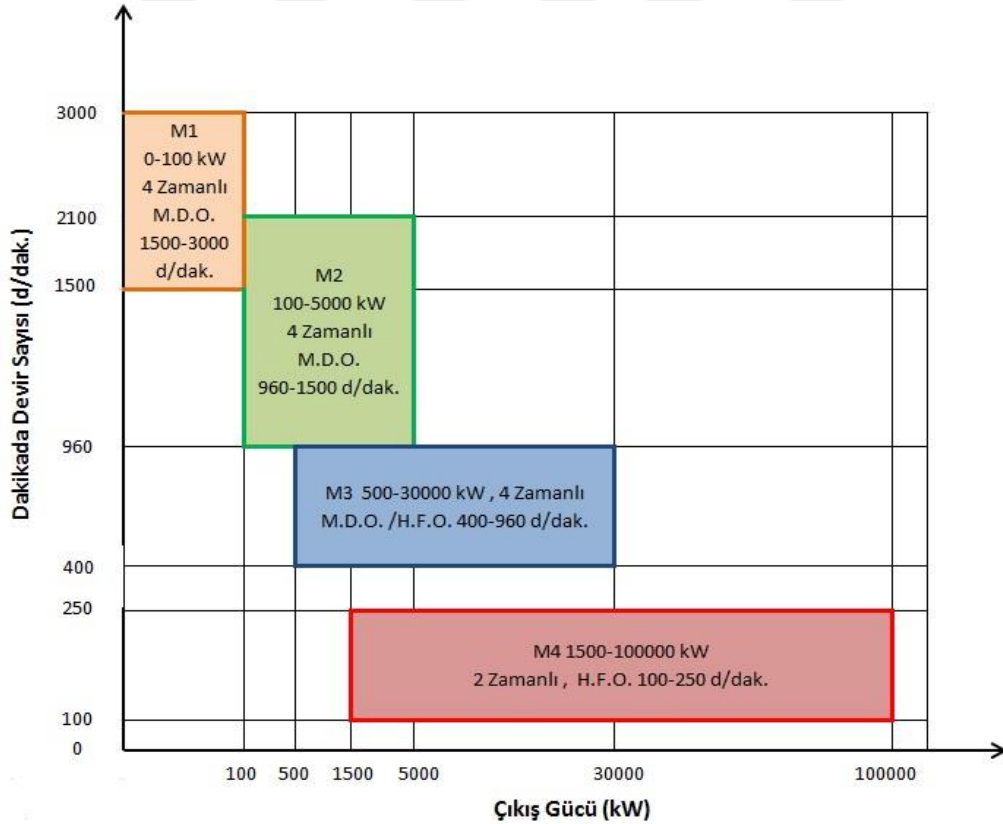
Gemilerin su üzerinde hareket etmesini sağlayan sevk ve tahriki sağlayan en önemli bölümü ana makineleridir. Bu araçların kalbi sayılan ana makinelerin çalışmalarında yaşanabilecek problemler geminin durmasına, büyük meblağlarda maddi kayıplara ve en önemlisi hava muhalefetinin ortaya çıkmasıyla mürettebatın, yükün ve geminin büyük tehlikelere maruz kalmasına sebep olabilir.

### **1.2. İki Zamanlı Gemi Dizel Makineleri**

Denizyolu taşımacılığını sağlayan gemilerin yaklaşık %98'i ana makine olarak dizel motorları kullanmaktadır. Bu oran oldukça yüksek olup, geriye kalan yüzdeleri buhar türbinli ya da nükleer esaslı güç üreteçleri doldurmaktadır. Alışılmışın dışında güç üreteçleri kullanan gemiler ise, rüzgâr ve güneş enerjisi yardımıyla sevk edilmektedirler. Mevcut gemilerin neredeyse tamamının dizel motorlarla sevk edilmesi, gemilerde ana makine kavramı ile dizel motorların örtüşmesine yol açmıştır. Bütün bunların ışığında gemilerde ana makineden söz ediliyorsa, dizel motorlardan söz edildiğini söylemek yanlış olmaz (Özsoysal, 2008).

Dizel motorlarda yakıttaki enerji yanma sonucu mekanik enerjiye çevrilir. Yakıtın sıkıştırılmış ve kızgın hale dönmüş havaya atomize durumda püskürtülmesi ile yanma gerçekleşir. Bunun sonucunda genişleme ile edilen iş, piston, piston kolu ve biyel vasıtasıyla krank miline iletilir. Krank milinin dönmesi ile mekanik enerji elde edilmiş olur.

Dizel motorlar çalışma prensiplerine göre iki zamanlı ve dört zamanlı olmak üzere iki çeşittir. Dört zamanlı motorlarda iş döngüsü krank milinin iki devrinde, dolayısıyla dört strokta tamamlanır. Bu çalışma prensibi ile çalışan motorlar genellikle yüksek devirli ve orta devirli dizel motorlardır. İki zamanlı motorlar mekanik olarak dört zamanlı motorlara göre daha basittir. İsminden de anlaşılacağı üzere iş döngüsü krank milinin bir devrinde, iki strokta tamamlanır (Ferguson ve Kirkpatrick, 2016). Bu çalışma prensibine göre çalışan motorlar ise iki zamanlı dizel motorlardır. Büyük boyutta ve düşük devirdeki bu motorlar çapraz kafalı (crosshead) motorlar olmak üzere gemiler ve dizel enerji santrallerinde kullanılmaktadır.



Şekil 1.1. Dizel motorların sınıflandırılması (Kuiken, 2008).

Dizel motorların güç ve devir sayısına göre sınıflandırması Şekil 1.1.'de görülmektedir. M1 ve kategorisi yüksek devirli, dört zamanlı, 1500-3000 devirleri arasında, dizel yakıtla çalışan dizel motorları göstermektedir. M2 kategorisi yüksek devirli, dört zamanlı, 960-2100 devirleri arasında, dizel yakıtla çalışan dizel motorları; M3 kategorisi orta devirli, dört zamanlı, 400-960 devirleri arasında, dizel ve ağır yakıtlarla çalışan dizel motorları; M4 kategorisi çapraz kafalı, düşük devirli, iki zamanlı, 50-250 devirleri arasında, ağır yakıt ile çalışan dizel motorları göstermektedir.

İki zamanlı gemi dizel makineleri ticari gemilerin sevk edilmesi için ihtiyaç duyulan hız ve güç talebini, dişli kutusu olmadan pervaneye direkt bağlantı ile sağlayabilmektedir. Bu makineler ebatlarının etkisiyle en verimli termal makinelerdir. Orta devirli motorlara göre ağır yakıtları, çevrim esnasında zaman ve alan avantajları ile daha kolay yakabilirler. Kullandıkları ağır yakıt ham petrol arıtım işlemlerinden artan kalıntılardan ibaret olduğundan rafine ürünlere göre çok daha ucuzdur. İki zamanlı dizel motorların çapraz kafalı üretilmesi, orta devirli motorlara göre daha uzun stroklu olmasını ve yağlama sisteminin bütün ana makineyi yağlayabilmesini sağlamaktadır. İki zamanlı dizel motorlarda daha düşük silindir sayısının bulunması, hareketli parça sayısını azaltmakta ve bakım maliyetini düşürmektedir. Bununla birlikte gürültü seviyesi orta devirli dizel motorlara göre daha düşük seviyededir (Kyrtatos, 2017). İki zamanlı dizel motorların en büyük dezavantajı olan hacim ve ağırlık yönünden büyüklüğü, gemiler için sağladığı avantajlara göre önemsiz kalmaktadır. Bu sebeplerden dolayı genellikle iki zamanlı, yüksek güçlü dizel motorlar gemilerin sevk ve tahrik sisteminde kullanılmaktadır.

### **1.3. İki Zamanlı Gemi Dizel Makinelerinde Bakım-Onarım Çalışmaları**

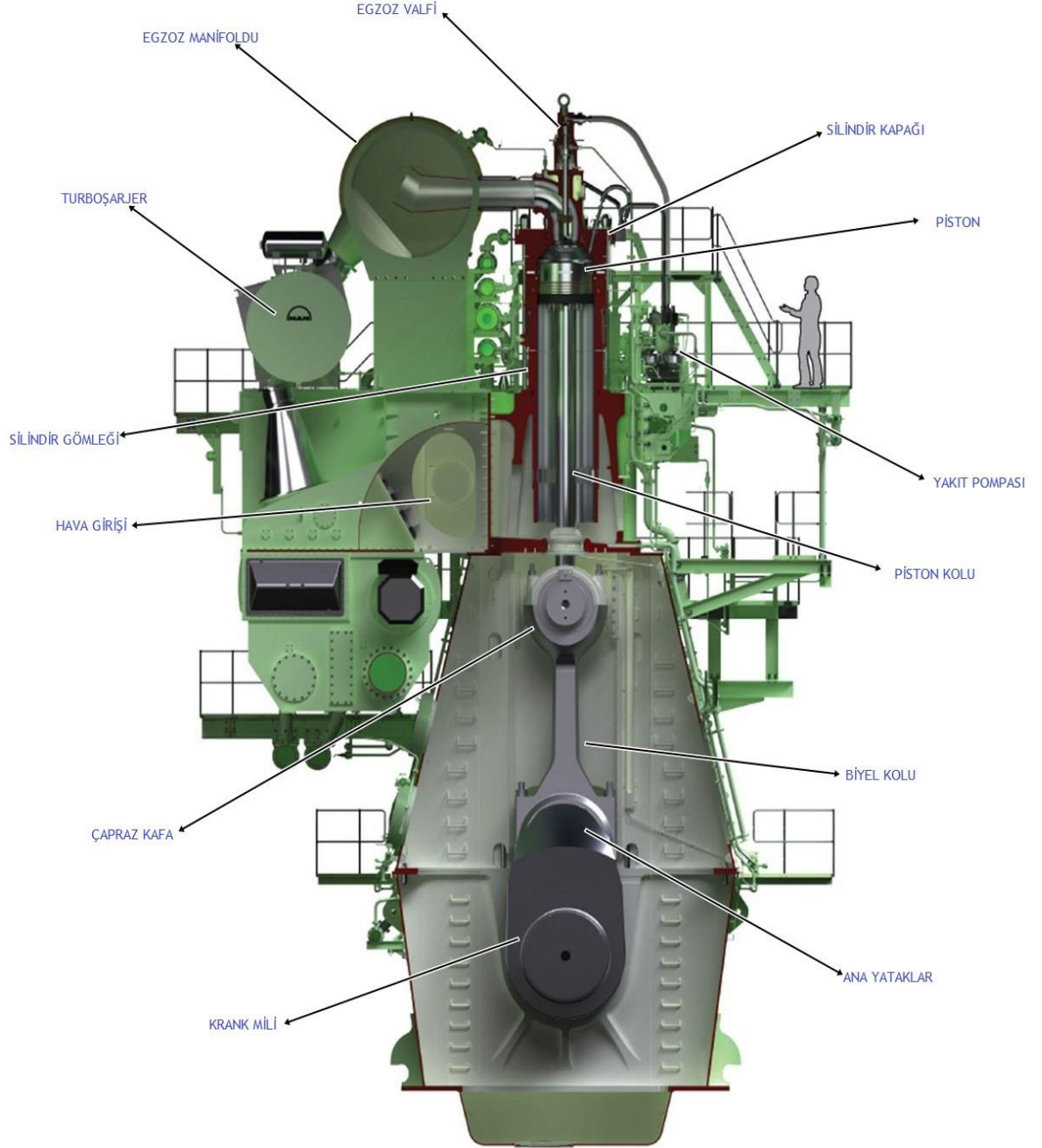
Gemiler karmaşık makine sistemleriyle başlı başına bir dünyadır. Mürettebatın, yükün ve geminin güvenliğinin sağlanabilmesi, bu sistemlerin birbirleriyle uyum içinde herhangi bir aksaklık yaşanmadan çalışabilmesine bağlıdır. Bütün bunların yanında özellikle gemi ana makinelerinde yaşanabilecek bir arıza geminin durmasına ve yükümlü olduğu görevi yerine getirmesine engel teşkil eder. Bu tür arızalar maddi olarak getirdikleri büyük kayıpların yanı sıra, istenmeyecek biçimde yaralanmalara ve ölümlere yol açabilir.

Arızaları oluşmadan engellemek veya oluşan arızayı gidermek için gemi ana makinelerinin bakım-onarım çalışmaları büyük bir titizlikle yürütülmelidir. Bu çalışmalar

gemi ana makinesi üreticisinin tavsiyeleri, gemi sahibinin bilgilendirilmesi ile işletme mühendislerinin kararı ve nezaretinde gerçekleştirilir.

Bu çalışmada baz alınan bakım-onarım çalışmalarının yazımı için Kawasaki-Man B&W marka S50MC-C model bir gemi dizel makinesinin kullanım kılavuzu incelenmiştir.

Şekil 1.2’de iki zamanlı bir gemi dizel makinesi ve bölümleri görülmektedir.



Şekil 1.2. İki zamanlı gemi dizel makinesi (URL-1, 2017).

### 1.3.1. Silindir Kapağında Yapılan Bakım-Onarım Çalışmaları

İsminden de anlaşılacağı üzere silindir kapağı silindirin üst kısmını kaplamak için kullanılır ve başlık (cover-kaver) olarak da bilinir. Yanma odasının üst kısmını kapatarak içten yanmalı motorda yanmanın gerçekleşeceği kapalı bir alan sağlarlar. Üzerlerinde motorun imalatı ve modeline bağlı olarak değişiklik gösterebilecek şekilde başlangıç havası valfi, yakıt valfi, egzoz valfi, emniyet valfi ve gösterge musluğu bulunmaktadır.

Silindir kapağının alt tarafının yanma odasının üst kısmını oluşturmasından dolayı üzerinde yüksek derecede termal ve mekanik gerilmeler oluşmaktadır. Uygun yanmanın gerçekleşebilmesi ve kapağın gerilmelere dayanabilmesi için tasarımının dikkatlice yapılması gerekmektedir. Bu nedenlerden dolayı silindir kapağı tek parça dövme çelikten yapılır. İçinde soğutma suyunun dolaşarak soğuma sağlayabilmesi için kanallar bulunmaktadır. Hidrolik cıvatalar aracılığı ile silindir gövdesinde bulunan saplamalara monte edilerek etkisinde kaldıkları gaz kuvvetlerini silindir gövdesi plakalarına aktarmaları sağlanır.

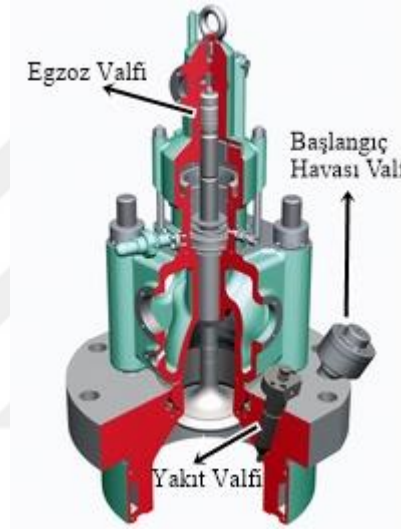
#### 1.3.1.1. Silindir Kapağının Sökülüp-Takılması

Silindir kapağının sökülmesine başlamadan önce ana başlangıç valfi kapalı konuma getirilir. Torna çark bağlanır ve gösterge musluğu açılır. Silindirde bulunan soğutma suyu giriş çıkış valfleri kapatıldıktan sonra, suyun boşaltılması için boşaltma musluğu açılır ve su boşaldıktan sonra kapatılır. Yakıt valfinin yakıt girişleri kapatılır. Egzoz valfinin ve emniyet sisteminin kontrol havası beslemeleri kapatılır.

Sonraki aşamada egzoz valfinin soğutma suyu çıkış devreleri egzoz valfinden ayrılır. Egzoz gazlarının egzoz valfinden manifolda aktarılmasını sağlayan bağlantı bölümü sökülür. Egzoz valfinin açılıp kapanmasını sağlayan yüksek basınç devresi ve yağlama devreleri sökülür. Hidrolik aktüatör boşaltma devreleri sökülür. Yüksek basınçlı yakıt devreleri ve yakıt dönüş devreleri dağıtıcı bloktan sökülür. Yakıt alarm sisteminden boşalma muslukları ve kontrol havası devreleri ayrılır. Başlangıç havası valfinin kontrol havası bağlantıları ve hava giriş bağlantıları sökülür.

Son aşamada saplamalar hidrolik basınçla gerdirilerek somunlar açılır. Kreyn yardımıyla silindir kapağı silindirin üstünden kaldırılır. Silindir kapağı ile silindir gömleği arasına konulan conta bileziği alındıktan sonra, kapak iki tahta bloğun üzerine konulur.

Silindir kapağının takılması işlemi kapağın kreyn yardımıyla dikkatlice kaldırılması ile başlar. Kapak ile silindir gömleği arasına yeni bir conta bileziği konulduktan sonra, soğutma suyu devresi yerine oturacak şekilde montaj yüzeyine kapak indirilir. Soğutma suyu devresi cıvataları deliklerine geçirildikten sonra, kapağın hidrolik somunları yerine oturtularak sıkılır. Söküm işlemi esnasında yapılan işlem sırası sondan başlayacak şekilde devreler bağlanır. Yakıt, yağ ve hava devreleri açıldıktan sonra, alarm sistemleri aktif hale getirilir (Kawasaki-Man B&W, 2006). Şekil 1.3’de iki zamanlı bir gemi dizel motorunun silindir kapağı görülmektedir.



Şekil 1.3. İki zamanlı gemi dizel makinesi silindir kapağı (URL-2, 2017).

### 1.3.1.2. Yakıt Valfinin Sökülüp-Takılması

Yakıt valfleri (Enjektörler), yakıt pompaları tarafından gönderilen yakıtı yüksek basınçta (250-350 bar), atomize olacak biçimde yanma odasına püskürterek yanmasını sağlar.

Yakıt valfinin sökülmesine başlamadan önce yakıt giriş çıkış valfleri kapatılıp, yüksek basınç devresi ve valfin içinde bulunan yakıtın boşalması sağlanır. Daha sonra yüksek basınç devresi ve yakıt dönüş devresi sökülür. Saplamalarda bulunan somunlar gevşetilerek enjektör alınır. Valfin yapışıp, yerinden çıkmaması durumunda çektirme aracının yardımıyla alınır.

Yakıt valfinin takılmasından önce valfin oturduğu yuva yardımcı araçlarla iyice temizlenerek enjektörün tam olarak oturması sağlanır. Yakıt valfi yerine oturtulmadan önce yüksek sıcaklık etkisiyle yuvaya yapışmaması için üstüne Molibden Disülfid (molykote) sürülerek sonraki sökümde kolayca alınması amaçlanır. Yakıt valfi yuvaya oturtulduktan, saplamalara geçirilen somunlar sıkılarak yerine sabitlenir. Yüksek basınç devresi ve geri dönüş devresi bağlandıktan sonra, yakıt giriş-çıkış valfleri açılarak çalışmaya hazır hale getirilir (Kawasaki-Man B&W, 2006).

### **1.3.1.3. Başlangıç Hava Valfinin Sökülüp-Takılması**

Silindir kapağının üstüne monte edilen ve kontrol havası aracılığı ile açılıp kapanması kontrol edilen başlangıç havası valfi (Starting Air Valve), yaklaşık 30 bar basınçta olan havayı piston kafasına püskürterek ana makinede ilk hareketi sağlar.

Başlangıç havası valfi sökülürken öncelikle başlangıç havası ve kontrol havası kapatılır. Kontrol havası devresi valfin üzerinden alındıktan sonra, valfi tutan somunlar çıkarılarak valf yerinden sökülür.

Valfin tam bakımdan geçirilmesi ve yuvasının temizlenip alıştırılmasından sonra valf yerine molykote sürülerek takılır. Kontrol havası devresi takılıp, kontrol havası ve başlangıç havası açılarak devreye alınır (Kawasaki-Man B&W, 2006).

### **1.3.1.4. Egzoz Valfinin Sökülüp-Takılması**

Egzoz valfi emme ve sıkıştırma strokunda kapalı durumda durarak yanma mahalini kapalı bir hacme çevirirken, egzoz strokunda açılarak yanmış gazların dışarı atılmasını sağlar.

İki zamanlı gemi dizel makinelerinin silindir kapağının merkezinde olacak biçimde tek bir egzoz valfi bulunur. Valfin hareketleri kam mili tarafından kontrol edilirken, silindir kapağının içine açılıp kapanmasından dolayı yanmış gazlar üzerinde yüksek bir basınç oluşturur ve yüzeyinde karbon tabakaları oluşturur.

Egzoz valfi sökülürken öncelikle, soğutma suyu giriş çıkışları kapatılır ve devrede bulunan su boşaltılır. Soğutma suyu çıkış bağlantısı ve yağ geri dönüş devresi sökülür. Kontrol havası devresi alınıp egzoz manifoldu bağlantısı ayrılır. Hidrolik devre bağlantısı



ve somunları koruyan başlıklar söküldükten sonra, hidrolik somunları gevşetmek için basınç pompası uçları somunlara bağlanarak çektilir. Somunlar sökülüp yerinden alındıktan sonra kreyn kancası egzoz valfi uç halkasına takılarak valf yerinden kaldırılır. Egzoz valfi ve silindir kapağı temas yüzeyleri dikkatlice temizlenir.

Tam bakımı yapılan valf yerine takılırken silindir kapağı yüzeyinde bulunan conta bilezikler yenileriyle değiştirilir. Kapak ve valf temas yüzeylerine molykote sürülmesinden sonra valf kreyn yardımıyla yerine oturtulup söküm aşamasında takip edilen yönerge sıralamasına göre montajlar yapılır. Soğutma suyu giriş çıkışı açılarak valf çalışmaya hazır hale getirilir (Kawasaki-Man B&W, 2006).

#### **1.3.1.5. Emniyet Valfinin Sökülüp-Takılması**

Silindir kapağının üzerinde bir ucu yanma mahaline diğer ucu atmosfere açık olacak şekilde yerleştirilen emniyet valfi, silindir içinde istenmeyecek derecede yükselen basıncın dışarı boşaltılmasını sağlar. Üzerinde bulunduğu silindir kapağı dışında herhangi bir aksamla doğrudan ilişkisi bulunmadığından dolayı sökülmesi ve takılması gayet basittir. Gerekli anahtar yardımıyla yerinden sökülüp tam bakımı yapıldıktan sonra yerine molykote sürüldükten sonra monte edilir (Kawasaki-Man B&W, 2006).

#### **1.3.1.6. Silindir Kapağının Tam Bakımı**

Silindir kapağının sökülmesinden sonra üzerinde bulunan bütün valfler yerlerinden alınır. Silindir Kapağı üzerinde bulunan bütün civatalar söküldükten sonra ceket suyu devreleri sökülür. Contalar kaldırıldıktan sonra silindir kapağı ve ceket suyu devreleri iyice temizlenip valf yuvaları alıştırılır. İyice yağlanan yeni contaların yerine takılmasından sonra silindir kapağı toparlanır (Kawasaki-Man B&W, 2006).

#### **1.3.2. Piston ve Salmastra Kutusunda Yapılan Bakım-Onarım Çalışmaları**

Piston iki zamanlı gemi dizel makinelerinde yanma ile oluşan enerjiyi çapraz kafa ve biyel kolu aracılığı ile krank miline ileten aksamdır. Piston kafası ve piston kolu olarak iki bölümden oluşur.

Piston kafası yanma mahalinde yüksek sıcaklık ve basınca maruz kaldığından dolayı imal edildiği malzeme dayanımını korumalı ve oluşacak olan korozyona karşı dirençli olmalıdır. Bu sebeple piston kafasında krom molibden karışımı çelik malzeme kullanılır. Piston kafasında 4 veya 5 tane olmak üzere segman kanalı bulunmaktadır. Bu kanallara yerleştirilen segmanların görevi silindir içinde yanma ile oluşan egzoz gazları ve kıvılcımların karter içine kaçmasını engellemek ve yağlama yağını silindir gömleği üzerinde yayarak yanmanın gömleğe zarar vermesini engellemektir. Piston segmanları esnek yapıda olup, silindir gömleğine zarar vermemek için krom, molibden, vanadyum, titanyum, nikel, bakır ve dökme demir alaşımlarından yapılıdır.

Piston kafası dövme çelikten yapılmış olan piston koluna monte edilmiştir. Piston kolunun içinde bulunan kanallar aracılığı ile yağlama yağı piston kafasının ve kolunun soğumasını sağlar. Piston kolunun diğer ucu ise çapraz kafa pimi yardımıyla çapraz kafaya bağlanmıştır.

Salmastra kutusu piston kolunun etrafını sararak içinde bulunan segmanlar yardımıyla skavenç mahalinden gelen basınçlı hava, sızması muhtemel eksoz gazları ve kıvılcımların kartere kaçmasını engeller ve karter patlaması gibi çok tehlikeli olan olası tehlikeli durumlardan dizel makineyi uzak tutar.

### **1.3.2.1. Piston, Segmanların Kontrolü ve Skavenç Mahalinin Temizlenmesi**

Skavenç mahali turboşarjdan veya yardımcı üfleyicilerden gelen temiz havanın silindire emme portlarından alındığı alandır. Süpürme havasının oluşturduğu hava akımları yanmamış yakıt ve yağ parçalarını bu alana taşır. Silindirden gelen kıvılcımlar etkisiyle yangın tehlikesi oluşmaması için bu alan belirli zaman aralıklarında temizlenir. Temizlik işlemi bittikten sonra piston ve piston segmanları emme portlarından tek tek kontrol edilerek silindir kapağı sökülmeden piston ve segmanların durumu incelenmiş olur. Pistonun durumu çıplak gözle kontrol edilirken, segmanlara ahşap bir sopa yardımıyla dokunularak esneklik durumu ve kırılıp kırılmadığı kontrol edilir (Kawasaki-Man B&W, 2006). Basit gibi görünen bu bakım çalışması, makinenin yangın tehlikelerine karşı korunması açısından önemlidir.

### **1.3.2.2. Pistonun Salmastra Kutusu ile Sökülüp-Takılması**

Pistonun sökülmesi aşamasında salmastra kutusunun cıvatalarının gevşetilip sökülebilmesi için çapraz kafa en aşağıya gelecek şekilde, torna çark (makinenin kontrollü biçimde düşük devirde çevrilmesi) yardımıyla piston aşağı indirilir. Salmastra kutusunun cıvataları ve piston kolunun çapraz kafa üzerinde bulunan cıvatalar sökülür. Piston kolunun ayak kısmına iki adet mesafe aparatı takılarak pistonun kaldırılması esnasında salmastra kutusunun zarar görmesi engellenir. Torna çark aracılığı ile piston üst ölü noktaya kadar yükseltilir. Piston kafasına kaldırma aparatının takılabilmesi için kafa üzerinde bulunan karbon tabakası temizlenir. Aparatın takılmasından sonra torna çark yardımı ile çapraz kafa aşağı indirilir ve kreyn ile piston yerinden salmastra kutusu ile alınır.

Pistonun takılması operasyonu kaldırma aparatının piston kafasına takılması ile başlar. Salmastra kutusunun piston kolu ayaklarında bulunan mesafe aparatları üzerinde doğru konumlandığından emin olunur. Conta bilezikler ve silindir gömleği iyice yağlandıktan sonra çapraz kafa üst ölü noktaya göre 45 derece uzakta olacak pozisyona getirilir. Silindir gömleğinin üst kısmına koruyucu bilezik aparat konulduktan sonra piston dikkatlice monte edilmek üzere silindire indirilir. Salmastra kutusu ve çapraz kafa bağlantıları yapılarak çalışır hale getirilir. Ana makine düşük hızda kontrollü biçimde kısa bir süre çalıştırıldıktan sonra piston ve salmastra kutusu kontrol edilir (Kawasaki-Man B&W, 2006).

### **1.3.2.3. Pistonun Tam Bakımı**

Pistonun kafasından asılı biçimde silindirden dışarı çıkarılmasından sonra ahşap takozların üzerine yan yatırılır. Daha sonra piston kolu ayağına takılan kaldırma aparatları ve kreyn yardımıyla kaldırılır. Piston kafasının kafa aşağı olacak şekilde takozlar üzerinde konumlandırılmasından sonra piston kolu ve piston kafası arasında bulunan bütün cıvatalar sökülerek parçaları piston kolu piston kafasından ayrılır. Piston kafasında bulunan cıvatalar alındıktan sonra parçalar kaldırılır. Parçalar ve yağlama kanalları hasar alıp almadığı hususunda incelendikten sonra bütün contalar yenileri ile değiştirilerek piston kafası

toplanır. Toplama esnasında civataların molykote ile kaplanması hususuna özellikle dikkat edilir.

Piston kolu piston kafasının üzerine getirilip monte edildikten sonra, piston kolu ayağında bulunan yağ kanalları yukardan basınçlı biçimde yağla doldurulur. Böylece piston kolunda bulunan varsa hasarlar tespit edilmeye çalışılır. Piston kolu aşağıya gelecek biçimde piston oturma aparatına indirildikten sonra pistonun tam bakımı işlemi tamamlanmış olur (Kawasaki-Man B&W, 2006).

#### **1.3.2.4. Salmastra Kutusunun Tam Bakımı**

Piston kafası takozların üzerinde dururken piston kolunda bulunan salmastra kutusunun tam bakımı yapılır. Salmastra kutusunun iki yanına takılan iki civataya bağlanan halatlar yardımıyla salmastra kutusu bir miktar yukarıya çekilir. Daha sonra özel bir aparat olan salmastra kutusu tam bakım levhası kutunun alt tarafına monte edilir. Salmastra kutusu ile piston kolu arasında bulunan conta bilezikler çıkarıldıktan sonra kutunun civataları sökülür. Kutu açılıp segmanlar çalışma levhasının üzerine getirilir. Segmanların ölçüleri alınarak üreticinin önerdiği ölçülere uygunluğu kontrol edilir. Piston kolunda hasar olup olmadığı kontrol edildikten sonra segmanlar yerine yerleştirilerek salmastra kutusu toplanır ve çalışmaya hazır hale getirilir.

#### **1.3.3. Silindir Gömleği, Silindir Yağlama Sisteminde Bakım-Onarım Çalışmaları**

Silindir gömleği silindir bloğundan ayrı olarak üretilmiş pistonun aşağı yukarı hareketinde silindirik bir hacim sağlayan kısımdır. Silindir blokları gri dökme demirden imal edilirken silindir gömleği korozyona karşı dirençli ve yüksek sıcaklıklarda aşınma direncine karşı etkili krom, vanadyum ve molibden içeren dökme demir alaşımlarından üretilir. Silindir bloğundan ayrı olarak üretilmesi zamanla aşınan silindir gömleklerinin değiştirilmesine imkân sağlar. Skavenç mahalinden gelen temiz hava silindir gömleğinin alt tarafında bulunan süpürme portlarından silindirin içine dolarak yanma için gerekli olan havayı sağlar.

İki zamanlı, yüksek güçlü düşük devirli gemi dizel motorlarında ana yağlama sisteminden bağımsız biçimde silindirin içinde bir yağlama sistemi bulunur. Silindir

yağlama sistemi silindir gömleğinde bulunan kanallar aracılığı özel bir yağ püskürterek, piston kafasında bulunan segmanlar aracılığı ile silindir gömleğinin üzerinde yağ filmi oluşturur. Bu yağ filmi ile piston kafası silindir gömleği arasında oluşacak metal sürtünmeleri en aza indirilmekte, yanma sonucu oluşan sülfürik asit oluşumu etkisiz hale getirilmektedir. Şekil 1.4.'te iki zamanlı bir gemi dizel makinesinin silindir gömleği görülmektedir.



Şekil 1.4. İki zamanlı gemi dizel makinesinde silindir gömleği (URL-3, 2017)

### 1.3.3.1. Silindir Gömleğinin Kontrolü ve Cidar Kalınlığının Ölçümü

Silindir kapağı ve pistonun alınmasından sonra ölçüm cihazı ile silindir gömleğinin alt ve üst noktalarında olmak üzere ölçümler alınır. Alınan ölçümlerin üreticinin önerdiği silindir gömleği cidar kalınlıklarına uygunluğu kontrol edilir. Silindir Gömleğinde hasar olup olmadığı çıplak gözle kontrol edilir. Silindir yağlama sistemi kanalları tek tek incelenir ve tıkalı kanallar açılır. İşlemden sonra piston talimatlara uygun biçimde yerine yerleştirilerek silindir kapağının montajının yapılması sağlanır (Kawasaki-Man B&W, 2006).

### **1.3.3.2. Silindir Gömleğinin Sökülüp-Takılması**

Silindir kapağının sökülmesinden sonra, silindir gömleğinin üstünde bulunan conta bileziği yerinden alınır. Pistonun sökülmesinden sonra, silindir gömleğinin kaldırılması için iki adet kaldırma cıvatası yerine monte edilir. Silindir yağlama sisteminin geri dönüş devreleri yerlerinden sökülür. Ceket soğutma sistemi devreleri yerinden dikkatlice sökülüp temizlenir. Ceket soğutma suyu giriş devresi sökülür. Kreyn halatları yerleştirilen kaldırma cıvatalarına bağlanır. Silindir gömleği dikkatlice silindir bloğunun içinden çıkarılır. Silindir gömleğinin silindir bloğu içinde temas ettiği noktalar kontrol edilir ve temizlenir. Silindir bloğunun içinden çıkarılan silindir gömleği yerde bulunan takozların üzerine yan yatırılır. Montaj yapılırken söküm aşamasında izlenen yönergenin tersi uygulanır (Kawasaki-Man B&W, 2006).

### **1.3.3.3. Silindir Yağlayıcıların Sökülüp-Takılması**

Silindir yağlayıcı kaplinlerinin üzerinde bulunan koruyucu kapakların sökülmesinden sonra kaplin cıvataları sökülür. Torna çark ileri yol pozisyonda çevrilerek yağlayıcının söküm pozisyonuna getirildikten sonra yağlayıcıyı tutan cıvatalar sökülür. Bütün silindirler için aynı yol izlenerek silindir yağlayıcıları sökülür. Montajı esnasında ise söküm aşamalarının tam tersi yol izlenir (Kawasaki-Man B&W, 2006).

### **1.3.3.4. Silindir Yağlayıcılarının Kontrolü**

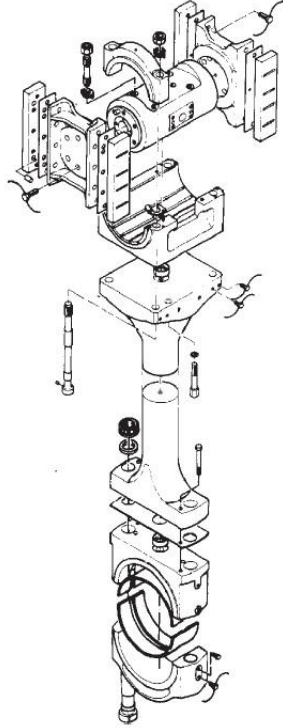
Ana makine boşta torna çarkla çalıştırılırken silindir gömleklerinde bulunan yağlama kanallarının hepsinden yağ akıp akmadığının kontrol edilmesi işlemidir. Bu işlem yağ kanallarının çalışmakta olduğunun tespiti ile ana makinenin güvenli biçimde işlevini yerine getirmesi açısından önemlidir (Kawasaki-Man B&W, 2006).

### **1.3.4. Çapraz Kafa ve Biyel Kolunda Yapılan Bakım-Onarım Çalışmaları**

Piston kolunu biyel koluna bağlayan çapraz kafa piminin her iki tarafında çapraz kafa kılavuzları bulunmaktadır. Kılavuzlar kızaklar içinde hareket ederken biyel kolunun

sağa sola yalpalamasını engeller. Böylece pistondan gelen kuvvet krank miline iletilmiş olur. Çapraz kafa dövme çelikten yapılmış olup, yatakları sürtünme katsayısı düşük olan beyaz metalden üretilmiştir.

Biyel kolu dövme çelikten yapılmış olup iki ucunda çapraz kafa ve krank pimi yatakları için yatak başları bulunur. Çapraz kafa ve krank pimi yatakları biyel koluna hidrolik cıvatalarla bağlanmıştır.



Şekil 1.5. Çapraz kafa ve biyel kolu (Woodyard, 2009)

#### 1.3.4.1. Çapraz Kafa Yataklarının Kontrolü ve Sökülüp-Takılması

Yatakların kontrolü aşamasında öncelikle karter kapıları açılır. Torna çark yardımıyla piston alt ölü noktaya göre 90 derece olacak biçimde indirilir. Sentil takımı yardımıyla yatak boşlukları kontrol edilerek üreticinin önerdiği ölçülere uygunluğu kontrol edilir.

Yatakların sökülmesinde piston kolu ayağında bulunan hidrolik somunları sökebilecek kadar piston aşağı indirilir. Piston kolunu asabilmek için karterin üst bölümüne zincir aparatlar asılır. Piston kolu ayağında bulunan teller ve cıvatalar söküldükten sonra,

her iki yana kaldırma cıvataları monte edilir. Piston üst ölü noktaya getirilip zincir kaldırma cıvatalarına bağlanır. Piston alt ölü noktaya getirilerek hidrolik cıvatalar sökülür. Yatak kapakları cıvataları sökülüp zincir yardımıyla ayrıldıktan sonra biyel kolu bağlantıları sökülerek yataklar çıkarılır. Takılması aşamasında sökümü esnasında izlenen yolun tersi izlenerek çalışır duruma getirilir (Kawasaki-Man B&W, 2006).

#### **1.3.4.2. Çapraz Kafanın Sökülüp-Takılması**

Çapraz kafanın sökülmesi operasyonunda öncelikle piston sökülerek yerinden alınır. Ana yatak yağlama devreleri sökülür. Kılavuz ayaklarında bulunan yağ soğutma devreleri söküldükten sonra devrelerde bulunan yağ akıtılır. Çapraz kafa yataklarının sökülüp-takılması işleminde verilen açıklamalara göre yatak koruyucuları sökülür. Çapraz kafanın sökümü kullanılacak olan özel aparat monte edilir. Biyel kolunun kontrol altında tutulması ve düzgün konumda bağlanabilmesi için bağlantı cıvataları ve zincirle karter duvarlarına bağlanır. Vinç yardımıyla kaldırılan çapraz kafa biyel kolundan ayrılarak biyel kolu karter tabanına indirilir. Çapraz kafa kılavuzları kızakların içinden sökülerek çıkarılır. Çapraz kafanın montajı esnasında sökümünde izlenen yolun tersi izlenir (Kawasaki-Man B&W, 2006).

#### **1.3.4.3. Krank Pimi Yataklarının Kontrolü ve Sökülüp-Takılması**

Krank pimi yataklarının kontrolü gerçekleştirilmeden önce piston alt ölü noktaya getirilir. Sentil takımı aracılığı ile yatakların her iki tarafında olmak üzere ölçüler alınıp, üreticinin önerdiği ölçülere uygunluğu kontrol edilir.

Yataklar sökülürken piston alt ölü noktaya getirilir ve üst kartere bağlanan askılar yardımıyla yatak koruyucuları yerinden alınır. Yatak muhafazalarının değişmesi gerekiyorsa sökülerek karterin dışına çıkarılır ve yenileriyle değiştirilir. Piston üst ölü noktaya getirilerek çapraz kafa kızaklarının üstüne, dört kılavuzun altına monte edilen destekler aracılığı ile çapraz kafa sabitlenir. Biyel kolunun krank pimi tarafında kalan ağız asılan halatlar yardımıyla kaydırılarak sabitlenir. Krank milinin dikkatlice döndürülmesiyle krank pimi sökülebilecek pozisyona getirilerek sökülür (Kawasaki-Man B&W, 2006).



#### **1.3.4.4. Biyel Kolunun Sökülüp-Takılması**

Pistonun alt ölü noktaya getirilmesinden sonra çapraz kafa yataklarının hidrolik somunları sökülür. Üst kartere takılan iki adet tutma civatası vasıtasıyla çapraz kafa askıya alınır ve piston üst ölü noktaya getirilir. Krank pimi yatak muhafazalarının sökülmesinden sonra çapraz kafa kılavuzlarına sabitleyiciler takılarak piston bölümü sabitlenir. Caraskallar aracılığı ile biyel kolu çapraz kafa bölümü askıya alınır ve hidrolik somunlar sökülür. Askıya alınan biyel kolu caraskallar ile karter kapaklarına doğru çekildikten sonra biyel kolunun krank pim somunları sökülerek dışarı alınır (Kawasaki-Man B&W, 2006).

#### **1.3.5. Krank Mili ve İtme Yatağında Yapılan Bakım-Onarım Çalışmaları**

Krank mili pistondan aldığı alternatif doğrusal hareketi sürekli dairesel harekete çevirerek pervaneye iletir. Aşınmaya, eğilmeye ve burulmaya karşı dayanımlı olması için genellikle dövme çelikten imal edilir. Krank milinin arka bölümünde, itme yataklarının bulunduğu bilezikler aracılığı ile pervaneden alınan itme kuvveti motorun oturma noktasına ve dolayısıyla geminin gövdesine iletilerek geminin hareket etmesini sağlar.

##### **1.3.5.1. Krank Mili Sapmalarının Kontrolü**

Krank mili sapmalarının kontrolü gemi açık denizde iken yapılmalıdır. Bu sapmalar motor sıcaklığı ve yükleme koşullarından etkilendiği için kontrol daima aynı sıcaklık ve yükte yapılmalıdır. Böylece daha önce alınan değerler karşılaştırılarak sapmalar konusunda sağlıklı sonuçlar elde edilebilir. Krank muyluları arasına yerleştirilen mesafe ölçer ile muylular arasında bulunan mesafe, torna çark yardımıyla krank mili döndürülerek bütün silindirlerde alınır. Bu uzaklık birimleri daha önce alınan değerler ile karşılaştırılarak milde oluşan sapmalar belirlendikten sonra üreticinin önerdiği hassasiyet göz önüne alınarak değerlendirilmeler yapılır (Kawasaki-Man B&W, 2006).

### **1.3.5.2. Ana Yatakların Kontrolü**

Krank mili sapmalarında üreticinin uygun gördüğü hassasiyetin dışında bir sapma tespit edilmesi durumunda ana yatakların kontrolü gerçekleştirilir. Ana yatak ölçümlerini yapacak aletin kalibrasyon bloğuna montajı yapıldıktan sonra ana yatak muhafazalarından yağlama yağı bağlantıları sökülür. Ana yatak muhafazalarının sökülmesinden sonra yerleştirilen ölçüm bloğu ile yataklar ve krank mili arasında bulunan boşluklar ölçülür (Kawasaki-Man B&W, 2006).

### **1.3.5.3. Ana Yatakların Sökülüp-Takılması**

Ana yataklar ve krank mili arasında bulunan boşlukların ölçümünde üreticinin önerdiği aralık dışında bir değer tespit edilirse, ana yataklar yerinden sökülür. Yatak muhafazalarında bulunan yağlama devrelerinin sökülmesi ve yatak muhafazalarının sökülmesinden sonra hidrolik somunlar yerlerinden alınır. Yatak muhafazası üst kartere bağlanan caraskallar aracılığı ile yerinden alınarak, karterin dışına alınır. Yatak sökme aparatlarını yerleştirilerek yataklar sökülür ve hasar durumlarına göre yenileriyle değiştirilir. Yatakların yerine takılması esnasında söküm aşamasında uygulanan talimatların tersi izlenir (Kawasaki-Man B&W, 2006).

### **1.3.5.4. İtme Yataklarının Boşluk Kontrolü**

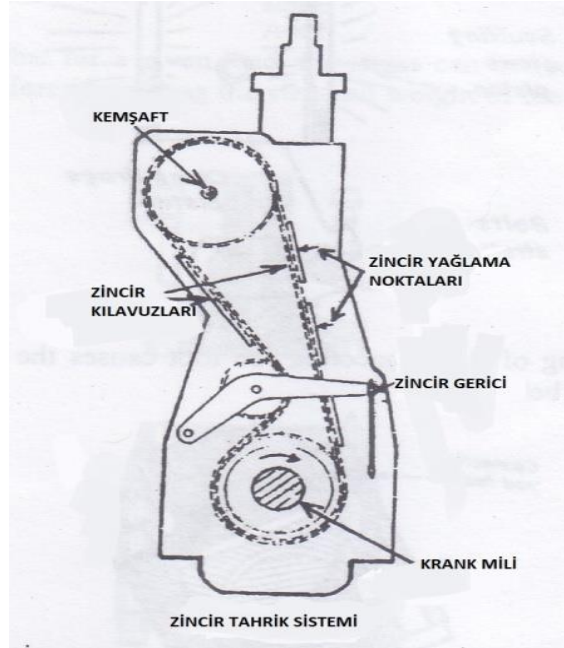
Yatak muhafazalarından yatak yağlama devreleri sökülür. Söküm aparatının takılmasından sonra yatak yakalarının üst kısmı çıkarılır. Yatak tutucularının hidrolik somunları gevşetilerek yerinden alınır. Kaldırılacak parçanın üstünde bulunan aparat yardımıyla askı işlemi gerçekleştirilir ve itme parçalarını yukarıya çekebilmek için makine ileri geri hareket ettirilip uygun pozisyona getirilir. Sentil takımı aracılığı ile yatak boşlukları ölçülür (Kawasaki-Man B&W, 2006).

### 1.3.5.5. İtme Yataklarının Sökülüp-Takılması

Muhafaza bloğu ve itme yataklarında yağlama yağı devreleri sökülerek yardımcı aparatlar yerine takılır. Yatak muhafazalarının bilezikleri yerinden alındıktan sonra, hidrolik cıvatalar gevşetilerek sökülür. Zincir tahrik sisteminde bulunan durdurma parçaları makine torna çark edilerek uygun pozisyona getirildikten sonra yerinden alınır. İtme yatağı segmanlarının döndürülmesi için segman aparatı vidayla zincire monte edilir. Ana makinenin torna çark edilmesi ile yatak segmanları yerinden alınıp zincir kutusundan çıkarılır. İtme yataklarının montajı için, sökümü aşamasında izlenen yolun tam tersi izlenir (Kawasaki-Man B&W, 2006).

### 1.3.6. Zincir Tahrik Sisteminde Yapılan Bakım-Onarım Çalışmaları

Zincir tahrik sistemi kam mili (eksantrik mili) konumunda daha fazla esneklik sağlarken, parçaların daha düşük maliyetle onarılması ve değiştirilmesi kolaylığı sağladığından üreticiler tarafından tercih edilmektedir. Zincir tahrik sistemi krank milinden aldığı hareketi kam miline ileterek, çok sayıda hareketli parçanın düzenli biçimde görevini yerine getirmesini sağlar.



Şekil 1.6. Zincir tahrik sistemi (URL-4, 2017)

### **1.3.6.1. Zincir Tahrik Sistemi, Cıvata Bağlantıları ve Yağlayıcıların Kontrolü**

Zincir tahrik sistemi kontrolüne öncelikle cıvata ve somunlardan başlanır. Yağlama devrelerinde hasar durumu ve yağlama kanallarında olası tıkanıklar kontrol edilir. Zincir donanımında bulunan dişlerde ve kılavuz contalarında bulunan yıpranmalar kontrol edilip ölçümler yapılır. Ölçümlerde istenen değerlerin dışında değerler görülmesi durumunda üretici ile iletişime geçilmesi tavsiye edilmektedir. Eksantrik dişlisini tahrik eden zincir bölümünde bulunan zincir dişlilerinde yük dağılımından kaynaklı hasarların kaydı tutularak bir sonraki kontrol için değerler saklanır. Bir sonraki kontrolde önceki kontrolde elde edilen veriler ışığında hasarların ilerleyip ilerlemediği belirlenerek yapılacak bakım onarım çalışmasının yol haritası çıkarılır (Kawasaki-Man B&W, 2006).

### **1.3.6.2. Zincirin Sökülüp-Takılması**

Kontrol esnasında kırılmış zincir bölümleri veya rulman tespit edilmesi durumunda zincirin sökülmesi gerekecektir. Zincir gerici gevşetilerek zincirin gerginliği alındıktan sonra makine torna çark yapılarak istenilen konuma getirilir. Zincir bağlantı noktasında bulunan bağlantı elemanları anahtar aracılığı ile gevşetilir. Telin sarılı olduğu bağlantı silindirleri korumaya alınır. Bastırılıp çıkarılacak olan pimlerin perçinlenmesi için gereken konuma getirilir. Zincir sökme aparatı dış zincir bağlantısının üzerine yerleştirilerek, alet üzerindeki vidalar dönüşümlü sıkılıp bağlantı sökülür.

Takılması aşamasında söküm aşamalarının tersi yol izlenirken, pim ve burçların temizlendiğinden emin olunmalıdır (Kawasaki-Man B&W, 2006).

### **1.3.6.3. Eksantrik Mili Yataklarının Boşluk Kontrolü**

Muayene kapakları eksantrik mili gövdesinin önünden çıkarılır. Yatak uçlarında bulunan silinmiş metal ve eksantrik mili muhafazasında metal parçaları kontrol edilir.

Yapılan kontrollerde herhangi bir anormallik olması durumunda, yatak kapağının daha yakından incelenmesi için sökülmesi, gerekirse yatak kabuğunun değiştirilmesi gerekir. Görsel inceleme sırasında herhangi bir anormallik bulunmuyorsa, söküm sadece klas teftişleriyle bağlantılı olarak gerçekleştirilmelidir (Kawasaki-Man B&W, 2006).

#### **1.3.6.4. Mekanik Kontrol Donanımı Zamanlama Ayarı**

Eksantrik milinin zincir aracılığı ile krank milinden aldığı hareket ile dönmesi ve üzerinde bulunan kamların teması ile egzoz valfinin açılıp kapanması, yakıtın yakıt pompası aracılığı ile yanma mahaline püskürtülmesi kontrol edilebilmektedir. Bunun yanında silindir yağlama sistemi ve başlangıç havası sistemi de eksantrik milinden aldıkları hareket çalışmaktadır. Zincir tahrikli eksantrik mili olan motorlarda, yakıt pompalarının ve egzoz valfinin zamanlaması geciktirilir. Bu gecikme belirli bir noktaya geldiğinde, eksantrik mili sıkıştırılmalıdır. Bu eksantrik mili ile tahrik arasındaki boşluğun yüksek basınçlı yağ ile genişletilerek ve eksantrik milinin büyük bir anahtar zincir bloğu kullanılarak doğru konuma getirilmesi ile yapılır (Kawasaki-Man B&W, 2006).

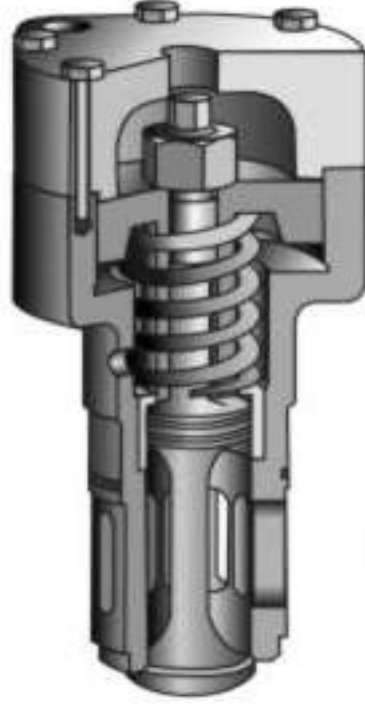
#### **1.3.6.5. Eksantrik Mili Zincir Bağlantılarının Ayarlanması**

Eksantrik milinin kontrolü ve zincir bağlantılarının ayarlanması esnasında bir numaralı silindir üst ölü noktaya getirilir. Makine ileri pozisyonuna alınarak zincir gerginliğinin dişlide normal hale döndüğünden emin olunur. Makine torna çark yardımıyla döndürülerek ölçümler eksantrik milinin pozisyonu da dahil olmak üzere kayıt altına alınır. Eksantrik milinde bulunan kam profil yüzeyleri kontrol edilir. Eğer zincir temas yüzeyleri aşınmaya uğramışsa ve ölçüm noktaları ile pim göstergesi arasındaki sapma üreticinin önerdiği maksimum değere ulaşmışsa, üretici ile bağlantıya geçilmesi tavsiye edilmektedir (Kawasaki-Man B&W, 2006).

#### **1.3.7. Başlangıç Havası Sisteminde Bakım-Onarım Çalışmaları**

İki zamanlı gemi dizel makinelerinin ilk hareketi için yüksek basınçlı sıkıştırılmış hava kullanılmaktadır. Hava sadece piston üst ölü noktayı geçtikten sonra egzoz kapağı açılıncaya kadar silindirin içine girer. Bütün pistonlar aynı anda aynı konumda hareket etmediğinden dolayı, her zaman hava tahliyesi kapalı olan silindirler bulunmaktadır. Bu durum motorun herhangi bir konum fark etmeksizin çalışmaya başlamasını sağlar. Ana başlangıç valfinin açılmasını, hava başlama dağıtıcısından beslenen ve eksantrik ile bağlantılı olan başlangıç kontrol valfi kontrol eder. Sıkıştırılmış havanın depolanması için

büyük hava tüpleri kullanılır. Motorun çalıştırılması gerektiği zaman hava başlangıç valfine düşük basınçlı kontrol havası gönderilir. Gelen kontrol havası ana başlangıç valfinde pistonu iter ve valfin açılması sağlanır. Valf açıldıktan sonra silindire giren yüksek basınçlı hava pistonu iterek ilk hareketi vermiş olur.



Şekil 1.7. Başlangıç havası valfi ( URL-5, 2017)

### 1.3.7.1. Başlangıç Havası Dağıtıcısının Kontrolü ve Tam Bakımı

Ana makine ileri pozisyona alınarak bir numaralı silindir üst ölü noktaya getirilir. Tıpa cıvatalar ve conta kontrol muhafazasından alındıktan sonra kontrol pimleri yerine takılır. Kontrol pimleri tam anlamıyla yerine geçmediği takdirde hava dağıtıcısının konumunda oynama olmuş olacağından pimler yerine yerleştirilmelidir.

Hava dağıtıcısının tam bakımı aşamasında ana makine ileri pozisyonda bir numaralı silindir üst ölü noktaya gelecek şekilde çevrilir. Eksantrik mili gövdesinin kapağı motordaki başlangıç havası dağıtıcısı ile birlikte sökülür. Tıpa cıvata ve contalar muhafazadan sökülür. Şaft dağıtıcı diskle birlikte kontrol pimi diskteki yuvaya girene kadar çevrilir ve orada tutulur. Dişli çark ve burcun arasındaki boşluk kontrol edilir ve

gerekirse ayarlanır. Hasar görmüş conta ve tıpa cıvatalar yenilenir (Kawasaki-Man B&W, 2006).

### **1.3.7.2. Başlangıç Hava Valfinin Kontrolü ve Tam Bakımı**

Kontrol havası ve başlangıç havası kapatılır. Kontrol havası bağlantıları kaldırıldıktan sonra valfin cıvataları sökülüp valf yerinden alınır. Valfin üst kapak cıvataları yerinden alındıktan sonra kapak çıkarılır. Mili tutan somunlar söküldükten sonra mil donanımı valfin içinden çıkarılır. Piston, mesafe devresi ve yaylar valften alınır. Alıştırma macunu gövdeye sürüldükten sonra aparatı ile alıştırılır. Sonucu görmek için mil yerine oturtularak çizgiler kontrol edilir. Hava kaçaklarının engellenmesi için milin yerine oturması çok önemlidir. Bütün parçalar temizlenip alıştırıldıktan sonra valf toplanıp yerine monte edilir (Kawasaki-Man B&W, 2006).

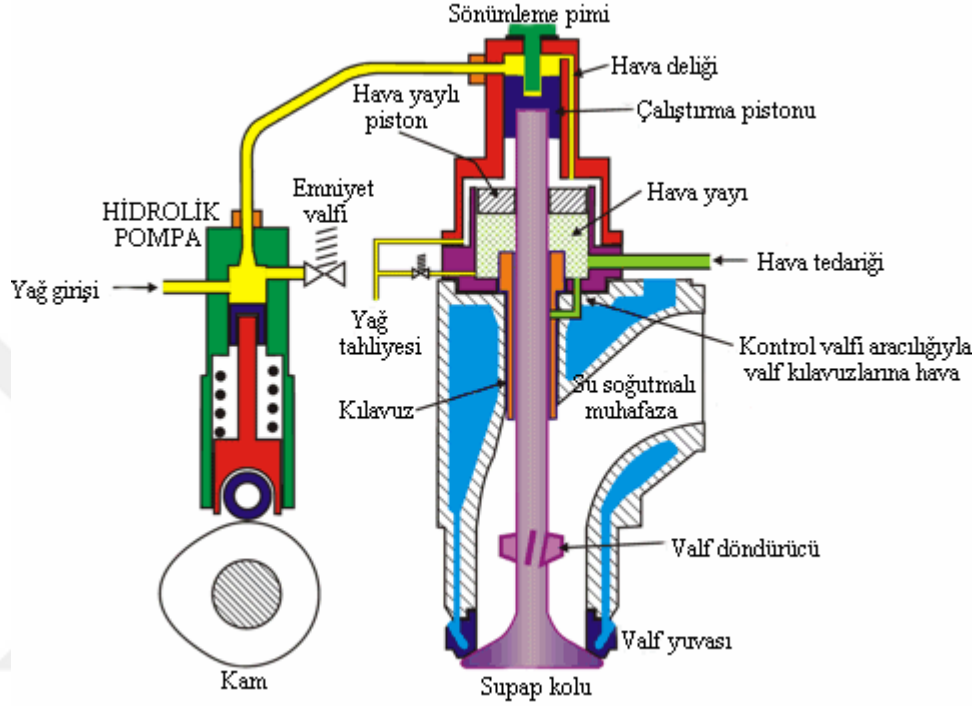
### **1.3.7.3. İndikatör Valfinin Tam Bakımı**

Valf yerinden sökülür. Bir tutma kolu ve bir taban düzlem temizleyicisinden oluşan aparat ile valf oturma yüzeyi temizlenir. Valf açılıp iç mekanizma temizlendikten sonra yerine oturtulmadan önce yüzeyle valf arasında herhangi bir kaçak oluşmaması için azami ihtimamla montajı yapılır (Kawasaki-Man B&W, 2006).

### **1.3.8. Egzoz Valfi Bakım-Onarım Çalışmaları**

Valf yuvalarında biriken karbonun atılması ve silindir içindeki gaz basıncının pozitif kapanmayı sağlaması için egzoz valfleri silindir içinde iye doğru açılır. İki zamanlı gemi dizel makinelerinde silindir kafası merkezine konumlandırılmış tek bir egzoz valfi bulunur. Valfin açılıp kapanması eksantrik milinde bulunan bir kam profili tarafından kontrol edilir. Kam profilinin hidrolik pompayı tahrik etmesiyle, pompa valf içinde bulunan pistonu hareket ettirir ve yağın hareketi sağlanır. Mekanik yaylar yerine hava yaylarının kullanılmasından dolayı, kontrol havası valf koluna bağlı pistonun alt tarafına tek yönlü bir vana aracılığı ile yönlendirilir. Valfin açılması ile birlikte piston altındaki hava sıkıştırılır ve hidrolik basınç azaldığında sıkışan havanın genleşmesi valfin kapanmasına yardım eder.

Hava yağlama için az bir miktardaki yağ ile birlikte tedarik edilirken, ayrıca aşağıya doğru egzoz valfi kılavuzlarına yönlendirilir. Bu durum kılavuzların soğutulmasında ve yağlanmasında yardımcı olurken, egzoz gazının da kılavuzlara kadar sızmasını engeller.



Şekil 1.8. Egzoz valfi (URL-6, 2017)

### 1.3.8.1. Yüksek Basınç Devrelerinin Uyarlanması

Hidrolik yüksek basınç devreleri, egzoz valfi veya hidrolik aktüatör söküldüğünde yüksek basınç devrelerinin temas yüzeyleri dikkatli biçimde kontrol edilmelidir. Egzoz valfi yüksek basınç devreleri sökülmeden önce eksantrik mili yağlama pompası durdurulmalıdır. Devrenin cıvataları gevşetildikten sonra aktüatör kısmından sökülüp, aktüatör sızıntı deliğinden devrede kalan yağ boşaltılır. Devrenin cıvataları tamamen sökülerek makineden uzaklaştırılır. İtme parçalarının üzerinde bulunan contalar yağlanıp, yenileri ile değiştirildikten sonra parçalar aktüatörün üzerine yerleştirildikten sonra, devre makinede bulunan kısmına alınarak cıvatalar dengeli biçimde sıkılıp monte edilir. Bu işlemlerden sonra sızdırmazlık kontrolü yapılmalıdır (Kawasaki-Man B&W, 2006).



### **1.3.8.2. Egzoz Valfinin Tam Bakımı**

Egzoz valfi tam bakımında öncelikle soğutma suyu giriş çıkışları kapatılarak, soğutma sisteminde kalan su boşaltılır. Yüksek basınç devresi ve yakıt geri dönüş devresi söküldükten sonra, egzoz valfinden bulunan kontrol havası devresi ve soğutma suyu devreleri de sökülür. Egzoz valfini tutan saplamalarda bulunan hidrolik somunların muhafaza kapakları söküldükten sonra, hidrolik somunlar sökme aparatlarıyla yerlerinden alınır. Vinç kancasının egzoz valfine takılmasıyla dikkatli biçimde yerinden kaldırılır. Egzoz valfi silindir kapağı temas yüzeyleri dikkatlice kontrol edilerek temizlenir. Yerinden alınan egzoz valfi ahşap takozların üzerine konulduktan sonra yağ silindirinde bulunan somunlar yerlerinden alınıp silindir valften sökülür. Yağ silindiri temizlenip kontrol edildikten sonra segmanları yenilenir. Havanın pistonun altından kaçıp boşaltılması için hava silindiri üzerindeki topuz havalandırma tapası sabitlenir. Hava silindiri üzerinde bulunan devre söküldükten sonra silindirin konik kilitleri açılarak silindir yerinden alınır. Kaldırma kayışları valf yuvasının dört deliğinden geçirilerek egzoz mili çıkarılır. Valf yuvasında ve valfte ölçümler yapılarak temas yüzeyleri dikkatlice incelenir. Bütün parçalar temizlenip kontrol edildikten sonra contalar yenilenerek valf toparlanır (Kawasaki-Man B&W, 2006).

### **1.3.8.3. Hidrolik Egzoz Valfi Aktüatörünün Tam Bakımı**

Makine durdurulup yağlama pompaları kapatıldıktan sonra, eksantrik mili silindir kamının dairesel kısmı üzerine gelecek şekilde çevrilir. Eksantrik mili gözetleme bölümünden egzoz kam profilinin kontrol edilmesi için kapaklar açılırken, soğutma suyu devreleri boşaltılır. Aktüatörün kaldırma aparatları takılarak askıya alındıktan sonra somunların sökülmesi ile yerinden alınır. Yayın tansiyonu kontrol edilip gevşetildikten sonra yuva kaldırılır. Piston yerinden alındıktan sonra dizel ve basınçlı hava ile temizlenir. Piston segmanları sökülüp ölçümleri alınırken yağ silindiri deliklerinde tortu kalıntıları kontrol edilir. Alınan ölçülerin üreticinin önerdiği değerlere uygunluğuna bakılarak değişmesi gereken parçalar ve bölümler tespit edilir. Piston yerine yerleştirilirken piston ve yuvasına zarar gelmemesi için azami derecede özen gösterilerek aktüatör toplanıp yerine monte edilir (Kawasaki-Man B&W, 2006).

#### **1.3.8.4. Makara Kılavuzlarının Kontrolü ve Kaldırılması**

Egzoz valfi makara kılavuzlarının kontrolü makineye montajı esnasında kısmen de olsa yapılabilir. Eksantrik mili gözetleme bölümü açıldıktan sonra mil makara kılavuzları arasında alanın maksimum olacağı şekilde döndürülür. Makaralar elle kontrol edilerek, hareket kabiliyetlerine bakılır. Bununla birlikte makara yüzeylerinde hasar olup olmadığı kontrol edilirken, makara kılavuzlarının yatakları ve kam diskleri arasındaki boşluk ölçülür. Makara kılavuzlarının dönüşlerinde problem olması, hasar görmesi ve boşluk ölçümlerinde değerlerin yüksek çıkması halinde sökülmesi tavsiye edilmektedir. Makara kılavuzlarının kaldırılması esnasında kilit halkaları milden kaldırılıp, alet ayakları silindir kılavuzunun süngü eklemesindeki itme parçalarına dayanacak şekilde yerleştirilir. Ayakların süngü mafsalına düzgün biçimde geçmesi için alet çevrilir. Kilit halkası indirilerek ayaklar kilitli konumda sabitlenir. Makara kılavuzu vinç yardımı ile kaldırılır (Kawasaki-Man B&W, 2006).

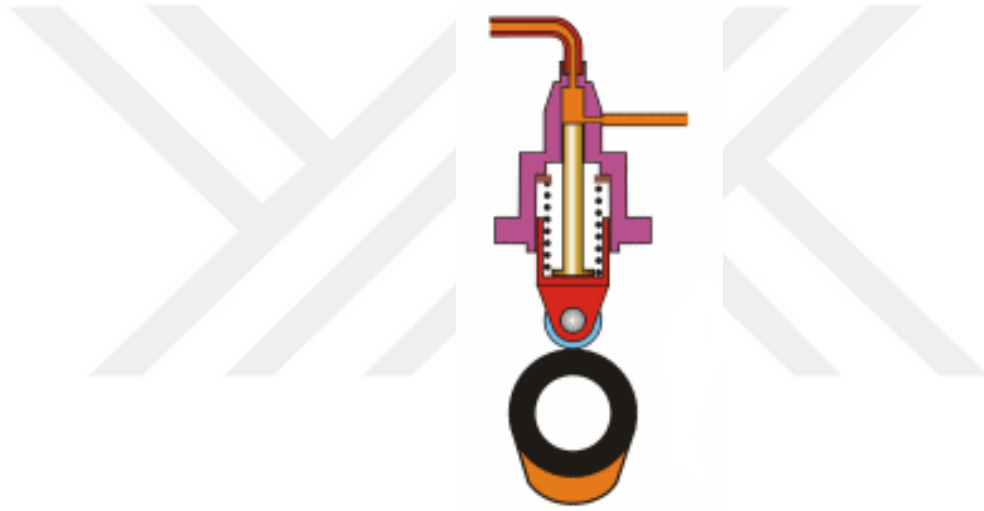
#### **1.3.8.5. Egzoz Kam Profilinin Ayarlanması**

Egzoz kam profilinin kontrol edilebilmesi için makine ileri pozisyonda hareket ettirilerek makara kılavuzlarının bir miktar yükseltilmesi sağlanır. Egzoz kam profil ayarının düzgün olması durumunda yapılan ölçümler prosedürde belirtilen değerlerle aynı olacaktır. Değerlerde sapma olması durumunda prosedürde belirtilen durumda makine ileri hareket ettirilerek ayarlanır. Bununla birlikte eksantrik mili pozisyonunun pim ölçü aleti aracılığı ile işlem sürerken kontrol edilmesi tavsiye edilmektedir (Kawasaki-Man B&W, 2006).

#### **1.3.9. Yakıt Sisteminde Yapılan Bakım-Onarım Çalışmaları**

Yakıtın düzgün biçimde atomize olabilmesi için silindir içine yüksek basınçta püskürtülmelidir. Püskürtme kısa süre içinde gerçekleşirken bu süre kesin olarak kontrol edilebilir olmalıdır. Yakıtın istenenden geç veya erken püskürtülmesi gücün düşmesine ve motorun zarar görmesine sebep olacaktır. Bu bağlamda püskürtme zamanı kritik öneme sahip olup, her bir silindir için eksantrik mili üzerinde bulunan kam profilinin yakıt

pompasını tahrikiyle kontrol edilmektedir. Kam milinin hareketiyle yakıt pompası silindiri içinde bulunan yakıt pompası pistonu çalışmaktadır. Yakıt pompası pistonu silindir içinde yukarı doğru hareket ettikçe silindir içinde bulunan yakıtın basıncı hızlıca yükselir. Yüksek basınçlı yakıt enjektörü açar ve atomize olmuş yakıt sis halinde yanma mahaline püskürtülür. Yakıt pompası pistonu yukarıya doğru çıktıkça, piston yakıt geri dönüş kanallarını kapatacak, basınç yükselecek ve daha sonra püskürtme başlayacaktır. Helisel kanallar yakıt geri dönüş kanallarını geçerken yakıt pompası üzerindeki basınç piston yukarı doğru hareket etmesine rağmen hızlı şekilde düşecektir. Bu yüzden silindir içine püskürtülen yakıt miktarı, yakıt geri dönüş kanallarının pozisyonuna bağlıdır.



Şekil 1.9. Basit yakıt pompası (URL-7, 2017)

### 1.3.9.1. Yakıt Pompası Kamlarının Ayarlanması

Yakıt pompası kam ayarı kılavuzlara şim eklenip çıkarılarak yapılamazsa yakıt kam diski değiştirilmelidir. Öncelikle piston üst ölü noktaya gelecek şekilde makine hareket ettirilir. Eksantrik mili gözetleme kapakları açılır. Yakıt kamasındaki yağ kanallarının tapaları çıkartılıp her yağ kanalına üç bakır conta takıldıktan sonra bağlama elemanları yağlama kanallarına sıkılmadan monte edilir. Hidrolik pompa hortumları manşonlu bağlantılar, dağıtıcı bloğu ve yüksek basınç pompası arasına yerleştirilir. Özel anahtar yakıt kam diskinde monte edilip kamın ayarlanması süresince orada tutulur. Hidrolik sisteme hafif basınç uygulanıp bağlama elemanları sıkılır. Eksantrik mili ve kam diski

arasında yağ dışarı sızana kadar hidrolik basınç yükseltilir. İstenen değer ölçüm aleti üzerinde okunana kadar anahtarla kam diski çevrilir (Kawasaki-Man B&W, 2006).

### **1.3.9.2. Yakıt Pompası Tam Bakımı**

Yakıt pompası yakıt girişleri kapatılıp pompa haznesi boşaltılıp, üst kapaklardan boşaltma devresi ve kontrol havası devreleri, yüksek basınç devreleri sökülür. Üst kapak yakıt alma bölümü çıkarılıp somunlar gevşetilerek kapak çıkartılır. Kaldırma aparatı yakıt pompası kapağına monte edildikten sonra montaj vidası üzerinde bulunan durdurma halkasının gevşek olduğundan emin olunur. Silindir ve ayarlama kılavuzlarının baskılı girintisinde bulunun süngünün çıkarılması için kaldırma aparatının orta vidası çekilir. Piston, silindir kılavuzu ve ayar kilidinden kaldırıldığında, merkez vida durdurma halkasıyla birlikte bu konumda vidalanır. Üst kapak ve pompa gövdesi tek parça olarak vinç ile kaldırılır ve pimler çıkarılır. Pompa gövdesi ahşap takozların üzerine konularak kaldırma aparatı çıkarıldıktan sonra, pompa gövdesinin üst kısmına dikkat edilerek piston tertibatı gövdeden çıkarılır. Sızdırmazlık halkaları çıkarılıp atıldıktan sonra, üst kapak dikkatli bir biçimde incelenip temizlenir (Kawasaki-Man B&W, 2006).

### **1.3.9.3. Yakıt Pompası Üst Kapaklarının Tam Bakımı**

Üst kapakta bulunan vazelin veya ağır gres ile doldurulur. İşlem sırasında tahrik pistonu yüksek basınç borusu için dişe vidalanmış kılavuz vasıtasıyla yönlendirilirken, kılavuz vidası hafifçe sıkılarak istenen basınç değeri elde edilir. İşlem sonrasında kanallarda bulunan yağ basınçlı hava ile temizlenir. Parçalar dizel yakıtla yıkandıktan sonra hava tutularak kurumaları sağlanır. Sızdırmazlık halkaları halka oluklarına takılırken, üst kapak ile pompa gövdesi arasındaki sızdırmazlık bir conta ile sağlanır. Bu conta monte edildikten sonra, yenilenen üst kapak kılavuz pimleri pompa gövdesinin üstüne yerleştirilip vidalar sıkılır (Kawasaki-Man B&W, 2006).

#### **1.3.9.4. Yakıt Pompası Alıcı Valflerin Tam Bakımı**

Alıcı valf yumuşak yüzeyli bir tezgâhın üzerine konulduktan sonra valf milini serbest bırakmak için yay iki parçalı konik halkadan aparat vasıtasıyla indirilir. Parçalar temiz dizel yakıtta iyice temizlenerek basınçlı hava ile kurutulur. Valf mili ve yuva arasındaki temas yüzeylerinde hasar olup olmadığı kontrol edilirken, yüzeylerde hasar olması durumunda yeni bir emme supabı takılmalıdır. Bütün parçalar temizlendikten ve incelendikten sonra yağlanıp emme valfi yerine monte edilir. Giriş deliği dizel yakıt ile doldurularak beş dakikalık beslemeden sonra oturma yüzeylerinin sızdırmazlığı kontrol edilir (Kawasaki-Man B&W, 2006).

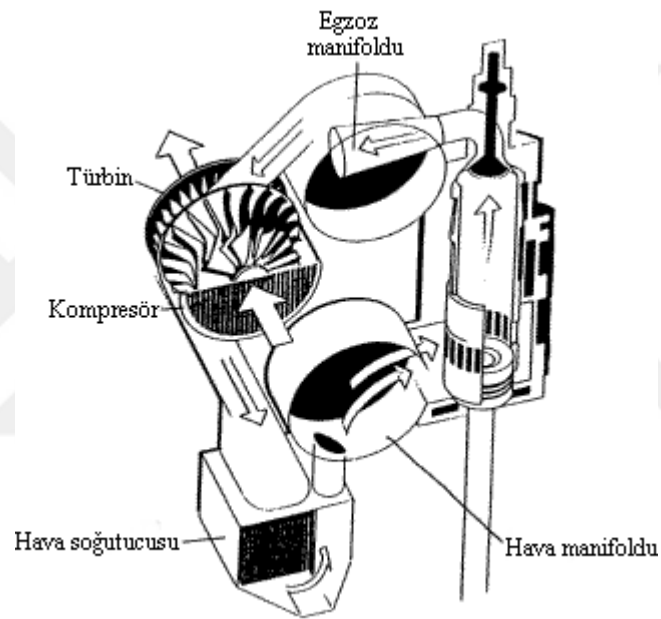
#### **1.3.9.5. Yüksek Basınçlı Yakıt Devrelerinin Tam Bakımı**

Yüksek basınçlı yakıt devreleri söküldüğü zaman montajı yapılmadan önce devre uçlarının konik temas yüzeyleri ve yakıt pompası üzerinde bulunan temas yüzeyleri dikkatlice kontrol edilmelidir. Ayrıca itme burcunun devre ucunda bulunan konumu kontrol edilmeli, mesafe üreticinin önerdiği değerlerden farklıysa basınç devrelerinin yukarı veya aşağı vidalanmasıyla ayarlanmalıdır. Devre uçlarının yenilenmesi ihtiyacının doğması durumunda, bağlantı somunu ve esnek koruyucu hortumla birlikte yüksek basınç devrelerinden kaldırılarak itme burcu vidalanır. Bağlantı somunları ve devrenin her iki tarafında bulunan itme burçları söküldüğünde, esnek koruyucu hortum yüksek basınç devresinin birleşim somunlarıyla çekilir. Devre uçlarında bulunan somunlar somun kalıbı vasıtasıyla şekillendirilirken, vidalar bağlantı somunlarının üzerine vidalanır. Basınçlı yağın devrenin içine doldurulmasıyla devre sızdırmazlık hususunda test edilir. Devre basınçlı hava ile dikkatlice temizlenerek montajı gerçekleştirilir. Yüksek basınç devrelerinin montajı esnasında devre uçları ile oturma yüzeylerinin tam olarak oturması hayati önem taşımaktadır (Kawasaki-Man B&W, 2006).

#### **1.3.10. Turboşarjda Yapılan Bakım-Onarım Çalışmaları**

Yüksek güçlü gemi dizel makineleri çalışırken atmosferik basıncın üzerinde bulunan bir hava basıncı ile beslenmelidir. Dizel makinelerin kullanıldığı ilk dönemlerde silindir

içerisinde bulunan egzoz gazlarının temizlenmesi ve sonraki yanma döngüsü için gereken basınçlı hava, mekanik tahrikli kompresör veya pistonun pistonlu kompresör gibi altında kalan hacmin kullanılmasıyla elde edilmekteydi. Kullanılan bu metotlar aracılığı ile sıkışmış havanın elde edilmesi esnasında, yapılan iş motordan alındığı için motorun yaptığı yararlı işin azalması anlamına gelmekteydi. Turboşarj sistemlerinin geliştirilmesi ile atık egzoz gazlarının kullanılması sonucunda basınçlı hava silindir içerisine herhangi bir iş kaybı olmadan doldurulabilmiş ve motorun verimi önceki kullanılan sistemlere göre artmıştır.



Şekil 1.10. Turboşarj çalışma prensibi (URL-8, 2017)

### 1.3.10.1. Turboşarj Tam Bakımı

Acil durumlar dışında turboşarj tam bakımı planlanan bakım tarihlerine göre yapılmaktadır. Tam bakım aşamasında, öncelikle hava filtreleri yerlerinden çıkarılır. Her iki tahliye noktasından yağlama sisteminde bulunan yağ boşaltıldıktan sonra yatak kapaklarının iki tarafı sökülür. Kilitleme telleri çıkartılıp, alyan vidalar sökülür ve yağ emme boruları çıkarılır. Yatak kutularının alyan vidaları tekrar sıkıştırılarak ayırma test cihazı ve miknatıslı ayak kullanarak farklı uçların sapmaları kontrol edilir. Farklı uçlar tornavida ile çıkarılıp derinlik mikrometresi ile üfleme tarafındaki değerler ölçülür. Rotor

özel aparatla kilitlenip yağlama diski çıkarıldıktan sonra her iki rulmanda yerinden alınır. Parçalar kir ve neme karşı korumak için mumlu kâğıt ile sarılır. Her iki rulman yenilenirken, labirent conta kontrol edilir ve conta hava hattı temizlenir. Muhafazalar çatlak ve aşınma açısından kontrol edilirken yeniden monte edilirken statik dengeye azami hassasiyet gösterilir. Turboşarj tam bakımları daha karmaşık bakımlar olduğundan genel olarak gemi personellerine değil, servis ekibine yaptırılmaktadır (Kawasaki-Man B&W, 2006).

### **1.3.10.2. Turboşarj Türbin Tarafının Temizlenmesi**

Turboşarj türbin tarafı temizlenirken kuru temizleme yöntemi kullanılmakta olup, sıkıştırılmış hava ile kuru, katı granüllerin üflenmesi sonucu türbin kanatlarında oluşmuş olan birikintilerin çoğu alınır. Granül olarak sertlikleri nedeniyle kömür kabukları veya atölyede şekillendirilmiş kömür parçaları kullanılmaktadır. Bu kuru temizleme yöntemiyle kalın tortuların temizlenmesi her zaman mümkün olmadığından, her 24 saatlik kullanımdan sonra türbin tarafı düzenli biçimde temizlenmelidir. Turboşarj türbin tarafının temizlenmesi sırasında makinenin tam yükte çalışması tavsiye edilmektedir (Kawasaki-Man B&W, 2006).

### **1.3.10.3. Turboşarj Hava Soğutucusunun Temizlenmesi**

Soğutucusunun hava tarafı, soğutucu elemanın üstünde bulunan püskürtme borusundan kimyasal sıvı enjekte edilerek temizlenmektedir. Üreticilerin önerdiği kimyasalların kullanılması tavsiye edilirken, motorun durdurulmasından sonra yarım saat içinde işleme başlanılmamalıdır. Kontrol havasının egzoz valfine olan bağlantısı kesilmeden motor üzerinde bulunan temizleme talimatları izlenir. Temizleme sıvısının yeterince etkili olabilmesi için dolaşım pompasının basıncı yüksek tutulmalıdır. Temizleme sıvısının en az yarım saat sistemde dolaştırılması önerilirken gerekli süre temizleme işleminin sıklığına ve kullanılan kimyasal ürüne bağlıdır. Temizlik işlemi bittikten sonra gözetleme camında temiz su görülene kadar temiz su ile yıkanmalıdır. Su tarafının temizlenmesi soğutma suyu giriş çıkışları kapatılıp suyun boşalma vanasından boşaltılmasıyla gerçekleştirilir (Kawasaki-Man B&W, 2006).

#### **1.3.10.4. Döndürmez Valfin Sökülüp-Takılması**

Süpürme havası alıcısındaki döndürmez valflere erişim, alıcının kontrol açıklıkları vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Valfin değiştirilmesi esnasında, en dışta bulunan iki vida ve orta vida sökülür. Valf grubu kaldırılarak yerine yenisi takılır. Valf oturma yüzeylerini emniyete alan yay piminin atılması ve aksın dışarıya çıkarılmasından sonra parçaları birbirine tutturun vidanın sökülmesi ile valf grubu değişimi gerçekleştirilebilir (Kawasaki-Man B&W, 2006).

#### **1.3.10.5. Yardımcı Üfleyicilerin Tam Bakımı**

Yardımcı üfleyiciler temizlenirken ve tam bakımı yapılırken elektrik motoru ve üfleyici çark bir bütün olarak çıkarılır. Fan motoruna giden kablo bağlantıları ayrıldıktan sonra tel halatlar kancalara bağlanarak kaldırma pozisyonuna getirilir. Üfleme kısmında bulunan lastiğin ağız vidaları sökülerek elektrik motoru ve üfleme takımı kasnakları uç kapaklardan çekilir. Üfleyici pervane ve oturma gövdesi temizlenip incelenir. Hava tahliye tertibatının sökülmesi için, alıcıdaki havanın temiz olduğundan emin olunduktan sonra muayene kapakları çıkarılmalıdır. İki kaporta uç kapağın üzerinde bulunan kancalardan halatlar yardımıyla askıya alınır. Emme devresinin son kapağını tutan vidalar çıkarıldıktan sonra, hava tahliye tertibatının üfleme yuvasından çekilmesi esnasında deforme olmamasına dikkat edilmelidir (Kawasaki-Man B&W, 2006).

#### **1.4. Bulanık Mantık**

1921 yılında Bakü’de doğmuş olan Lütfi Ali Askerzade bulanık mantığın kurucusudur. Daha sonra İngilizce söylenmesi daha kolay olan “Zadeh” adıyla bilinecek olan L. A. Askerzade, 1965 yılında California Berkeley Üniversitesinde çalışırken “Information and Control” isimli dergide yayınladığı “Fuzzy Sets” isimli makale ile devrim sayılabilecek görüşlerini öne sürmüştür. Bu görüşler daha sonra sadece teknolojiye çözümler üretmekle kalmamış, mantık ve fizikte yeni yorumlar geliştirilmesini sağlamıştır. İnsan düşüncesi ve dilin, bunlara bağlı olarak doğanın bulanık mantık ilkeleriyle



açıklanabiliyor olması kimi bilim adamlarına göre asırlardır süren bir yanılgının sona erdirilmesi anlamına gelmektedir (Ural, 2003).

Klasik mantıkta sınıflandırmaların kesin olmasından dolayı, bir eleman bir kümenin ya elemanıdır veya değildir. Kısaca klasik kümelerde 0 ve 1 mantığı vardır (Kazan ve Eğrisöğüt Tiryaki, 2007). Belirgin kuralları ve kabulleri olan klasik mantık “mekanik” bir yaklaşımdır. Mekanik olayların söz konusu olduğu problemlerin çözümünde kullanılmakta olmasına rağmen (Şen, 2009) belirsiz ve kesin olmayan problemlerin çözümünde yetersiz kalmaktadır (Dizdaroğlu, 1998).

İnsan bilgi kaynaklarının tümünü aynı anda ve etkileşimli olarak kavrayamamakta bunlardan kesin sonuçlar çıkaramamaktadır. Burada bilgi kaynaklarının temel ve kesin bilgilerine ilaveten sözel bilgiler de içerdiği unutulmamalı ve insan sözel düşünebildiği, bildiklerini başkalarına sözel ifadelerle aktarabildiği için bu ifadelerin kesin olması beklenmemelidir. (Şen, 2004). Bulanık mantık yaklaşımı; insanın karar verme aşamalarını taklitte, matematik modeli önemsemeksizin, istenilen sonuçları elde edebilmek adına kontrol mekanizmasının düzenlenmesi ilkesine dayanmaktadır. İnsanın karar verme süreci taklit edilerek kullanıcı tarafından tespit edilen kural, komut ve kısıtlayıcı bazı formlar kullanılmaktadır. Bulanık mantık sistemlerde kullanılan, matematiksel ifadelerle bağımlı olmadan, tecrübe, deneyim ve uzmanlık doğrultusunda biçimlendirilebilmesinden dolayı kesin ve net kurallar çerçevesinde kısıtlandırılmamış, belirsizlik ve değişkenlik üzerine oluşturulmuş matematiksel bir yaklaşım kavramıdır (Kazemian, 2002; Yüksel, 2012; Başaran, 2013; Özdemir ve Güneroğlu, 2015; Özdemir, 2015).

Klasik mantığın oluşturulan bazı önermelerin doğruluk değerlerinin belirlenmesinde yetersizliği ile “çok, oldukça, hemen hemen” gibi belirsizlik içeren kavramların insan düşünce biçimine yaklaşabilmek için kullanılma gerekliliği, bulanık mantığın gelişmesine yol açmıştır (Özkan, 2003). Böylece belirsiz kavramlar içeren insan bilgisi, gerçek hayatta bulunan problemlere daha etkin çözümler getirebilmiştir. Bulanık mantık daha çok, incelenen olayın çok karmaşık olması, bununla ilgili yeterli bilginin bulunmaması durumunda kişilerin görüş ve değer yargılarına yer verilmesinde veya insan muhakemesine, kavrayışlarına ve karar vermesine gerek duyulması durumlarında kullanılmaktadır (Kandel, 1986).

### 1.4.1. Bulanık Kümeler ve Üyelik Dereceleri

Bulanık kümeler klasik küme teorisinin genelleştirilmiş bir uzantısı olarak da anılmaktadır (Özdemir, 2010; Yüzgeç, 1999). Bulanık küme teorisi, tanımlanması ve anlaşılması zor olan kavramlara üyelik derecesi atayarak belirli bir hale getirmeye çalışan bir yaklaşımdır (İşbilen, 2005). Bulanık mantık konusunun ana direği bulanık küme olmakla birlikte, bulanık mantıkla işlem yapılabilmesi için bulanık kümenin iyi anlaşılması ve öncesinde bulanıklığın ne demek olduğunu bilinmesi gerekmektedir.

#### 1.4.1.1. Bulanık Kümeler

Zadeh (1965), bulanık kümelerin üyelik dereceleri sürekli olan elemanlar sınıfı olarak tanımlarken, bu kümelerde her bir elemanın üyelik derecesi  $[0,1]$  arasında ve her bir elemana atanan üyelik fonksiyonu ile karakterize olduğu ifade edilmektedir. “Sıcak yüzey” veya “Sökümü zor bölüm” gibi gerçek yaşamda karşılaşılan ifadelerin sınıfları kesin bir şekilde tanımlanamazken, klasik kümeler kuramı ile oluşturulamaz ve görecelik ifade eder. Böyle kesin olarak tanımlanamayan sınıflar, insanın yaklaşık ve düşünme ve çıkarım yollu zihinde canlandırması ile çözümlenmeye çalışılır (Özkan, 2011; Özdemir ve Güneroğlu, 2015; Özdemir, 2015).

Bulanık bir küme değişik üyelik veya ait olma derecelerine sahip elemanları olan bir küme türüdür. Bu kümeler elemanlarından her birine  $[0,1]$  aralığında üyelik değeri atayabilen üyelik fonksiyonları ile tanımlanabilmektedir (Zadeh ve Kacprzyk, 1992). Kümeye dâhil olmayan elemanların değeri 0, tam dâhil olanların değeri 1 olarak atanırken dahil olup olmadıkları belirsiz olanlara  $[0,1]$  aralığında belirsiz değerler atanmaktadır (Chen ve Pham, 2001). Belirsizlik ifade eden, tanımlanması güç kavramlara üyelik derecesi atayarak belirlilik getirmek bulanık kümenin amacıdır (Türkşen, 1985).

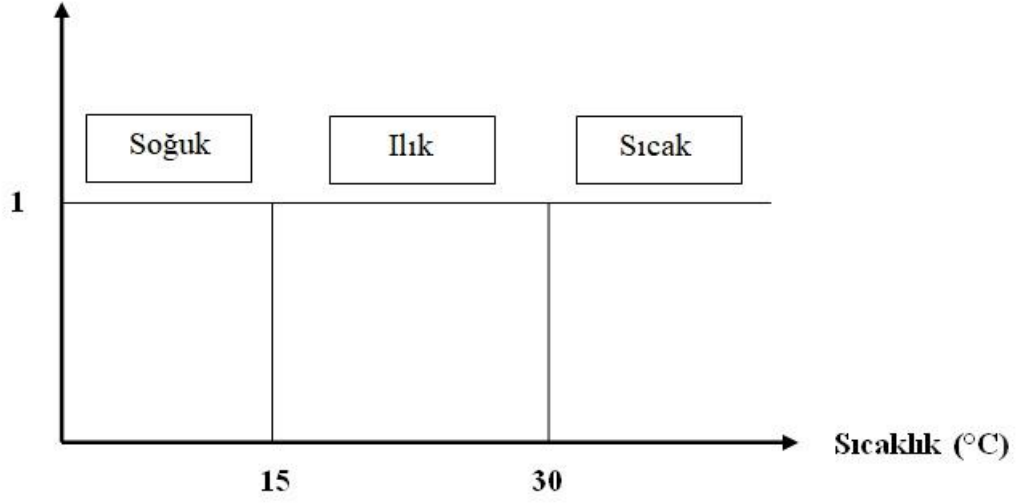
Bir A bulanık kümesi aşağıdaki gibi formüle edilebilir:

$$A = \{(c, \mu_{\tilde{A}}(X)) | c \in C\} \quad (1)$$

Şekil 1.11. ve Şekil 1.12’de klasik küme ve bulanık kümeye örnek verilmiştir. Ortam sıcaklığı kavramının her birey için farklılık göstermesinden dolayı, sınırlar kesin olarak

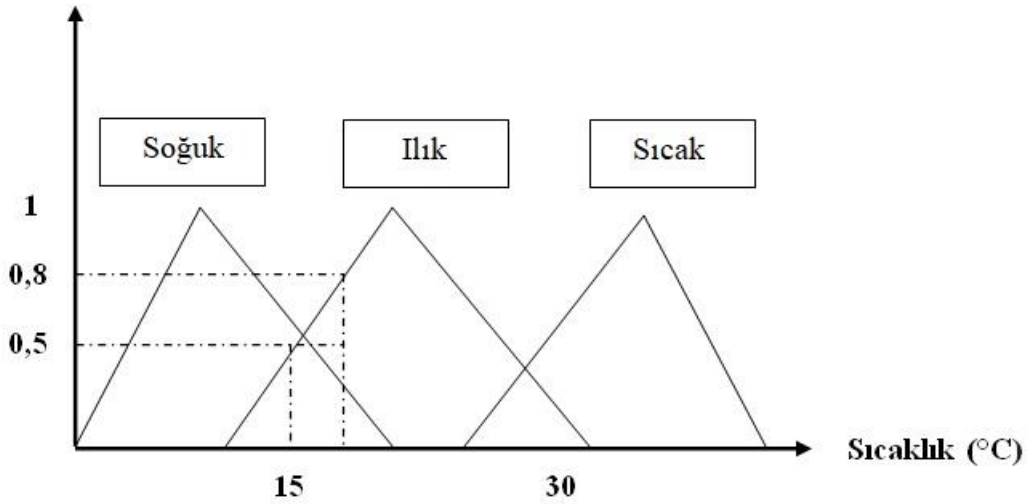
ifade edilemez. Genel olarak 15-30 °C arası ılık olarak düşünülürken, bu kavram bulanık olarak gösterilirse Şekil 1.12.'de ki gibi üyelik eğrileri ortaya çıkacaktır.

### Üyelik Derecesi



Şekil 1.11. Sıcaklık ortalaması için klasik küme örneği

### Üyelik Derecesi



Şekil 1.12. Sıcaklık ortalaması için bulanık küme örneği

Şekil 1.12’de üyelik derecesi 0,5 ve 0,8 olan hava sıcaklıkları hem soğuk hem de ılık hava sıcaklıklarını temsil edebilmektedir. Esneklik payları olduğu gibi gerçeğe uyumlu olan bu duruma bulanık kümelerde örtüşümde denilmektedir.

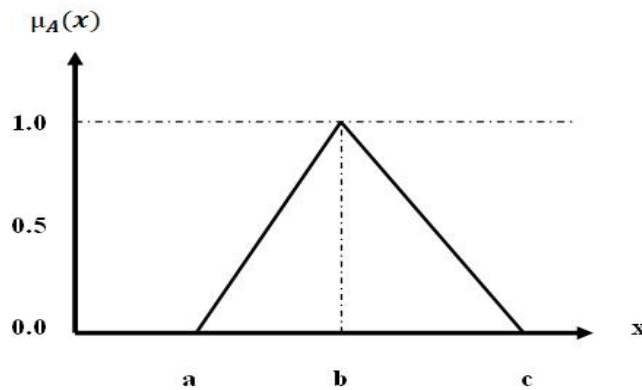
### 1.4.1.2. Bulanık Küme Üyelik Fonksiyonları

Bulanık kümeye ait bilgiler üyelik fonksiyonları aracılığı ile ifade edilmekte ve bu fonksiyonları bulanık mantık için çok önemli hale getirmektedir. Bulanık modellemelerde hesaplama kolaylıkları göz önüne alınarak üyelik fonksiyonları seçilebildiğinden, bulanık küme kavramının esnekliği üyelik fonksiyonlarına bağlanabilir (Kaplan ve Arıkan, 2012).

Klasik kümelerde üyelik fonksiyonları dikdörtgen biçimindeyken, bulanık kümelerde farklı şekillerde ifade edilebilmektedir. Genel olarak üçgen, yamuk, sigmoid, s-biçimli, z-biçimli, Gaussian (genel çan) ve II üyelik fonksiyonu tipleri bulunmaktadır. Bunlardan en çok kullanılanları üçgen, yamuk, çan eğrisi, Gauss ve sigmoid tipli üyelik fonksiyonlarıdır (Baykal ve Beyan, 2004; Şen, 2009). Bu üyelik fonksiyonu tipleri aşağıda kısaca açıklanmıştır.

#### 1.4.1.2.1. Üçgen Tipi Üyelik Fonksiyonu

En basit üyelik fonksiyonu olan üçgen tipi üyelik fonksiyonunun dayanağı (sıfırdan yüksek üyelik derecesine sahip tüm elemanlar)  $x$  ile gösterilirse, kendisini tanımlayan  $a$ ,  $b$ ,  $c$  gibi üç değer almaktadır.



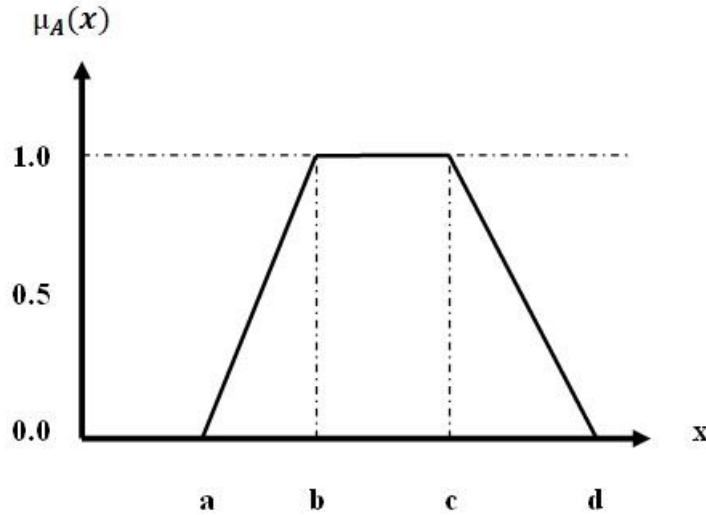
Şekil 1.13. Üçgen tipi üyelik fonksiyonu

Üçgen tipi üyelik fonksiyonu matematiksel olarak aşağıdaki denklemde verilmiştir.

$$\mu_{\bar{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a, \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 0, & c \leq x \\ \frac{x-a}{b-a}, & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2)$$

#### 1.4.1.2.2. Yamuk Tipi Üyelik Fonksiyonu

Yamuk tipli üyelik fonksiyonunun a, b, c ve d olmak üzere dört adet parametresi bulunmaktadır. Bu üyelik fonksiyonu türü üçgen tipi üyelik fonksiyonunun özel bir durumu olarak da nitelendirilebilir. Bu fonksiyonda b ve c parametreleri öz kısmını oluştururken, a ve d parametreleri fonksiyonun dayanak noktalarını ifade etmek için kullanılmaktadır.



Şekil 1.14. Yamuk tipi üyelik fonksiyonu

Yamuk üyelik fonksiyonun matematiksel ifadesi aşağıda verilen Denklem 3 ile ifade edilmektedir.

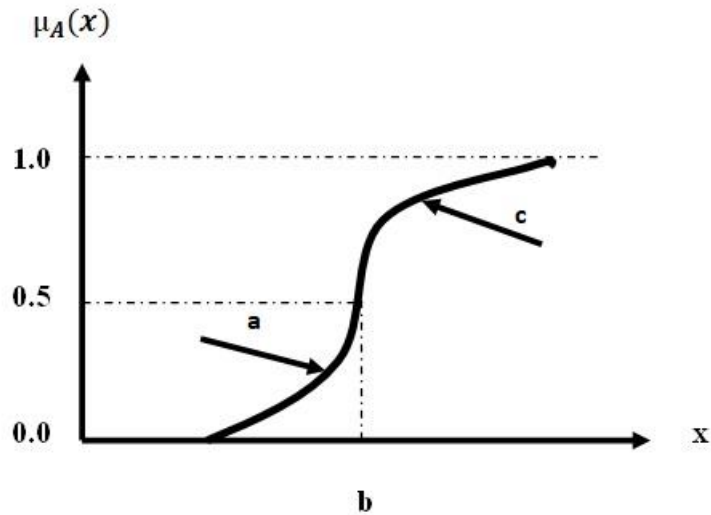
$$\mu_{\bar{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a, \\ \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c} & c \leq x \leq d \\ 0, & d \leq x \end{cases} \quad (3)$$

#### 1.4.1.2.3. Sigmoid Üyelik Fonksiyonu Tipi

Sigmoid üyelik fonksiyonu tipinde a ve c gibi iki parametre bulunmaktadır.

$$\mu_{\bar{A}}(x) = \frac{1}{1+ae^{-(x-c)}} \quad (4)$$

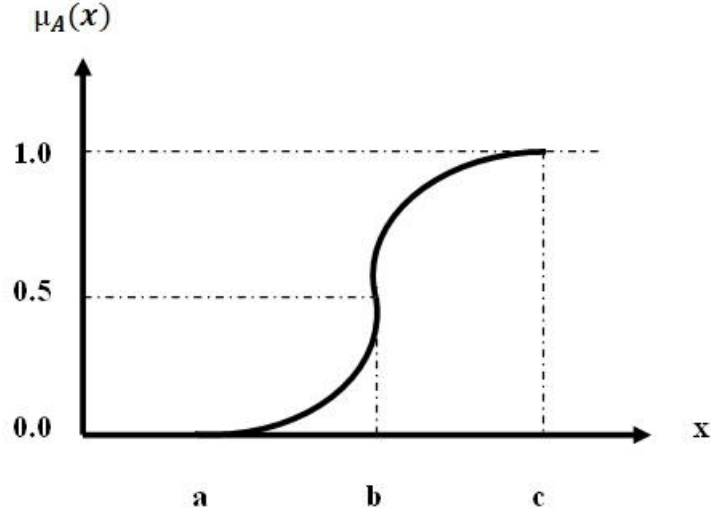
Şekil 1.15'te grafiksel olarak gösterilen sigmoid üyelik fonksiyonunda a parametresinin artı veya eksi olmasına göre sağ ve sol taraf açıklıkları göstermesi sebebi ile “çok büyük”, “biraz küçük” ve “oldukça” gibi bulanık kelimelerin ifadesinde sıkça kullanılmaktadır. Bu tür fonksiyonlarda üyelik noktasında bulunan kırılma noktası b parametresidir.



Şekil 1.15. Sigmoid üyelik fonksiyonu

#### 1.4.1.2.4. s-Biçimli Üyelik Fonksiyonu Tipi

“s” şekline benzediği için bu ismi alan üyelik fonksiyonunun a, b ve c olmak üzere üç parametresi bulunmaktadır. Bulanık olup olmama konusunda kırılma noktası b parametresi olan bu fonksiyonun grafiksel gösterimi Şekil 1.16’da gösterilmiştir.



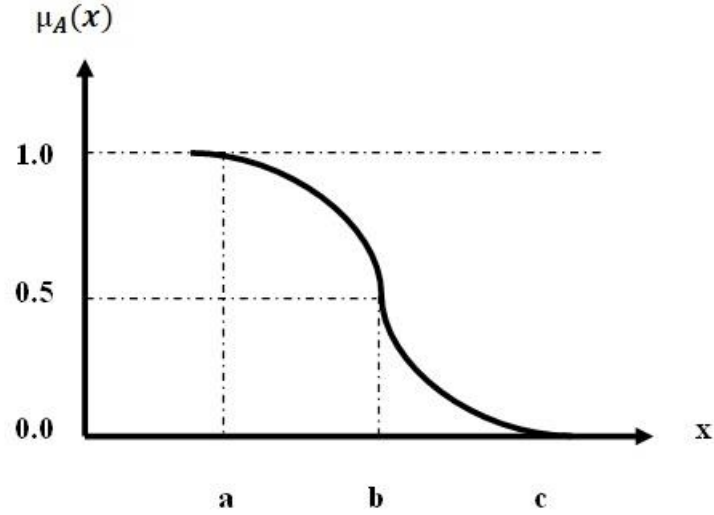
Şekil 1.16. s-Biçimli üyelik fonksiyonu

s-Biçimli üyelik fonksiyonun matematiksel ifadesi aşağıdadır.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq a \\ 2 \left( \frac{x-a}{b-a} \right)^2 & a \leq x \leq b \\ 1 & c \leq x \\ 1 - 2 \left( \frac{x-a}{b-a} \right)^2 & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (4)$$

#### 1.4.1.2.5. z-Biçimli Üyelik Fonksiyonu Tipi

Simetrik olmayan bu üyelik fonksiyonu sola açık bir eğri şekline sahiptir. Grafiksel gösterimi ve matematik denklemini aşağıdadır.



Şekil 1.17. z-Biçimli üyelik fonksiyonu

$$\mu_{\bar{A}}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq a \\ 1 - 2 \left( \frac{x-a}{b-a} \right)^2 & a \leq x \leq b \\ 0 & c \leq x \\ 2 \left( \frac{x-a}{b-a} \right)^2 & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (5)$$

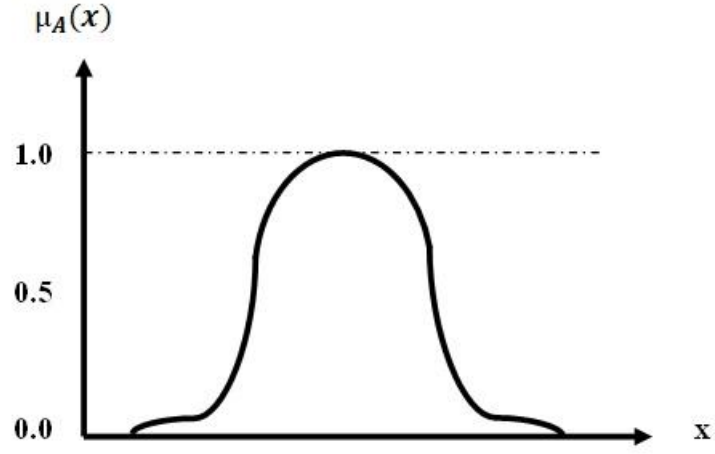
#### 1.4.1.2.6. Gaussian Üyelik Fonksiyonu Tipi

Bu tip üyelik fonksiyonları  $m$  ve  $\sigma$  parametreleriyle ifade edilmektedir. Gaussian üyelik fonksiyonu tipinin genel matematiksel denklemi aşağıda yazıldığı gibidir.

$$\mu_{\bar{A}}(x) = \exp \left\{ \frac{-(x-m)^2}{2\sigma^2} \right\} \quad (6)$$

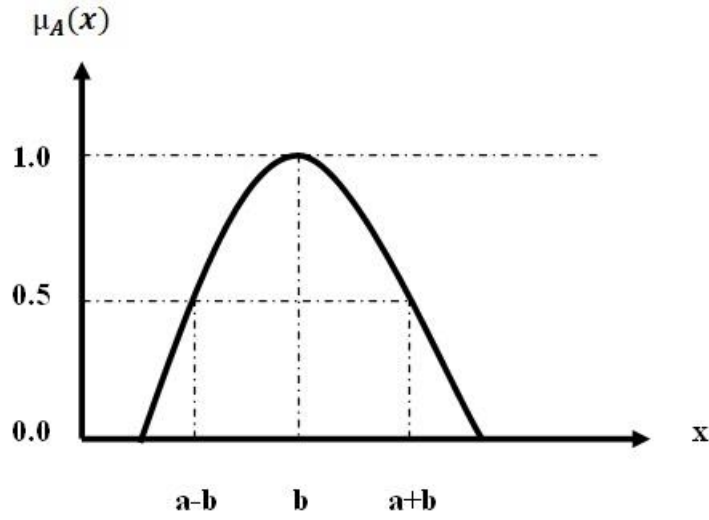
Bu denklemde  $m$  fonksiyon merkezini,  $\sigma$  ise genişliği ifade etmektedir.  $\sigma$  değiştiğinde fonksiyonun biçimi değişmektedir.





Şekil 1.18. Gaussian üyelik fonksiyon tipi

#### 1.4.1.2.7. II Üyelik Fonksiyonu Tipi



Şekil 1.19. II Üyelik Fonksiyonu Tipi

$$\mu_{\bar{A}}(x) = \left\{ \frac{1}{1 + \left(\frac{x-a}{b}\right)^2} \right\} \quad (7)$$

Parametreleri a ve b olan bu üyelik fonksiyonu, s-Biçimli fonksiyonlardan farklı olarak iki tarafında olan uçlar sıfıra doğru asimptotik olarak azalan bir seyir izler. Matematiksel ifadesi ve grafiksel gösterimi yukarıda verilmiştir.

### 1.4.1.3. Bulanık Sayılar

Her bir reel sayıyı  $[0,1]$  kapalı aralığı ile ilişkilendiren fonksiyon gruplarına bulanık sayılar denilmektedir. Temel olarak istenilen belirli bir sınır içinde ifade edilen bulanık sayılar, bu aralıkta alınan değerlere göre çeşitli ifadelerle nitelendirilebilirler. Üçgensel bulanık sayılar, yamuk bulanık sayılar, çan şekilli bulanık sayılar v.b. olarak değişik formlarda tanımlanmışlardır. Yapılan çalışmada üçgensel bulanık sayılar ile işlemler yapıldığından sadece bu bulanık sayılarda yapılan işlemler anlatılmıştır.

#### 1.4.1.3.1. Üçgensel Bulanık Sayılar

Üçlü sayı öbekleri olan üçgensel bulanık sayılar küçükten büyüğe sıralanmaları şartıyla  $a, b, c$  bileşenlerinden oluşmaktadır. Matematik 3'ün iki komşuluğu denildiğinde  $(1,3,5)$  sayılarının alındığı gibi, üçgensel bulanık sayılarda bir sayının komşuluğu olarak düşünülebilir. Alt ve üst değerler ideal değere eşit uzaklıkta olmalıdır.

$a_1 < b_1 < c_1, a_2 < b_2 < c_2$  olmak üzere  $A(a_1, b_1, c_1)$  ve  $B(a_2, b_2, c_2)$  bulanık sayılarının verilmesi durumunda;

a) Toplama İşlemi:

Sıralı üçlülerde toplamına işlemine benzer şekilde toplama yapılır.

$$A+B = (a_1+a_2, b_1+b_2, c_1+c_2) \quad (8)$$

b) Çıkarma İşlemi:

$$A-B = (a_1-a_2, b_1-b_2, c_1-c_2) \quad (9)$$

c) Çarpma İşlemi:

$$A \times B = (a_1 \cdot a_2, b_1 \cdot b_2, c_1 \cdot c_2) \quad (10)$$

d) Bölme işlemi:

$$A/B = (a_1/c_2, b_1/b_2, c_1/a_2) \quad (11)$$

e) Üçgensel Bulanık Sayıların Tersi:

$$A^{-1} = \left( \frac{1}{c_1}, \frac{1}{b_1}, \frac{1}{a_1} \right) \quad (12)$$

#### 1.4.1.3.2. Bulanık Sayılarda Durulaştırma İşlemleri

Sonuçların incelenmesi için bulanık değerlerden kesin değerlere dönüştürülme işlemine durulaştırma denir. Durulaştırma işlemi sayesinde küme elemanlarının birbirleri ile mukayese edilmesi sağlanır. Literatürde durulaştırma işlemi ile ilgili olarak pek çok metod önerilmektedir.

$A=(a,b,c)$  bir üçgensel bulanık sayı olmak üzere, Kwong ve Bai (2003) ile Yong (2006) Denklem 13’de, Cheng vd. (2008) Denklem 14’te, Yao ve Chiang (2009) Denklem 15’te belirtilen durulaştırma işlemlerini kullanmışlardır.

$$A_d = \frac{a+4b+c}{6} \quad (13)$$

$$A_d = \frac{(c-1)+(b-1)}{3} + 1 \quad (14)$$

$$A_d = \frac{a+b+c}{3} \quad (15)$$

#### 1.4.2. Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme

Bellman ve Zadeh (1970) bulanık amaçlar ve sınırlamaların seçenek uzayında sistematik biçimde bulanık küme olarak tanımlanabileceğini ifade etmişler ve bulanık ortamda karar verme konusunda ilk yöntemlerini sunmuşlardır (Menteş, 2010).

Bulanık çok ölçütlü karar verme karar vericilerin kararlarını sözel olarak ifade ettikleri ya da tarafsız yargılarda bulunamadıkları çok seçenekli karar durumlarında kullanılan bir yaklaşımdır. Bu yöntem bunun yanında karar vericilerin yanlı ve stokastik değerlendirmelerini belirli matematiksel sınırlar içerisinde kalarak, somut alternatifler kümesi vermekte ve daha gerçekçi çözümler sunmaktadır.

### 1.4.3. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi

Sıklıkla kullanılan çok ölçütlü karar verme yöntemi olan Analitik Hiyerarşik Prosesi (AHP) belirsizlik durumunda karar verme işlemini gerçek orta tam uygun biçimde gerçekleştiremediğinden dolayı, bulanık mantıkla bütünleştirilerek Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP) adıyla yeni bir yöntem ortaya konulmuştur. Bu yöntemde karar vericiler kesin ve net nitelendirmeler yapmanın yerine, problemi gerçek dünyaya uyarlayan ara değerlerden oluşan değerlendirmeler yaparak daha güvenilir sonuçlar ortaya koymaktadır (Zhu vd., 1999; Çelik vd., 2009; Gümüş ve Yılmaz, 2010; Özdemir, 2015).

Analitik hiyerarşi prosesinin hiyerarşik yapısı ile bulanık mantığın esnek yapısını birleştiren bu yöntem, çok kriterli ortamlarda seçenekleri sıralamaya yönelik kullanılmaktadır. Literatürde model olarak kabul edilen bu yöntemler Tablo 1.1.'de avantajları, dezavantajları ve temel özellikleri açısından kıyaslanmıştır.

Bulanık AHP konusunda yapılan ilk çalışma, AHP konusunda yüzlerce çalışması olan Saaty (1977) tarafından yapılmış olup, bu çalışmada iki zamanlı gemi dizel makinelerinde yapılan bakım onarım çalışmalarının risk açısından kıyaslanmış, Buckley (1985) ve Chang (1996) yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemler ilerleyen bölümlerde ayrıntılı biçimde ele alınmıştır.

Tablo 1.1. Bulanık AHP yöntemlerinin kıyaslanması (Büyüközkan vd., 2004)

KAYNAK	YÖNTEMİN TEMEL ÖZELLİKLERİ	AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI
<b>Van Laarhoven ve Pedrycz (1983)</b>	1. Saaty'nin AHP yöntemi üçgensel bulanık sayılarla doğrudan uygulanır. 2. Bulanık ağırlıkları ve performans puanlarını elde etmek için Lootsma'nın logaritmik en küçük kareler yöntemi uygulanır.	Karşılık matriste birden çok karar vericinin fikirleri modellenebilmektedir	1. Liner denklemlerin her zaman çözümü yoktur. 2. Küçük bir problem bile çok fazla hesap gerektirir. 3. Sadece üçgensel bulanık sayılar kullanılabilir.
<b>Buckley (1985)</b>	1. Saaty'nin AHP yöntemi yamuk bulanık sayılarla doğrudan uygulanır. 2. Bulanık ağırlıkları ve performans puanlarını elde etmek için geometrik ortalama yöntemi uygulanır.	1. Bulanık uyarlaması kolaydır. 2. Karşılık kıyaslama matrisi için tek bir çözümü garanti eder.	Çok fazla hesap gerektirmektedir.
<b>Boender vd. (1989)</b>	1. Laarhoven ve Pedrycz yönteminin geliştirilmiş halidir. 2. Yerel önceliklerin normalize edilmesi için daha sağlam bir yaklaşım sunulur.	Birden çok karar vericinin fikirleri modellenebilmektedir	Çok fazla hesap gerektirmektedir
<b>Chang (1996)</b>	1. Sentetik derece değerleri 2. Basit seviye sıralaması 3. Birleşik toplam sıralama	1. Hesaplama gereksinimi azdır. 2. Klasik AHP yönteminin adımları izlenir.	Sadece üçgensel bulanık sayılar kullanılabilir.
<b>Cheng (1999)</b>	1. Bulanık standartlar geliştirir. 2. Performans puanları üyelik fonksiyonları ile gösterilir. 3. Birleşik ağırlıkları hesaplamak için entropi kullanılır.	Hesaplama gereksinimi çok değildir.	Entropi olasılık dağılımı bilindiği zaman kullanılır. Yöntem olasılık ölçülerine dayanmaktadır.

### 1.5. Risk Kavramı

Birey ve kurumların sık biçimde karşılaştığı risk kavramının ortaya çıkması Akdeniz ülkelerinde deniz ticareti ve kazaların yaşanmasıyla başlamıştır (Zhang-Lin vd., 2007). 20. Yüzyılın ikinci yarısında nükleer enerjinin kullanılmaya başlanması ile bilimsel bir nitelik kazanan risk kavramı ve risk yönetimi mühendislik ve alt yapı sistemleri, süreç yönetimi, iş güvenliği ve finansal risk yönetimi konularında kullanılmasıyla gelişmiştir (Zimmerman ve Bier, 2002).

Risk “Belirli bir tehlikede olayın meydana gelme olasılığı ile bu olayın sonuçlarının ortaya çıkardığı zarar, hasar veya yaralanma şiddetinin bileşimi” olarak tanımlanmaktadır. Matematiksel olarak risk güvenliğe ilişkin tehlikelerin önemini değerlendirmek için kullanılan bir parametredir (ISO 31000, 2002). Bu durumda risk (R), tehlikenin gerçekleşme olasılığı (O) ve bu tehlikenin yaşanması durumunda ortaya çıkabilecek olası sonuçların şiddetinin (Ş) bir fonksiyonu olarak değerlendirilebilir.

$$R = f(\text{Ş}, O) \quad (16)$$

$$R = \text{Ş} \times O \quad (17)$$

Riski tanımlayıp daha iyi anlamak için Denklem 17'nin değerlendirilmesi gerekmektedir. Şiddeti ve olma olasılığı yüksek belirli bir tehlikenin yüksek risk taşıdığı, sonuçları düşük şiddette olan olasılığı düşük bir tehlikenin ise ihmal edilebilir bir risk olduğu anlaşılmaktadır.

### 1.6. Borda Sayım Yöntemi

Literatürde birden fazla ÇKKV tekniğinin bir arada kullanıldığı çok sayıda çalışma bulunmakta olup, söz konusu çalışmaların amacı farklı sıralama yöntemleriyle birbirine yakın sonuçlar elde etmektir. Birden fazla yöntem ile en iyi alternatifin tespit edilmesi bir çeşit etkinlik ölçütü olarak görülmekte olup, Borda sayım yöntemi böylesi birden fazla sınıflayıcı tarafından oluşturulmuş sıralamaları birleştirip tek bir sıralama sunmaktadır. Uygulanabilirlik açısından oldukça basit olan bu yöntemde, ele alınan sınıf içerisindeki m

adet alternatiften en iyi durumdakine m- 1, ikinci en iyi durumdakine m-2 şeklinde birer azalan değerler verilerek en kötü alternatif 0 değerini alacak şekilde puanlama yapılmaktadır. Son olarak tüm sınıflardaki alternatifler için atanan değerler toplanarak Borda skor elde edilir ve sıralama bu değer üzerinde gerçekleştirilmektedir. İlgili formülasyon,  $r_{ik}$  k. kriter altındaki i. alternatifin sırası, M toplam kriter sayısı olmak üzere Denklem 18' de görülmektedir (Akyüz ve Salih, 2017).

$$b_i = \sum_{k=1}^n (M - r_{ik}) \quad (18)$$

### 1.7. Literatür Çalışması

Literatür taraması sonucunda bakım onarım çalışmalarının risk faktörlerinin belirlenmesinde BAHP yaklaşımı ile ilgili herhangi bir çalışma veya benzer içerik tespit edilememiştir. Genel olarak konteyner gemileri, liman ve tersane verimliliği, gemi kazaları, risk analizi, insan hataları ve firma maliyetleri gibi temel konuların incelendiği gözlemlenmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan BAHP yönteminin birçok değişik alanda kullanıldığı tespit edilmiştir.

Al-Najjar ve Alsyouf (2003) bakım-onarım stratejileri arasında seçim yapmak ve en ideal stratejiyi seçerek makinelerin ömrünü ve bakım maliyetlerini düşürmek için bulanık çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanmışlardır. Bu çalışmada makinenin çalışma şeklinin sürekli veya aralıklı olmasını, yük ve hız seviyesinin yüksek veya düşük olmasını en önemli kriterler seçerek arıza sebebi olarak görmüşlerdir. En uygun maliyetli bakım yaklaşımının arıza nedeni için gerekli bilgiyi, makine koşullarına, ürün kalitesine ve çevrenin ilgili davranışlarına bağlayabilen bakım yaklaşımı olduğu sonucuna varmışlardır.

Alizadeh ve Nikos (2003), kuru yük gemi fiyatlarında yaşanan kur değişikliklerinde gemilerin alım satımında etkisini bulanık çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanarak incelemiş ve artan fiyatların ikinci el gemi piyasasında daha çok alım satım yapılmasını sağladığını tespit etmişlerdir.

Ding ve Liang (2005) sabit hatta çalışan gemilerin stratejik ortaklık senaryolarını seçmek için bulanık çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanmıştır. Stratejik ortaklık seçimlerinin karmaşık hususları barındırmasından dolayı bu kararı verebilmenin zor

olduğunu özellikle özel şirketler için zor olan bu durumda, bulanık küme teorisinin en uygun nakliye ittifaklarının oluşması için yardımcı olacağını belirtmişlerdir.

Tesfamariam ve Sadiq (2006) risk analizlerinin ayrılmaz bir parçası olan çevresel risk yönetiminde hafifletici ya da önleyici alternatiflerin seçiminin genellikle karmaşık ve çok kriterli karar verme yöntemleri gerektiren ölçütler içerdiğini belirtmiştir. Çalışmada önerilen yaklaşım varsayımsal bir örnek üzerine kurulmuş, açık deniz petrol ve gaz operasyonları için sondaj sıvısı, çamur seçimi uygulama yoluyla gösterilmiştir.

Chou (2007) yapmış olduğu çalışmada transatlantik rotası üzerinde bulunan çeşitli seçeneklerden uygun liman seçimi için bulanık çok kriterli karar verme yöntemini kullanmıştır. Uluslararası ticaret konteyneri taşıma operasyonlarının maliyetini düşürmek için nakliye şirketlerinin en uygun limanı seçmesinin çok önemli olduğu belirtilen bu çalışmada, liman ücretlerinin düşürmenin en önemli yolunun liman kapasitesini arttırmakta olduğunu öne sürmüştür.

Chowdhury vd. (2007) dezenfeksiyon yan ürünlerinin maruziyetinden kaynaklanan insan sağlığı riski, dezenfeksiyon sürecinin maliyeti, teknik fizibilite ve dezenfeksiyon performansı ile dezenfektanların karşılaştırmalı değerlendirilmesi ve uygulanması yaklaşımları için bir çerçeve oluşturmaya çalışmışlardır. Çalışmada klorlama, kloraminleme ve post klorlama ile taneli aktif karbon yöntemleri, farklı hiyerarşi düzeylerinde çeşitli özelliklerinin görece önemini belirlemek için bulanık analitik hiyerarşi prosesi aracılığı ile karşılaştırılmış ve en iyi dezenfeksiyon yaklaşımı ana hatlarıyla belirtilmiştir.

Çelik ve Çebi (2009) denizcilik sektöründe yaşanabilecek kazalarda insan hatası faktörlerinin etkisini analiz etmek için bulanık çok kriterli karar verme yöntemini kullanmışlardır. Denizcilik teknolojisinde yaşanan önemli gelişmelere rağmen, nakliye kazalarının denizcilik sektöründe en önemli endişelerden biri olduğu belirtilen çalışmada, nakliye kaza raporları tutarlılığının sağlanmasının kazaların temel nedenlerinin belirlenmesinde önem arz ettiğini açıklamışlardır.

Çelik vd. (2009) gemi bakım-onarım çalışmalarının yapılacağı tersanelerin düzeni için yol gösterme amacıyla bulanık aksiyomatik tasarım yöntemini kullanmışlardır. Gemi bakım programı içerisinde en önemli noktanın periyodik bakımların yapılacağı tersane konumu olduğunu öne süren bu çalışmada, en uygun tersaneleri bulmak için çeşitli kriterlere göre seçim yapılmıştır.



Lee (2009) alıcı ve tedarikçi ilişkisinde başarının kritik faktörlere bağlı olduğunu, bunun yanında bu ilişkinin olumsuz yönlerinin aynı anda değerlendirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Çalışmasında tedarikçiler için analitik bir yaklaşım önermek amacıyla faydaları, fırsatları, maliyetleri ve riskleri kapsayan bulanık analitik hiyerarşi prosesi modeli kurarak tedarikçilerin çeşitli yönlerini değerlendirmiştir. Alıcı ve tedarikçi ilişkisinde başarıyı etkileyen olumlu veya olumsuz faktörleri uzman görüşlerine dayanarak sıralamış ve tedarikçilerin başarı sıralamasını elde etmiştir. Çalışma sonucunda kurulan modelin tedarikçi seçiminde kararlar veren firmalar tarafından uyarlanabilen ve uygulanan genel bir form olduğunu tespit etmiştir.

Hamidi vd. (2010) saha araştırmaları sırasında zemin koşullarının her yönünü tünel hizalaması boyunca doğru olarak belirlemenin asla mümkün olmadığını ve bunun jeolojik ve jeoteknik parametrelerinde belirsizlik yaratması sonucunda hem mekanik hem de geleneksel tünelleme tekniklerinde birçok potansiyel jeoteknik risk kaynağı bulunduğunu belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada jeoteknik risklere karşı uygun makine seçimi için karar verme yöntemi olarak BAHP kullanılmıştır.

Chao ve Lin (2011), BAHP yöntemi ile liman içerisinde kullanılması düşünülen vinç seçim kriterlerini araştırarak alternatif vinç tipleri arasında bir sıralama yapmışlar ve uygun olanı seçmişlerdir. Bu çalışmada uygun vinç seçimi için kritik değerlendirme faktörleri olarak; yük, emniyet, üretkenlik ve maliyet bulunmuştur.

Lavasani vd. (2011) mekanizmalarının bir çoğu karmaşık ve anlaşılması güç olan deniz kuyularının risk değerlendirmesinin zor bir iş olduğunu belirtmiş, niteliksel ve niceliksel bilgilerin elde edilmesi durumunda mevcut bilgilerin güncellenmesi olanaklarıyla baş edilebilmesi için sistematik bir yaklaşım ihtiyacı olduğunu vurgulamışlardır. Yaptıkları çalışmada dengeli olmayan risk kaynaklarının gruplandırması ve gerekli olan yükleri hesaplamak için çok kriterli karar verme metodu kullanmış ve bunun deniz kuyularındaki kabul edilebilir risklerin kıyaslanması için bir temel oluşturabileceğini öngörmüşlerdir.

Onut vd. (2011) bulanık yöntemlerle Marmara Bölgesinde bulunan çeşitli konteyner liman yerleri için alternatif değerlendirmeler yapmıştır. Marmara bölgesinde bulunan 7 liman içerisinden en uygun konteyner limanının seçildiği bu çalışmada, konteyner limanı için en uygun bölgenin İstanbul bölgesi olduğu tespiti yapılmıştır.

Awad vd. (2013) BAHP yöntemiyle yeni bir kuru yük gemisi inşa ettirmek için Güney Kore, Japonya, Avrupa ve Çin seçeneklerinin bulunduğu ülkeler arasından tersane

bölgeleri için ideal bir seçim yapmaya çalışmıştır. Karar vericiler öznel etkilerinin azaltılması için güven derecesi ve risk endeksi anketlerinden de geçirilerek bulanık çok kriterli karar verme yönteminde daha sağlıklı sonuçlar alınması amaçlanmıştır.

Radivojevic ve Gajovic (2013) tedarik zincirlerinin karmaşıklığı ve dinamiklerinin her zaman güvenilirlikleri ile orantılı olmadığını ve tedarik zinciri risk yönetiminin, tedarik zincirinde bulunan lojistikle ilgili faaliyetler ile kaynaklara etki eden belirsizlikler ve riskleri en aza indirmek için çok önemli bir araç haline geldiğini belirtmişlerdir. Yaptıkları çalışmada tedarik zincirlerinin temel özelliklerinin bir tanımını yaparken, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (BAHP) yöntemlerine dayanan bir risk değerlendirme modeli tasarlamışlardır. Profesyonel olarak çalışan sigorta şirketi uzmanlarının deneyim ve bilgilerinden elde edilen veriler aracılığı ile tedarik risk kategorileri sıralanmış ve toplam risk içinde bulunan paylarını belirlemişlerdir.

Alarçin vd. (2014) gemi ana makinelerinde yaşanabilecek arızaların, yardımcı sistemlere etkilerini bulanık çok kriterli karar verme yöntemleriyle incelemiştir. Çalışma sırasında beklenmedik biçimde görülen arızaların geri döndürülemez kayıplara sebep olduğu belirtilen çalışmada ve yaşanabilecek arızaların en çok yakıt sistemini etkilediği sonucuna varmışlardır.

Song vd. (2014) ciddi bir ekonomi, çevre ve güvenlik problemi olan kömür stoklarında kendiliğinden tutuşma tehlikelerine karşı, kılavuzluk sağlaması ve gerekli önlemlerin alınması amacı ile bulanık analitik hiyerarşi prosesi aracılığı ile risk değerlendirmesi yapmışlardır. Yapılan çalışmanın geçerliliğini göstermek için Çin Tianjin Limanı kömür stokları ve İspanya Teruel havzaları kömür kazıları incelenmiştir. Bu kapsamlı değerlendirme sisteminin risklerin bütüncül bir bakış açısıyla yönetilmesi için yararlı olduğunu savunmuşlardır.

Balin vd. (2015) gemi dizel makinelerinde en fazla arıza veren bölümleri bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirmiştir. Elde edilen sonuçlarda soğutma sisteminin arıza verme potansiyeli en yüksek bölüm olduğu tespit edilmiştir.

Guneri vd. (2015) günümüzde günlük iş kazalarının dünya genelindeki küçük ve orta ölçekli işletmelerde maddi olmayan hasarın yanı sıra maddi kayıp talep sayılarının artmasına neden olduğuna ve bu sorunun üstesinden gelmek için çoğu işletmenin mesleki güvenliğin teşvik edilmesi adına risk değerlendirme yöntemlerini kullandığına dikkat çekmişlerdir. Yaptıkları çalışmada farklı risk değerlendirme yöntemlerinden uygun olanın seçimi için kapsam, uygulama, maliyet ve hassasiyet gibi dört ayrı karar kriteri altında

bulanık analitik hiyerarşi prosesini kullanarak seçim yapmışlardır. Çalışma sonucunda karar verme yaklaşımının, uygun mesleki güvenlik operasyonları için doğru yöntemin seçimi aşamasında fayda sağlayabileceğini tespit etmişlerdir.

Adem vd. (2016) yenilenebilir enerji kaynağı olan rüzgar enerjisinin tüm dünyada yaygın bir şekilde kullanıldığını, rüzgar enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren rüzgar türbinlerinin dizaynı ve geliştirme aşamasından başlayıp sistem kurulana kadar, iş sağlığı ve güvenliği açısından pek çok risk içerdiğini belirtmişlerdir. Yapılan çalışmada, tasarım, geliştirme, imalat, nakliye, inşaat, operasyonla ilişkili altyapı, bakım, yeniden güçlendirme, ömür uzatımı, atıkların temizlenmesi ve atık arıtma ve geri dönüşümden yararlanan yaşam döngüsü fazı kullanılarak, rüzgar türbininin yaşam döngüsü boyunca mevcut olan risklerin önceliklendirilmesi amaçlanmıştır.

Balin ve arkadaşları (2016) gaz türbinlerinde yaşanabilecek arızaları bulanık çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanarak değerlendirmiş, yaşanabilecek kayıpları önlemek için önerilerde bulunmuşlardır.

Beşikçi ve arkadaşları (2016) gemi enerji verimliliği yönetim planı üzerinde yapılan değişikliklerin etkilerini BAHF yöntemiyle incelemişlerdir. Bu çalışmada IMO tarafından önerilen gemi enerji verimliliği yönetim planında en etkili olacak parametrelerin hız optimizasyonu ve ana makine bakım onarım çalışmaları olduğunu tespit etmişlerdir.

Çebi vd. (2016) yapmış oldukları çalışmalarında gemi inşa sanayisinde temel konulardan biri olan kesim teknolojisi seçiminde bulanık çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanmışlardır. Bu çalışmada tersanelerde en uygun kesim teknolojisinin oksijenli kesim olduğu sonucuna varmışlardır.

Igrhavwe ve Oka (2017) bulanık çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanarak bir çimento fabrikasında çalışan makineler için yeni bakım stratejileri önermişlerdir. Bu çalışmada bakım sisteminin sürdürülebilirliğinin, en fazla bakım gücünün eğitiminden etkilendiği sonucuna varılmıştır.

## **1.8. Tez Çalışmasının Amacı ve Kapsamı**

### **1.8.1. Tez Çalışmasının Amacı**

Literatür taramasından da görüldüğü gibi gemi dizel motorlarında yapılan bakım onarım çalışmaları ile ilgili fazla akademik çalışma bulunmamaktadır. Tez çalışmasının

amacı dünya ticaretinin belkemiğini oluşturan ticaret gemilerinin kalbi konumunda bulunan iki zamanlı gemi dizel makinelerinde yapılan bakım onarım çalışmalarını, risk faktörleri açısından kıyaslayarak riskli çalışmaları belirlemek ve yaşanabilecek kayıpların önüne geçmek için alınacak önlemler açısından yol göstermektir.

### **1.8.2. Tez Çalışmasının Kapsamı**

Yapılan tez çalışmasında iki zamanlı yüksek güçlü gemi dizel makinelerinde yapılan bakım onarım çalışmaları incelenmiş, ikili matrisler oluşturularak seçilen 5 uzmandan bu karşılaştırmaları anket yardımı ile değerlendirmesi istenmiştir. Sözel ifadeler ile değerlendirilen bu karşılaştırmalar BAHP yöntemi ile modellenerek sayısal değerlere çevrilip, iki zamanlı yüksek güçlü gemi dizel makinelerinde yapılan bakım onarım çalışmalarından en riskli çalışmalar belirlenmeye çalışılmıştır.

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Bakım-Onarım Çalışmalarının Belirlenmesi

Araştırma modeli kapsamında iki zamanlı yüksek güçlü gemi dizel makinelerinde yapılan bakım onarım çalışmaları tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla KAWASAKI-MAN B&W marka S50MC-C model bir gemi dizel makinesinin, üretici tarafından basılmış kullanım kılavuzu incelenmiştir. Tez çalışması kapsamında gemi ana makinesine ait bakım-onarım faaliyetleri 10 ana başlık altında toplanmış olup, Bölüm 1.3'te bu faaliyetler hakkında ayrıntılı bilgilere yer verilmiştir. İncelenen bakım-onarım faaliyetleri ana başlıklar halinde, kodlarıyla birlikte aşağıda verilmiştir. Şekil 2.1'de yapılan çalışmanın hiyerarşik karar verme modeli verilmiştir.

1. Silindir kapağı (S)
  - Silindir kapağının sökölüp-takılması (S1)
  - Yakıt valfinin (enjektör) sökölüp-takılması (S2)
  - Başlangıç havası valfinin sökölüp-takılması (S3)
  - Egzoz valfinin sökölüp-takılması (S4)
  - Emniyet valfinin sökölüp-takılması (S5)
  - Silindir kapağının tam bakımı (S6)
2. Piston ve salmastra kutusu (P)
  - Piston, segmanların kontrolü ve skavenç mahalının temizlenmesi (P1)
  - Pistonun salmastra kutusu ile sökölüp-takılması (P2)
  - Pistonun tam bakımı (P3)
  - Salmastra kutusunun tam bakımı (P4)
3. Silindir gömleği ve silindir yağlama sistemi (G)
  - Silindir gömleğinin kontrolü ve cidar kalınlığının ölçümü (G1)
  - Silindir gömleğinin sökölüp-takılması (G2)
  - Silindir yağlayıcılarının sökölüp-takılması (G3)
  - Silindir yağlayıcılarının kontrolü (G4)

4. Çapraz kafa ve biyel kolu (Ç)
  - Çapraz kafa yataklarının kontrolü ve sökölüp-takılması (Ç1)
  - Çapraz kafanın sökölüp-takılması (Ç2)
  - Krank pimi yataklarının kontrolü ve sökölüp-takılması (Ç3)
  - Biyel kolunun sökölüp-takılması (Ç4)
5. Krank mili ve itme yatağı (K)
  - Krank mili sapmalarının kontrolü (K1)
  - Ana yatakların kontrolü (K2)
  - Ana yatakların sökölüp-takılması (K3)
  - İtme yataklarının boşluk kontrolü (K4)
  - İtme yataklarının sökölüp-takılması (K5)
6. Zincir tahrik sistemi (Z)
  - Zincir tahrik sistemi, cıvata bağlantıları ve yağlayıcıların kontrolü (Z1)
  - Zincirin sökölüp-takılması (Z2)
  - Eksantrik mili yataklarının boşluk kontrolü (Z3)
  - Mekanik kontrol donanımı zamanlama ayarı (Z4)
  - Eksantrik mili zincir bağlantılarının ayarlanması (Z5)
7. Başlangıç havası sistemi (B)
  - Başlangıç havası dağıtıcısının kontrolü ve tam bakımı (B1)
  - Başlangıç havası valfinin tam bakımı ve kont. (B2)
  - İndikatör valfinin tam bakımı (B3)
8. Egzoz valfi (E)
  - Yüksek basınç devrelerinin ayarlanması (E1)
  - Egzoz valfinin tam bakımı (E2)
  - Hidrolik egzoz valfi aktüatörünün tam bakımı (E3)
  - Makara kılavuzlarının kontrolü ve kaldırılması (E4)
  - Egzoz kam profilinin ayarlanması (E5)

## 9. Yakıt sistemi (Y)

- Yakıt pompası kamlarının ayarlanması (Y1)
- Yakıt pompası tam bakımı (Y2)
- Yakıt pompası üst kapaklarının tam bakımı (Y3)
- Yakıt pompası alıcı valflerinin tam bakımı (Y4)
- Yüksek basınçlı yakıt devrelerinin tam bakımı (Y5)

## 10. Turboşarj (T)

- Turboşarj tam bakımı (T1)
- Turboşarj türbin tarafının temizlenmesi (T2)
- Turboşarj hava soğutucusunun temizlenmesi (T3)
- Döndürmez valfin sökölüp-takılması (T4)
- Yardımcı üfleyicilerin tam bakımı (T5)

## 2.2. Katılımcıların Belirlenmesi ve Anket Uygulaması

Araştırma modeli kapsamında anket uygulaması yapılmış ve bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri ile bu anketler değerlendirilmiştir. Bulanık çok kriterli karar verme yöntemlerinde ilk aşama ikili karşılaştırma matrisleri yardımıyla sözel olarak uzman görüşlerinin alınması oluşturmaktadır. Bundan dolayı sunulan kriterlerin önem derecelerinin belirlenebilmesi amacıyla anketler vasıtasıyla uzman görüşleri alınmaktadır. Bu amaçla önceden belirlenmiş olan 10 ana kriter ile bunların içeriğini oluşturan 46 alt kriterin risk derecelerinin belirlenebilmesi amacıyla uzmanlara ölçekli anketler uygulanmıştır. Gemide çalışma tecrübesine sahip ve ana makine üzerinde yapılan bakım-onarım çalışmalarına şahit olmuş 5 uzman tarafından anketler doldurulmuş olup bu uzmanlar ile ilgili katılımcı profili bilgisi Tablo 2.1.'de verilmiştir.

Hazırlanan anketin uzmanlar tarafından hızlı doldurulması ve karışıklık yaşanmaması için çoktan seçmeli şekilde hazırlanmış ve bilgisayar ortamında uzmanların doldurması sağlanmıştır. Anket sorularının daha sağlıklı ve net biçimde anlaşılabilmesi için Excel programında butonlu anket sistemi yapılmış ve makro kodlarıyla desteklenmiştir. Uygulanan bu özgün anketin örnek bölümü ve kodlar Ekler kısmında gösterilmektedir.



Şekil 2.1. Gemi dizel makinelerinde yapılan bakım onarım çalışmaları için hiyerarşik karar verme modeli



Tablo 2.1. Uzmanların katılımcı profili

<b>Katılımcılar</b>	<b>Katılımcı Tecrübesi</b>	<b>Katılımcıların Mevcut Pozisyonu</b>
<b>Uzman 1</b>	2. Mühendis	Üniversite, Öğretim Görevlisi Yüksek Lisans
<b>Uzman 2</b>	Baş Mühendis	Üniversite, Uzman Yüksek Lisans
<b>Uzman 3</b>	3. Mühendis	Üniversite, Araştırma Görevlisi Doktora
<b>Uzman 4</b>	3. Mühendis	Üniversite, Araştırma Görevlisi Doktora
<b>Uzman 5</b>	3. Mühendis	TCDD, 3. Mühendis Yüksek Lisans

### 2.3. Kullanılan Yöntemler

Yapılan çalışmada BAHP yöntemlerinden Buckley (1985) ve Chang (1996) yöntemleri kullanılmış olup, bu yöntemler ve algoritmaları aşağıda açıklanmıştır.

#### 2.3.1. Buckley Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi

Buckley (1985) tarafından ortaya atılan ve literatürde sıklıkla kullanılan bu yöntem Saaty (1977)'nin önerdiği AHP yönteminin başka bir uzantısı olan  $a_{ij}$  bulanık kıyaslama oranlarını kullanmıştır. Laarhoven ve Pedrycz (1983) yönteminde bulunan sorunlara dikkat

çeken Buckley (1985), bu sorunları çözebilmek için performans puan hesaplamalarında geometrik ortalama kullanmıştır (Kahraman vd., 2004).

Buckley modelinin en büyük avantajı tek bir sonucu garanti etmek iken, dezavantajı hesap işlemlerinin yorucu, zahmetli ve hata yapmaya açık olmasıdır (Durdudiller, 2006).

### 2.3.1.1. Buckley Yaklaşımının Algoritması

Kriterler tespit edilip bulanık sözel ifadeler oluşturulduktan sonra uzman görüşleri toplanır. Anketlerde bulunan ikili karşılaştırmalar uzmanlar tarafından değerlendirildikten sonra Denklem 19'daki matrisler oluşur.

$$\tilde{A}^k = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{A}_{12} & \tilde{A}_{1n} \\ \tilde{A}_{21} & 1 & \dots \tilde{A}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{A}_{m1} & \tilde{A}_{m2} & 1 \end{bmatrix} \quad (19)$$

Bu aşamadan sonra yöntemin uygulama adımları aşağıdaki gibidir (Kafalı vd., 2014):

Adım 1. Sözel ifadelerden oluşan uzman görüşleri kullanılmayacakları için, belirlenen dilsel ölçeğine göre tüm veriler üçgensel bulanık sayılara dönüştürülür.

Adım 2. Değerlendirme birden fazla uzman tarafından yapıldıysa uzman görüşlerinin bir araya getirilmesi gerekir. Literatürde bu işlem için genel olarak ağırlıklı ortalama yöntemi kullanılmaktadır. Ağırlıklı ortalama yöntemi Denklem 20'de verilmiştir.

$$\tilde{A}_{mn} = \frac{Z_1 A_{mn}^1 + Z_2 A_{mn}^2 \dots \dots \dots Z_k A_{mn}^k}{Z_1 + Z_2 + \dots \dots \dots + Z_k} \quad (20)$$

Denklem 20'de verilen " $\tilde{A}_{mn}$ ", m. kriterle n. kriterin birleştirilmiş karşılaştırma değerini verirken, " $Z_k$ " k. Uzmanın önem ağırlığını ve " $A_{mn}^k$ " k. uzmanın m. kriterle n. kriter karşılaştırma değeridir. Tüm uzmanların ortalamaları alınarak oluşturulan karar matrisinin verildiği Denklem 21'de  $\tilde{A}$  birleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisini sembolize etmektedir.

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} 1 & \tilde{A}_{12} & \dots & \tilde{A}_{1n} \\ \tilde{A}_{21} & 1 & \dots & \tilde{A}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \tilde{A}_{m1} & \tilde{A}_{m2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (21)$$

Adım 3. Kriter ağırlıklarının hesaplanması aşamasında öncelikle karar matrisinin her satırının geometrik ortalaması alınır. Bu işlem Denklem 22 ile ifade edilmektedir.

$$\tilde{b}_1 = (\tilde{a}_{11} \otimes \tilde{a}_{12} \otimes \dots \otimes \tilde{a}_{1n})^{1/n} \quad (22)$$

Burada “n” toplam kriter sayısını, “ $\tilde{a}_{in}$ ” i. Kriterin n. kriterle bulanık karşılaştırma değerini, “ $\tilde{b}_1$ ” i. Kriterin tüm bulanık kriterle karşılaştırma değerlerinin geometrik ortalamasını,  $\otimes$  ise çarpma işlemini sembolize etmektedir. Bu işlemden sonra Denklem 23 aracılığı ile bulanık ağırlıklar hesaplanırken, “ $\tilde{w}_i$ ” değeri i. Kriterin bulanık ağırlığıdır.

$$\tilde{w}_i = \tilde{b}_i \otimes 1/(\tilde{b}_1 + \tilde{b}_2 + \dots + \tilde{b}_n) \quad (23)$$

Adım 4. Bulanık değerlerin mutlak değerlere dönüştürülmesi için Denklem 13, Denklem 14 veya Denklem 15’ten herhangi biri kullanıldıktan sonra elde edilen mutlak ağırlıkların daha iyi incelenebilmesi için normalizasyon işlemi yapılır.

$$(w_i^R)^N = \frac{w_i^N}{\sum_{i=1}^n w_i^N} \quad (24)$$

Denklem 24’de “ $(w_i^R)^N$ ” i. ana kriterin normalize ağırlığı ve n kriter sayısıdır. Denklem 25’de alt kriterlerin normalizasyonu yapılırken “ $(w_i^R)^{SN}$ ” i. alt kriterin normalize ağırlığı ve n kriter sayısıdır.

$$(w_i^R)^{SN} = \frac{w_i^{SN}}{\sum_{i=1}^n w_i^{SN}} \quad (25)$$

Adım 5. Alt kriterlerin kendi aralarında daha iyi irdelenebilmesi için bağıl bulanık ağırlıklar Denklem 26, bağıl mutlak ağırlıklar Denklem 27 vasıtasıyla hesaplanır.

$$\widetilde{(w_i^R)^{SN}} = (\widetilde{w})^N \otimes (\widetilde{w})_i^{SN} \quad (26)$$

Denklem 26’de gösterilen “ $\widetilde{(w_i^R)^{SN}}$ ” i. alt kriterin bağıl bulanık ağırlığını, “ $(\widetilde{w})^N$ ” söz konusu alt kriteri içeren ana kriterin ağırlığını, “ $(\widetilde{w})_i^{SN}$ ” i. alt kriterin bulanık ağırlığını ifade eder.

$$(w_i^R)^{SN} = (w^R)^N \otimes (w_i^R)^N \quad (27)$$

Denklem 27’de gösterilen “ $(w_i^R)^{SN}$ ” i. alt kriterin bağıl mutlak ağırlığını, “ $(w^R)^N$ ” söz konusu alt kriteri içeren ana kriterin normalize ağırlığını, “ $(w_i^R)^N$ ” i. alt kriterin normalize mutlak ağırlığını ifade etmektedir.

### 2.3.2. Chang Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi

BAHP yönteminin uygulandığı birçok problemde Chang (1996) tarafından önerilen genişletilmiş bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin en avantajlı yanı hesap gereksiniminin az olması ve klasik AHP adımlarını izlediğinden ilave işlem gerektirmemesidir. Dezavantajı ise bulanık üçgensel sayıların kullanılmasıdır (Durdudiller, 2006).

#### 2.3.2.1. Chang Yaklaşımının Algoritması

Chang (1996)’in bulanık boyut analizi metodunda  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  bir nesnelere kümesi ve  $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$  hedef kümesi olmak üzere her nesne ele alınarak her hedef için  $g_i$  değerleri oluşturulur. Böylece her nesne için  $m$  genişletilmiş analiz değerleri;

$$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \dots, M_{g_i}^m, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (28)$$

şeklinde elde edilir. Burada verilen tüm  $M_{g_i}^j$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) değerleri üçgensel bulanık sayılardır. Chang (1996)'in genişletilmiş analiz yönteminin adımları aşağıda gösterilmiştir (Kahraman vd., 2004).

Adım 1. Bulanık yapay büyüklük değeri  $i$ . nesneye göre Denklem 29'daki gibi tanımlanır.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \otimes \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (29)$$

$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j$  ifadesini elde etmek için  $m$  değerleri üzerinde bulanık sayılarda toplama işlemi belirli bir matris için Denklem 30'da belirtilen şekilde gerçekleştirilir.

$$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left( \sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (30)$$

$\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1}$  ifadesini elde etmek için  $M_{g_i}^j$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) değerleri üzerinde bulanık toplama işlemi yapılır.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left( \sum_{j=1}^n l_j, \sum_{j=1}^n m_j, \sum_{j=1}^n u_j \right) \quad (31)$$

Bu adımın son aşaması olarak Denklem 31'in tersi alınır.

$$\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left( \frac{1}{\sum_{j=1}^n u_j}, \frac{1}{\sum_{j=1}^n m_j}, \frac{1}{\sum_{j=1}^n l_j} \right) \quad (32)$$

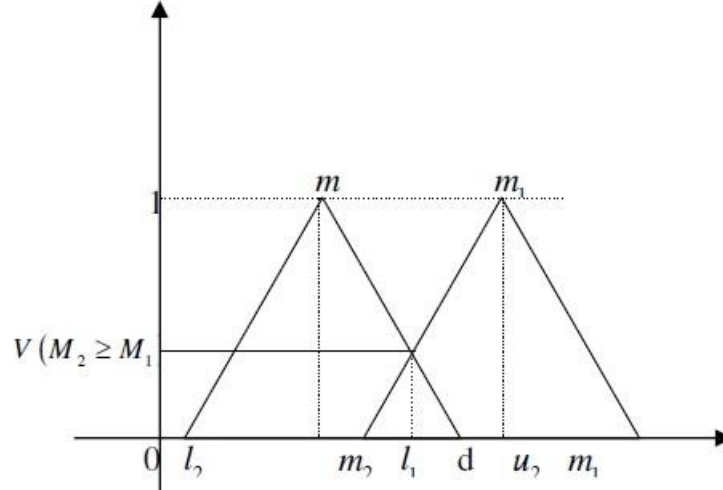
Adım 2.  $M_1 = (l_1, m_1, u_1) \leq M_2 = (l_2, m_2, u_2)$  ifadesinin olasılık derecesi Denklem 33'deki gibi tanımlanır.

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup[\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))] , (y \geq x) \quad (33)$$

$M_1 = (l_1, m_1, u_1)$  ve  $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$  üçgensel bulanık sayılar olmak üzere:

$$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) = \begin{cases} 1 & , & m_2 \geq m_1 \\ 0 & , & l_2 \geq u_1 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & , & \text{diğer dur.} \end{cases} \quad (34)$$

İfadesi elde edilirken  $M_1$  ve  $M_2$  üçgen bulanık sayılarının kesişimi Şekil 2.1.'de verilmiştir.



Şekil 2.2.  $M_1$  ve  $M_2$  üçgen bulanık sayılarının kesişimi

Şekil 2.2'de görüldüğü üzere  $V(M_2 \geq M_1)$  ifadesi  $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$  ve  $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$  üçgensel bulanık sayılarının kesişim noktasının ordinatıdır. Diğer bir ifadeyle belirtilecek olursa üyelik fonksiyonun değeridir.

$M_1$  ve  $M_2$ 'yi karşılaştırmak için  $V(M_2 \geq M_1)$  ve  $V(M_1 \geq M_2)$  ifadelerinin bulunması gerekmektedir.

Adım 3. Konveks bir bulanık sayının olasılık derecesinin  $k$  konveks sayıdan  $M_i (i=1, 2, \dots, k)$  daha büyük olması Denklem 35'teki gibi tanımlanabilir.

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1), (M \geq M_2), \dots, (M \geq M_k)] = \min V(M \geq M_i), i=1, 2, \dots, k \quad (35)$$

$k=1, 2, \dots, n$  ;  $k \neq j$  için  $d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$  olarak alınırsa, ağırlık vektörü Denklem 36'teki gibi elde edilmiş olur. Burada  $A_i (i=1, 2, \dots, n)$   $n$  elamanlıdır.

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (36)$$

Adım 4. Denklem 36'da bulunan ağırlık vektörü normalize edildiğinde, Denklem 37'de belirtilen bulanık olmayan  $W$  ağırlık vektörü elde edilmiş olur.

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (37)$$

## 2.4. Uygulama

Yapılan çalışmanın bu bölümünde, iki zamanlı gemi dizel makinelerinde yapılan bakım onarım çalışmalarının anketler aracılığı ile uzmanlarca cevaplanan ikili karşılaştırma sonuçları, BAHP yönteminde Buckley (1985) ve Chang (1996) yaklaşımlarıyla modellenmiştir. Bu amaçla dilsel ifadelerin bulanık karşılıkları oluşturulmuş, uzman görüşleri dilsel ifadelerden üçgen bulanık sayılara dönüştürülmüştür. Buckley (1985) ve Chang (1996) yaklaşımlarında uzman görüşleri bir araya getirilerek gemi ana makinelerinde yapılan bakım onarım çalışmalarının en riskli olanları tespit edilmeye çalışılmıştır. 5 uzman tarafından 10 genel, 46 alt kriter karşılaştırılması ve iki ayrı yaklaşım kullanılması sebebiyle fazla işlem ve karışıklık olmaması için bu bölümde sadece 1 numaralı uzmanın silindirik kapağı üzerinde yaptığı değerlendirmeler örnek olarak modellenmiş, genel değerlendirme ve diğer bölüm sonuçları "Sonuçlar ve Bulgular" bölümünde irdelenmiştir.

### 2.4.1. Dilsel İfadelerin Bulanık Karşılıklarının Oluşturulması

BAHP yönteminde kullanılan pek çok ölçek çeşidi bulunmakta olup, kullanılan yaklaşıma göre bu ölçek çeşitleri arasından uygun olan seçilmektedir. Bu çalışmada BAHP yönteminde kullanılan ölçek türlerinden Chang (1996) tarafından önerilmiş olan ölçek kullanılmıştır. Bahsi geçen ölçek, Tablo 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2.2. Chang tarafından önerilen bulanık ölçek (Kaptanoğlu vd., 2006)

Sözel İfade	Bulanık Ölçek	Karşılık Ölçek
Eşit Riskli	(1, 1, 1)	(1/1, 1/1, 1/1)
Biraz Riskli	(1, 3, 5)	(1/5, 1/3, 1/1)
Oldukça Riskli	(3, 5, 7)	(1/7, 1/5, 1/3)
Çok Riskli	(5, 7, 9)	(1/9, 1/7, 1/5)
Kesin Riskli	(7, 9, 9)	(1/9, 1/9, 1/7)

#### 2.4.2. Uzman Görüşlerinin Üçgen Bulanık Sayılara Dönüştürülmesi

Uzmanlardan alınan verilerin dilsel ifadelerden oluşması ve alınan veriler üzerinde yapılacak hesaplamalar için matematiksel ifadelerin gereksinimi sebebiyle dilsel ifadeler Tablo 2.2’de verilen ölçeğe göre üçgen bulanık sayılara çevrilmiştir. Tablo 2.3’de bulunan Uzman 1 tarafından “Silindir Kapağı Üzerinde Yapılan Bakım Onarım Çalışmaları” hakkında doldurulan anket Tablo 2.4’de üçgensel bulanık sayılara döndürülmüştür.

Silindir kapağı üzerinde yapılan bakım onarım çalışmaları aşağıda bulunan listedeki kodlanmıştır.

- Silindir kapağının sökölüp-takılması (S1)
- Yakıt valfinin (enjektör) sökölüp-takılması (S2)
- Başlangıç havası valfinin sökölüp-takılması (S3)
- Egzoz valfinin sökölüp-takılması (S4)
- Emniyet valfinin sökölüp-takılması (S5)
- Silindir kapağının tam bakımı (S6)



Tablo 2.3. Uzman 1 tarafından doldurulan silindir kapağı çalışmaları anketi

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
S1	-----	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli
S2	Sütun Oldukça Riskli	-----	Satır Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli
S3	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----	Sütun Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit	Sütun Oldukça Riskli
S4	Sütun Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	-----	Satır Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli
S5	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit	Sütun Biraz Riskli	-----	Sütun Oldukça Riskli
S6	Sütun Biraz Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	-----

Tablo 2.4. Uzman 1 silindir kapağı çalışmaları bulanık ağırlıkları

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
S1	1,000 1,000 1,000	3,000 5,000 7,000	3,000 5,000 7,000	3,000 5,000 7,000	3,000 5,000 7,000	1,000 3,000 5,000
S2	0,142 0,200 0,333	1,000 1,000 1,000	1,000 3,000 5,000	0,200 0,333 1,000	1,000 3,000 5,000	0,142 0,200 0,333
S3	0,142 0,200 0,333	0,200 0,333 1,000	1,000 1,000 1,000	0,200 0,333 1,000	1,000 1,000 1,000	0,142 0,200 0,333
S4	0,142 0,200 0,333	1,000 3,000 5,000	1,000 3,000 5,000	1,000 1,000 1,000	1,000 3,000 5,000	0,142 0,200 0,333
S5	0,142 0,200 0,333	0,200 0,333 1,000	1,000 1,000 1,000	0,200 0,333 1,000	1,000 1,000 1,000	0,142 0,200 0,333
S6	0,200 0,333 1,000	3,000 5,000 7,000	3,000 5,000 7,000	3,000 5,000 7,000	3,000 5,000 7,000	1,000 1,000 1,000

### 2.4.3. Yöntemlerin Örnek Kullanımı

Daha önce belirtildiği üzere yapılan çalışmada bütün BAHP hesaplamalarının bu bölüm içinde yapılmasının getireceği işlem kalabalığı ve karmaşadan kaçınmak için bu bölümde sadece Buckley (1985) ve Chang (1996) yaklaşımının bir örneği olarak Uzman 1'in Silindir Kapağı Üzerinde Yapılan Bakım Onarım Çalışmaları anketinin uygulaması gerçekleştirilmiştir. Diğer uzmanların anket cevapları Ekler kısmında verilmiştir.

#### 2.4.3.1. Buckley Yaklaşımı Örneği

Öncelikle Buckley (1985) yaklaşımının 3. Adımı olarak Tablo 2.4'de verilen karar matrisinin Denklem 22'de ifade edildiği şekilde geometrik ortalaması alınarak Tablo 2.5'de bulunan değerler elde edilir.

Bir sonraki işlem olarak geometrik ortalaması alınmış matrisler Denklem 23 aracılığı ile bulanık ağırlıklı karar matrislerine çevrilir. Bu değerler Tablo 2.6'da görülmektedir.

Tablo 2.5. Silindir kapağında yapılan çalışmaların satır geometrik ortalamaları

<b>Geometrik Ortalamalar</b>			
S1 ( $b_1$ )	2,408	4,514	6,544
S2 ( $b_2$ )	0,332	0,654	1,226
S3 ( $b_3$ )	0,241	0,338	0,644
S4 ( $b_4$ )	0,459	1,015	1,692
S5 ( $b_5$ )	0,241	0,338	0,644
S6 ( $b_6$ )	1,745	2,909	4,743
$\sum b$	5,428	9,770	15,495

Tablo 2.6. Bulanık ağırlıklı karar matrisi

<b>Bulanık Ağırlıklı Karar Matrisleri</b>			
S1 ( $w_1$ )	0,155	0,462	1,205
S2 ( $w_2$ )	0,021	0,066	0,225
S3 ( $w_3$ )	0,015	0,034	0,118
S4 ( $w_4$ )	0,029	0,103	0,311
S5 ( $w_5$ )	0,015	0,034	0,118
S6 ( $w_6$ )	0,112	0,297	0,873

Bulanık ağırlıklı karar matrisinde elde edilen değerler Denklem 15 aracılığı ile durulaştırılıp, Tablo 2.7'deki değerler elde edilmiştir.

Tablo 2.7. Silindir kapağında yapılan çalışmaların durulaştırılmış değerleri

<b>Kriter İsimleri</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S5</b>	<b>S6</b>
<b>Durulaştırılmış Değerler</b>	0,607	0,104	0,056	0,148	0,056	0,428

Elde edilen durulaştırılmış değerler Denklem 25 aracılığı ile normalizasyon işlemi yapılarak Tablo 2.8'de gösterildiği şekilde risk büyüklükleri bulunmuştur.

Tablo 2.8. Silindir kapağı çalışmalarının Buckley yaklaşımıyla risk değerleri

<b>Kriterler</b>	<b>Mutlak Ağırlıklar</b>	<b>%</b>
Silindir Kapağının Sökülüp-Takılması (S1)	0,434	43,4
Yakıt Valfinin Sökülüp-Takılması (S2)	0,074	7,4
Başlangıç Havası Valfinin Sökülüp-Takılması (S3)	0,040	4
Egzoz Valfinin Sökülüp-Takılması (S4)	0,106	10,6
Emniyet Valfinin Sökülüp-Takılması (S5)	0,040	4
Silindir Kapağının Tam Bakımı (S6)	0,306	30,6

### 2.4.3.2. Chang Yaklaşımı Örneği

Tablo 2.4.'de bulunan bulanık değerlendirme ağırlıkları Denklem 31'de verilen şekilde toplanarak Tablo 2.9.'da gösterilen toplam bulanık ağırlık değerleri elde edilir.

Tablo 2.9. Silindir kapağı çalışmalarının satır toplam bulanık ağırlıkları

<b>Toplam Bulanık Ağırlıklar</b>			
$S1 (M_{gi}^1)$	13,000	23,000	33,000
$S2 (M_{gi}^2)$	2,485	6,733	11,666
$S3 (M_{gi}^3)$	1,685	2,066	3,666
$S4 (M_{gi}^4)$	3,285	9,400	15,666
$S5 (M_{gi}^5)$	1,685	2,066	3,666
$S6 (M_{gi}^6)$	12,200	20,333	29,000
$\sum M_{gi}$	34,342	63,600	96,666

Tablo 2.9. verilen toplam bulanık ağırlık veriler Denklem 32 aracılığı ile tersi alınarak Denklem 29'da yerine konulup, Tablo 2.10'da verilen sentetik değerler elde edilir.

Tablo 2.10. Sentetik boyut (yapay büyüklük) değerleri

<b>Sentetik Boyut Değerleri</b>			
$S_{S1}$	0,134	0,361	0,960
$S_{S2}$	0,025	0,105	0,339
$S_{S3}$	0,017	0,032	0,106
$S_{S4}$	0,033	0,147	0,456
$S_{S5}$	0,017	0,032	0,106
$S_{S6}$	0,126	0,319	0,844

Tablo 2.10.'da yer alan sentetik değerler Denklem 34'e göre değerlendirilerek olabilirlik dereceleri tanımlanır. Elde edilen değerler Denklem 35'de belirtildiği üzere karşılaştırılıp minimumları seçildiğinde Tablo 2.11.'de bulunan normalize edilmemiş  $W'$  değerleri elde edilir.

$$\begin{aligned}
 V(S_{S1} \geq S_{S2}) &= 1 & V(S_{S1} \geq S_{S3}) &= 1 & V(S_{S1} \geq S_{S4}) &= 1 \\
 V(S_{S1} \geq S_{S5}) &= 1 & V(S_{S1} \geq S_{S6}) &= 1 & & \\
 \\
 V(S_{S2} \geq S_{S1}) &= 0,445 & V(S_{S2} \geq S_{S3}) &= 1 & V(S_{S2} \geq S_{S4}) &= 0,879 \\
 V(S_{S2} \geq S_{S5}) &= 1 & V(S_{S2} \geq S_{S6}) &= 0,499 & & \\
 \\
 V(S_{S3} \geq S_{S1}) &= 0 & V(S_{S3} \geq S_{S2}) &= 0,524 & V(S_{S3} \geq S_{S4}) &= 0,386 \\
 V(S_{S3} \geq S_{S5}) &= 1 & V(S_{S3} \geq S_{S6}) &= 0 & & \\
 \\
 V(S_{S4} \geq S_{S1}) &= 0,600 & V(S_{S4} \geq S_{S2}) &= 1 & V(S_{S4} \geq S_{S3}) &= 1 \\
 V(S_{S4} \geq S_{S5}) &= 1 & V(S_{S4} \geq S_{S6}) &= 0,657 & & \\
 \\
 V(S_{S5} \geq S_{S1}) &= 0 & V(S_{S5} \geq S_{S2}) &= 0,524 & V(S_{S5} \geq S_{S3}) &= 1 \\
 V(S_{S5} \geq S_{S4}) &= 0 & V(S_{S5} \geq S_{S6}) &= 1 & & \\
 \\
 V(S_{S6} \geq S_{S1}) &= 0,944 & V(S_{S6} \geq S_{S2}) &= 1 & V(S_{S6} \geq S_{S3}) &= 1 \\
 V(S_{S6} \geq S_{S4}) &= 1 & V(S_{S6} \geq S_{S5}) &= 1 & & 
 \end{aligned}$$

Tablo 2.11. Normalize edilmemiş  $W'$  ağırlık vektörleri

Kriter İsimleri	S1	S2	S3	S4	S5	S6
<b>Ağırlık Vektörleri (<math>W'</math>)</b>	1	0,445	0	0,600	0	0,944

Tablo 2.11.'de elde edilen normalize edilmemiş ağırlık vektörleri normalize edilerek her kriterin bulanık olmayan mutlak ağırlık vektörleri bulunur. Tablo 2.12.'de Uzman 1

tarafından değerlendirilen, silindir kapağında yapılan bakım-onarım çalışmalarının Chang yaklaşımı ile risk büyüklükleri bulunmuştur.

Tablo 2.12. Silindir kapağı çalışmalarının Chang yaklaşımıyla risk değerleri

<b>Kriterler</b>	<b>Mutlak Ağırlıklar</b>	<b>%</b>
Silindir Kapağının Sökülüp-Takılması (S1)	0,334	33,4
Yakıt Valfinin Sökülüp-Takılması (S2)	0,150	15
Başlangıç Havası Valfinin Sökülüp-Takılması (S3)	0	0
Egzoz Valfinin Sökülüp-Takılması (S4)	0,200	20
Emniyet Valfinin Sökülüp-Takılması (S5)	0	0
Silindir Kapağının Tam Bakımı (S6)	0,316	31,6

#### 2.4.3.3. Bağlı Ağırlıkların Hesaplanması

Alt kriterlerin kendi aralarında daha iyi bir şekilde irdelenip karşılaştırmaların yapılabilmesi için Denklem 27 aracılığı ile bağlı ağırlıkların hesaplanması gerekir.

Tablo 2.13. ve Tablo 2.14’de iki zamanlı gemi dizel makinelerinde yapılan bakım onarım çalışmalarının Uzman 1 değerlendirmesi Buckley ve Chang yaklaşımında risk değerleri gösterilmektedir.

Tablo 2.13. Uzman 1'in Buckley yaklaşımı ile tüm kriterler için risk değerlendirmesi

<b>Tüm Kriterler</b>	<b>W</b>	<b>Bağıl Ağırlık</b>	<b>% Mutlak Ağırlıklar</b>
<b>Silindir Kapağı (S)</b>	0,035	-----	-----
Silindir Kapağının Sökülüp-Takılması (S1)	0,433	0,01555	1,555
Yakıt Valfinin Sökülüp-Takılması (S2)	0,074	0,00268	0,268
Başlangıç Havası Valfinin Sökülüp-Takılması (S3)	0,040	0,00144	0,144
Egzoz Valfinin Sökülüp-Takılması (S4)	0,105	0,00380	0,380
Emniyet Valfinin Sökülüp-Takılması (S5)	0,040	0,00144	0,144
Silindir Kapağının Tam Bakımı (S6)	0,305	0,01095	1,095
<b>Piston ve Salmastra Kutusu (P)</b>	0,134	-----	-----
Piston ve Segman Kontrolü, Skavenç Temizliği (P1)	0,505	0,06808	6,808
Pistonun Salmastra K. İle Sökülüp-Takılması (P2)	0,327	0,04411	4,411
Pistonun Tam Bakımı (P3)	0,058	0,00784	0,784
Salmastra Kutusunun Tam Bakımı (P4)	0,108	0,01457	1,457
<b>Silindir Gömleği ve Silindir Yağlama Sistemi (G)</b>	0,129	-----	-----
Silindir Gömleği Kont. ve Cidar Kalınlığı Ölç. (G1)	0,041	0,00539	0,539
Silindir Gömleğinin Sökülüp-Takılması (G2)	0,522	0,06793	6,793
Silindir Yağlayıcılarının Sökülüp-Takılması (G3)	0,241	0,03143	3,143
Silindir Yağlayıcılarının Kontrolü (G4)	0,193	0,02516	2,516
<b>Çapraz Kafa ve Biyel Kolu (Ç)</b>	0,163	-----	-----
Çapraz Kafa Yatakları Sökülüp-Takılması (Ç1)	0,308	0,05038	5,038
Çapraz Kafanın Sökülüp-Takılması (Ç2)	0,308	0,05038	5,038
Krank Pimi Y. Sökülüp-Takılması (Ç3)	0,181	0,02970	2,970
Biyel Kolunun Sökülüp-Takılması (Ç4)	0,200	0,03280	3,280
<b>Krank Mili ve İtme Yatağı (K)</b>	0,102	-----	-----
Krank Mili Sapmalarının Kontrolü (K1)	0,038	0,00392	0,392
Ana Yatakların Kontrolü (K2)	0,116	0,01198	1,198
Ana Yatakların Sökülüp-Takılması (K3)	0,521	0,05346	5,346
İtme Yataklarının Boşluk Kontrolü (K4)	0,042	0,00438	0,438
İtme Yataklarının Sökülüp-Takılması (K5)	0,280	0,02878	2,878

Tablo 2.13'ün devamı

<b>Tüm Kriterler</b>	<b>W</b>	<b>Bağıl Ağırlık</b>	<b>% Mutlak Ağırlıklar</b>
<b>Zincir Tahrik Sistemi (Z)</b>	0,036	-----	-----
Zincir, Bağlantı Cıvataları ve Yağlayıcı Kont. (Z1)	0,197	0,00722	0,722
Zincirin Sökülüp-Takılması (Z2)	0,435	0,01591	1,591
Eksantrik Mili Yataklarının Boşluk Kontrolü (Z3)	0,084	0,00306	0,306
Mekanik Kontrol Donanımı Zamanlama Ayarı (Z4)	0,084	0,00306	0,306
Eksantrik Mili Zincir Bağlantılarının Ayar. (Z5)	0,197	0,00722	0,722
<b>Başlangıç Havası Sistemi (B)</b>	0,028	-----	-----
Başlangıç Havası Dağıtıcısının Tam Bakımı (B1)	0,405	0,01142	1,142
Başlangıç Havası Valfi Tam Bakımı ve Kont. (B2)	0,405	0,01142	1,142
İndikatör Valfinin Tam Bakımı(B3)	0,188	0,00529	0,529
<b>Egzoz Valfi (E)</b>	0,019	-----	-----
Yüksek Basınç Devrelerinin Uyarlanması (E1)	0,117	0,00225	0,225
Egzoz Valfinin Tam Bakımı (E2)	0,191	0,00367	0,367
Hidr. Egzoz Valfi Aktüatörünün Tam Bakımı (E3)	0,191	0,00367	0,367
Makara Kılavuzlarının Kont. ve Kaldırılması (E4)	0,077	0,00147	0,147
Egzoz Kam Profilinin Ayarlanması (E5)	0,422	0,00810	0,810
<b>Yakıt Sistemi (Y)</b>	0,107	-----	-----
Yakıt Pompası Kamlarının Ayarlanması (Y1)	0,205	0,02206	2,206
Yakıt Pompası Tam Bakımı (Y2)	0,485	0,05208	5,208
Yakıt Pompası Üst Kapakların Tam Bakımı (Y3)	0,095	0,01028	1,028
Yakıt Pompası Alıcı Valflerin Tam Bakımı (Y4)	0,091	0,00983	0,983
Yüksek Basıncılı Yakıt Devreleri Tam Bakımı (Y5)	0,121	0,01304	1,304
<b>Turboşarj (T)</b>	0,242	-----	-----
Turboşarj Tam Bakımı (T1)	0,522	0,12679	12,679
Turboşarj Türbin Tarafının Temizlenmesi (T2)	0,112	0,02727	2,727
Turboşarj Hava Soğutucusunun Temizlenmesi (T3)	0,173	0,04214	4,214
Döndürmez Valfin Sökülüp-Takılması (T4)	0,051	0,01252	1,252
Yardımcı Üfleyicilerin Tam Bakımı (T5)	0,139	0,33820	3,382



Tablo 2.14. Uzman 1'in Chang yaklaşımı ile tüm kriterler için risk değerlendirmesi

<b>Tüm Kriterler</b>	<b>W</b>	<b>Bağıl Ağırlık</b>	<b>% Mutlak Ağırlıklar</b>
<b>Silindir Kapağı (S)</b>	0,063	-----	-----
Silindir Kapağının Sökülüp-Takılması (S1)	0,334	0,02122	2,122
Yakıt Valfinin Sökülüp-Takılması (S2)	0,148	0,00945	0,945
Başlangıç Havası Valfinin Sökülüp-Takılması (S3)	0	0	0
Egzoz Valfinin Sökülüp-Takılması (S4)	0,200	0,01275	1,275
Emniyet Valfinin Sökülüp-Takılması (S5)	0	0	0
Silindir Kapağının Tam Bakımı (S6)	0,315	0,02004	2,004
<b>Piston ve Salmastra Kutusu (P)</b>	0,138	-----	-----
Piston ve Segman Kontrolü, Skavenç Temizliği (P1)	0,372	0,05158	5,158
Pistonun Salmastra K. İle Sökülüp-Takılması (P2)	0,347	0,04805	4,805
Pistonun Tam Bakımı (P3)	0,042	0,00582	0,582
Salmastra Kutusunun Tam Bakımı (P4)	0,238	0,03297	3,297
<b>Silindir Gömleği ve Silindir Yağlama Sistemi (G)</b>	0,137	-----	-----
Silindir Gömleği Kont. ve Cidar Kalınlığı Ölç. (G1)	0	0	0
Silindir Gömleğinin Sökülüp-Takılması (G2)	0,371	0,05099	5,099
Silindir Yağlayıcılarının Sökülüp-Takılması (G3)	0,307	0,04215	4,215
Silindir Yağlayıcılarının Kontrolü (G4)	0,321	0,04409	4,409
<b>Çapraz Kafa ve Biyel Kolu (Ç)</b>	0,144	-----	-----
Çapraz Kafa Yatakları Sökülüp-Takılması (Ç1)	0,267	0,03869	3,869
Çapraz Kafanın Sökülüp-Takılması (Ç2)	0,267	0,03869	3,869
Krank Pimi Y. Sökülüp-Takılması (Ç3)	0,222	0,03217	3,217
Biyel Kolunun Sökülüp-Takılması (Ç4)	0,243	0,03526	3,526
<b>Krank Mili ve İtme Yatağı (K)</b>	0,124	-----	-----
Krank Mili Sapmalarının Kontrolü (K1)	0	0	0
Ana Yatakların Kontrolü (K2)	0,207	0,02578	2,578
Ana Yatakların Sökülüp-Takılması (K3)	0,439	0,05476	5,476
İtme Yataklarının Boşluk Kontrolü (K4)	0	0	0
İtme Yataklarının Sökülüp-Takılması (K5)	0,353	0,04401	4,401

Tablo 2.14'ün devamı

<b>Tüm Kriterler</b>	<b>W</b>	<b>Bağıl Ağırlık</b>	<b>% Mutlak Ağırlıklar</b>
<b>Zincir Tahrik Sistemi (Z)</b>	0,047	-----	-----
Zincir, Bağlantı Cıvataları ve Yağlayıcı Kont. (Z1)	0,241	0,01152	1,152
Zincirin Sökülüp-Takılması (Z2)	0,287	0,01370	1,370
Eksantrik Mili Yataklarının Boşluk Kontrolü (Z3)	0,114	0,00547	0,547
Mekanik Kontrol Donanımı Zamanlama Ayarı (Z4)	0,114	0,00547	0,547
Eksantrik Mili Zincir Bağlantılarının Ayar. (Z5)	0,241	0,01152	1,152
<b>Başlangıç Hava Sistemi (B)</b>	0,056	-----	-----
Başlangıç Hava Dağıtıcısının Tam Bakımı (B1)	0,381	0,02145	2,145
Başlangıç Hava Valfi Tam Bakımı ve Kont. (B2)	0,381	0,02145	2,145
İndikatör Valfinin Tam Bakımı(B3)	0,236	0,01329	1,329
<b>Egzoz Valfi (E)</b>	0	-----	-----
Yüksek Basınç Devrelerinin Uyarlanması (E1)	0,117	0	0
Egzoz Valfinin Tam Bakımı (E2)	0,191	0	0
Hidr. Egzoz Valfi Aktüatörünün Tam Bakımı (E3)	0,191	0	0
Makara Kılavuzlarının Kont. ve Kaldırılması (E4)	0,077	0	0
Egzoz Kam Profilinin Ayarlanması (E5)	0,422	0	0
<b>Yakıt Sistemi (Y)</b>	0,129	-----	-----
Yakıt Pompası Kamlarının Ayarlanması (Y1)	0,254	0,03304	3,304
Yakıt Pompası Tam Bakımı (Y2)	0,308	0,04000	4,000
Yakıt Pompası Üst Kapakların Tam Bakımı (Y3)	0,127	0,01649	1,649
Yakıt Pompası Alıcı Valflerin Tam Bakımı (Y4)	0,123	0,01606	1,606
Yüksek Basıncılı Yakıt Devreleri Tam Bakımı (Y5)	0,186	0,02425	2,425
<b>Turboşarj (T)</b>	0,157	-----	-----
Turboşarj Tam Bakımı (T1)	0,350	0,05518	5,518
Turboşarj Türbin Tarafının Temizlenmesi (T2)	0,176	0,02775	2,775
Turboşarj Hava Soğutucusunun Temizlenmesi (T3)	0,231	0,03657	3,657
Döndürmez Valfin Sökülüp-Takılması (T4)	0	0	0
Yardımcı Üfleyicilerin Tam Bakımı (T5)	0,242	0,03816	3,816

Söz konusu uzmanın değerlendirmelerinin sonucunda bulunan en riskli 5 bakım onarım çalışması Tablo 2.15’de Buckley, Tablo 2.16’da Chang yaklaşımıyla gösterilmiştir.

Tablo 2.15. Buckley yaklaşımı ile Uzman 1’in en yüksek riskli ilk 5 kriteri

<b>Sıra No</b>	<b>Yüksek Riskli Bakım-Onarım Çalışmaları (Uzman1, Buckley)</b>	<b>Bağıl Mutlak Ağırlıklar</b>
<b>1</b>	Turboşarj Tam Bakımı (T1)	12,679
<b>2</b>	Piston ve Segman Kontrolü, Skavenç Temizliği (P1)	6,808
<b>3</b>	Silindir Gömleğinin Sökülüp-Takılması (G2)	6.793
<b>4</b>	Ana Yatakların Sökülüp-Takılması (K3)	5,346
<b>5</b>	Yakıt Pompası Tam Bakımı (Y2)	5,208

Tablo 2.16. Chang yaklaşımı ile Uzman 1’in en yüksek riskli ilk 5 kriteri

<b>Sıra No</b>	<b>Yüksek Riskli Bakım-Onarım Çalışmaları (Uzman 1, Chang)</b>	<b>Bağıl Mutlak Ağırlıklar</b>
<b>1</b>	Turboşarj Tam Bakımı (T1)	5,518
<b>2</b>	Ana Yatakların Sökülüp-Takılması (K3)	5,476
<b>3</b>	Piston ve Segman Kontrolü, Skavenç Temizliği (P1)	5,158
<b>4</b>	Silindir Gömleğinin Sökülüp-Takılması (G2)	5,099
<b>5</b>	Pistonun Salmastra Kutusu İle Sökülüp-Takılması (P2)	4,805

### 3. BULGULAR

Yapılan çalışmada iki zamanlı gemi dizel makinelerinde yapılan bakım onarım çalışmaları risk büyüklükleri açısından 10 bölüm ve 46 çalışma olmak üzere 5 uzman tarafından anket yolu ile değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler BAHP yönteminde Buckley ve Chang yaklaşımlarıyla modellenmiş ve bu çalışmaların risk büyüklükleri yüzde olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar Tablo 3.1. ve Tablo 3.2. de gösterilmektedir.

Silindir kapağında yapılan bakım-onarım çalışmalarının Buckley yaklaşımında risk büyüklükleri Şekil 3.1.'de, Chang yaklaşımında risk büyüklükleri Şekil 3.2.'de verilmiştir.

Silindir kapağında yapılan bakım-onarım çalışmaları için bütün uzmanların yaptığı değerlendirmelerin genelleştirilmesiyle elde edilen Şekil 3.1. ve Şekil 3.2. incelendiğinde, en riskli çalışmanın “Silindir Kapağının Tam Bakımı” olduğu görülmektedir. İkinci sırada bulunan riskli çalışma “Silindir Kapağının Sökülüp-Takılması”, üçüncü ve dördüncü sırada sırasıyla “Egzoz Valfinin Sökülüp-Takılması” ve “Yakıt Valfi (Enjektör) Sökülüp-Takılması” işlemlerinin olduğu, son iki sırada ise “Başlangıç Havası Valfinin Sökülüp-Takılması” ve “Emniyet Valfinin Sökülüp-Takılması” çalışmalarının olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 3.1. Buckley yaklaşımı ile tüm kriterler için genel risk değerleri

<b>Tüm Kriterler</b>	<b>W</b>	<b>Bağıl Ağırlık</b>	<b>% Mutlak Ağırlıklar</b>
<b>Silindir Kapağı (S)</b>	0,053	-----	-----
Silindir Kapağının Sökülüp-Takılması (S1)	0,273	0,01467	1,467
Yakıt Valfinin Sökülüp-Takılması (S2)	0,137	0,00737	0,737
Başlangıç Havası Valfinin Sökülüp-Takılması (S3)	0,073	0,00393	0,393
Egzoz Valfinin Sökülüp-Takılması (S4)	0,173	0,00930	0,930
Emniyet Valfinin Sökülüp-Takılması (S5)	0,025	0,00139	0,139
Silindir Kapağının Tam Bakımı (S6)	0,316	0,01702	1,702
<b>Piston ve Salmastra Kutusu (P)</b>	0,150	-----	-----
Piston ve Segman Kontrolü, Skavenç Temizliği (P1)	0,039	0,00594	0,594
Pistonun Salmastra K. İle Sökülüp-Takılması (P2)	0,379	0,05720	5,720
Pistonun Tam Bakımı (P3)	0,253	0,03821	3,821
Salmastra Kutusunun Tam Bakımı (P4)	0,326	0,04921	4,921
<b>Silindir Gömleği ve Silindir Yağlama Sistemi (G)</b>	0,117	-----	-----
Silindir Gömleği Kont. ve Cidar Kalınlığı Ölç. (G1)	0,126	0,01478	1,478
Silindir Gömleğinin Sökülüp-Takılması (G2)	0,541	0,06333	6,333
Silindir Yağlayıcılarının Sökülüp-Takılması (G3)	0,272	0,03192	3,192
Silindir Yağlayıcılarının Kontrolü (G4)	0,059	0,00699	0,699
<b>Çapraz Kafa ve Biyel Kolu (Ç)</b>	0,147	-----	-----
Çapraz Kafa Yatakları Sökülüp-Takılması (Ç1)	0,267	0,03944	3,944
Çapraz Kafanın Sökülüp-Takılması (Ç2)	0,191	0,02823	2,823
Krank Pimi Y. Sökülüp-Takılması (Ç3)	0,298	0,04405	4,405
Biyel Kolunun Sökülüp-Takılması (Ç4)	0,243	0,03598	3,598
<b>Krank Mili ve İtme Yatağı (K)</b>	0,158	-----	-----
Krank Mili Sapmalarının Kontrolü (K1)	0,033	0,00536	0,536
Ana Yatakların Kontrolü (K2)	0,171	0,02716	2,716
Ana Yatakların Sökülüp-Takılması (K3)	0,331	0,05243	5,243
İtme Yataklarının Boşluk Kontrolü (K4)	0,075	0,01190	1,190
İtme Yataklarının Sökülüp-Takılması (K5)	0,387	0,06134	6,134

Tablo 3.1'in devamı

<b>Tüm Kriterler</b>	<b>W</b>	<b>Bağıl Ağırlık</b>	<b>% Mutlak Ağırlıklar</b>
<b>Zincir Tahrik Sistemi (Z)</b>	0,098	-----	-----
Zincir, Bağlantı Cıvataları ve Yağlayıcı Kont. (Z1)	0,092	0,00912	0,912
Zincirin Sökülüp-Takılması (Z2)	0,509	0,05024	5,024
Eksantrik Mili Yataklarının Boşluk Kontrolü (Z3)	0,068	0,00675	0,675
Mekanik Kontrol Donanımı Zamanlama Ayarı (Z4)	0,071	0,00703	0,703
Eksantrik Mili Zincir Bağlantılarının Ayar. (Z5)	0,257	0,02536	2,536
<b>Başlangıç Havası Sistemi (B)</b>	0,017	-----	-----
Başlangıç Havası Dağıtıcısının Tam Bakımı (B1)	0,490	0,00874	0,874
Başlangıç Havası Valfi Tam Bakımı ve Kont. (B2)	0,414	0,00738	0,738
İndikatör Valfinin Tam Bakımı(B3)	0,094	0,00168	0,168
<b>Egzoz Valfi (E)</b>	0,024	-----	-----
Yüksek Basınç Devrelerinin Uyarlanması (E1)	0,124	0,00309	0,309
Egzoz Valfinin Tam Bakımı (E2)	0,419	0,01041	1,041
Hidr. Egzoz Valfi Aktüatörünün Tam Bakımı (E3)	0,218	0,00543	0,543
Makara Kılavuzlarının Kont. ve Kaldırılması (E4)	0,065	0,00162	0,162
Egzoz Kam Profilinin Ayarlanması (E5)	0,172	0,00428	0,428
<b>Yakıt Sistemi (Y)</b>	0,068	-----	-----
Yakıt Pompası Kamlarının Ayarlanması (Y1)	0,183	0,01255	1,255
Yakıt Pompası Tam Bakımı (Y2)	0,325	0,02225	2,225
Yakıt Pompası Üst Kapakların Tam Bakımı (Y3)	0,189	0,01294	1,294
Yakıt Pompası Alıcı Valflerin Tam Bakımı (Y4)	0,117	0,00806	0,806
Yüksek Basıncılı Yakıt Devreleri Tam Bakımı (Y5)	0,184	0,01260	1,260
<b>Turboşarj (T)</b>	0,163	-----	-----
Turboşarj Tam Bakımı (T1)	0,462	0,07544	7,544
Turboşarj Türbin Tarafının Temizlenmesi (T2)	0,025	0,00412	0,412
Turboşarj Hava Soğutucusunun Temizlenmesi (T3)	0,202	0,03297	3,297
Döndürmez Valfin Sökülüp-Takılması (T4)	0,078	0,01281	1,281
Yardımcı Üfleyicilerin Tam Bakımı (T5)	0,231	0,03772	3,772

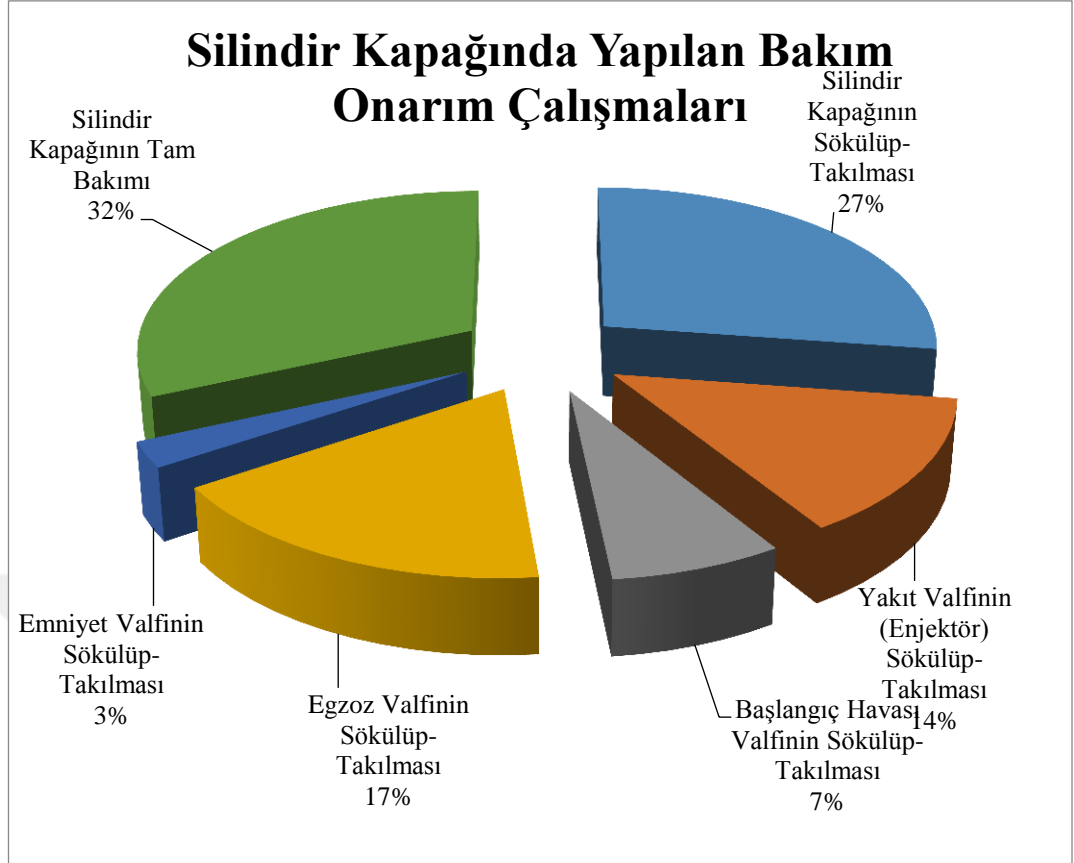
Tablo 3.2. Chang yaklaşımı ile tüm kriterler için genel risk değerleri

<b>Tüm Kriterler</b>	<b>W</b>	<b>Bağıl Ağırlık</b>	<b>% Mutlak Ağırlıklar</b>
<b>Silindir Kapağı (S)</b>	0,052	-----	-----
Silindir Kapağının Sökülüp-Takılması (S1)	0,306	0,01600	1,600
Yakıt Valfinin Sökülüp-Takılması (S2)	0,145	0,00761	0,761
Başlangıç Havası Valfinin Sökülüp-Takılması (S3)	0	0	0
Egzoz Valfinin Sökülüp-Takılması (S4)	0,198	0,01035	1,035
Emniyet Valfinin Sökülüp-Takılması (S5)	0	0	0
Silindir Kapağının Tam Bakımı (S6)	0,349	0,01827	1,827
<b>Piston ve Salmastra Kutusu (P)</b>	0,144	-----	-----
Piston ve Segman Kontrolü, Skavenç Temizliği (P1)	0,048	0,00707	0,707
Pistonun Salmastra K. İle Sökülüp-Takılması (P2)	0,333	0,04831	4,831
Pistonun Tam Bakımı (P3)	0,308	0,04467	4,467
Salmastra Kutusunun Tam Bakımı (P4)	0,309	0,04490	4,490
<b>Silindir Gömleği ve Silindir Yağlama Sistemi (G)</b>	0,126	-----	-----
Silindir Gömleği Kont. ve Cidar Kalınlığı Ölç. (G1)	0,075	0,00951	0,951
Silindir Gömleğinin Sökülüp-Takılması (G2)	0,611	0,07736	7,736
Silindir Yağlayıcılarının Sökülüp-Takılması (G3)	0,312	0,03956	3,956
Silindir Yağlayıcılarının Kontrolü (G4)	0	0	0
<b>Çapraz Kafa ve Biyel Kolu (Ç)</b>	0,143	-----	-----
Çapraz Kafa Yatakları Sökülüp-Takılması (Ç1)	0,266	0,03823	3,823
Çapraz Kafanın Sökülüp-Takılması (Ç2)	0,201	0,02890	2,890
Krank Pimi Y. Sökülüp-Takılması (Ç3)	0,288	0,04146	4,146
Biyel Kolunun Sökülüp-Takılması (Ç4)	0,243	0,03492	3,492
<b>Krank Mili ve İtme Yatağı (K)</b>	0,155	-----	-----
Krank Mili Sapmalarının Kontrolü (K1)	0	0	0
Ana Yatakların Kontrolü (K2)	0,215	0,03355	3,355
Ana Yatakların Sökülüp-Takılması (K3)	0,353	0,05499	5,499
İtme Yataklarının Boşluk Kontrolü (K4)	0,037	0,00586	0,586
İtme Yataklarının Sökülüp-Takılması (K5)	0,393	0,06129	6,129

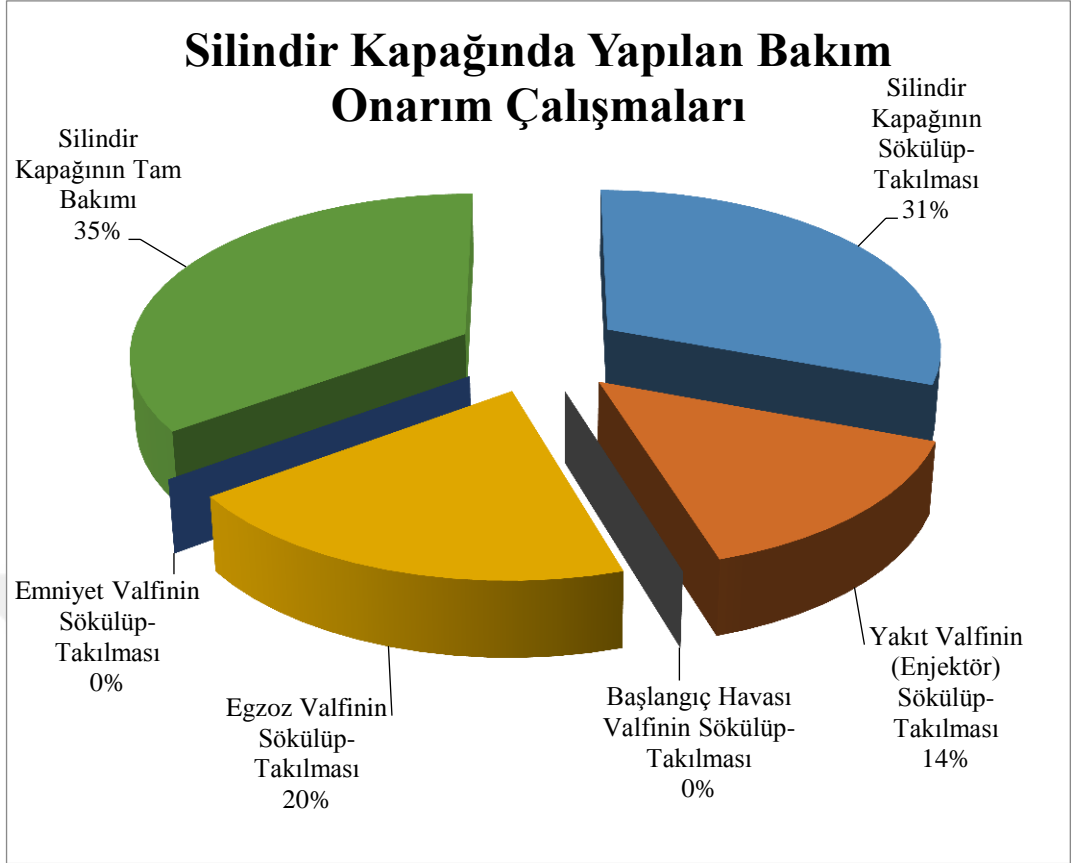
Tablo 3.2'nin devamı

<b>Tüm Kriterler</b>	<b>W</b>	<b>Bağıl Ağırlık</b>	<b>% Mutlak Ağırlıklar</b>
<b>Zincir Tahrik Sistemi (Z)</b>	0,127	-----	-----
Zincir, Bağlantı Cıvataları ve Yağlayıcı Kont. (Z1)	0	0	0
Zincirin Sökülüp-Takılması (Z2)	0,660	0,08407	8,407
Eksantrik Mili Yataklarının Boşluk Kontrolü (Z3)	0	0	0
Mekanik Kontrol Donanımı Zamanlama Ayarı (Z4)	0	0	0
Eksantrik Mili Zincir Bağlantılarının Ayar. (Z5)	0,339	0,04312	4,312
<b>Başlangıç Hava Sistemi (B)</b>	0	-----	-----
Başlangıç Hava Dağıtıcısının Tam Bakımı (B1)	0,524	0	0
Başlangıç Hava Valfi Tam Bakımı ve Kont. (B2)	0,475	0	0
İndikatör Valfinin Tam Bakımı(B3)	0	0	0
<b>Egzoz Valfi (E)</b>	0	-----	-----
Yüksek Basınç Devrelerinin Uyarlanması (E1)	0,159	0	0
Egzoz Valfinin Tam Bakımı (E2)	0,376	0	0
Hidr. Egzoz Valfi Aktüatörünün Tam Bakımı (E3)	0,219	0	0
Makara Kılavuzlarının Kont. ve Kaldırılması (E4)	0,033	0	0
Egzoz Kam Profilinin Ayarlanması (E5)	0,210	0	0
<b>Yakıt Sistemi (Y)</b>	0,086	-----	-----
Yakıt Pompası Kamlarının Ayarlanması (Y1)	0,220	0,01911	1,911
Yakıt Pompası Tam Bakımı (Y2)	0,249	0,02164	2,164
Yakıt Pompası Üst Kapakların Tam Bakımı (Y3)	0,185	0,01608	1,608
Yakıt Pompası Alıcı Valflerin Tam Bakımı (Y4)	0,144	0,01257	1,257
Yüksek Basınçlı Yakıt Devreleri Tam Bakımı (Y5)	0,200	0,01737	1,737
<b>Turboşarj (T)</b>	0,163	-----	-----
Turboşarj Tam Bakımı (T1)	0,494	0,08063	8,063
Turboşarj Türbin Tarafının Temizlenmesi (T2)	0	0	0
Turboşarj Hava Soğutucusunun Temizlenmesi (T3)	0,195	0,03186	3,186
Döndürmez Valfin Sökülüp-Takılması (T4)	0	0	0
Yardımcı Üfleyicilerin Tam Bakımı (T5)	0,310	0,05060	5,060





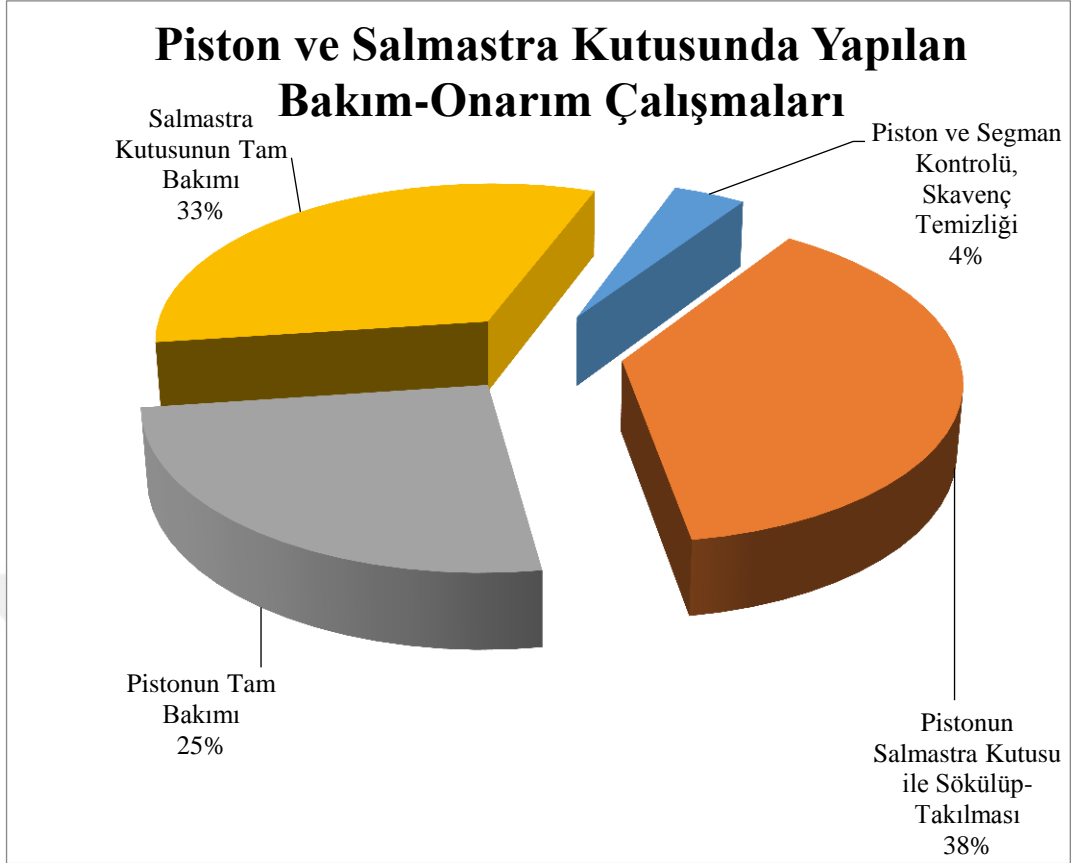
Şekil 3.1. Buckley yaklaşımı ile silindir kapağında yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri



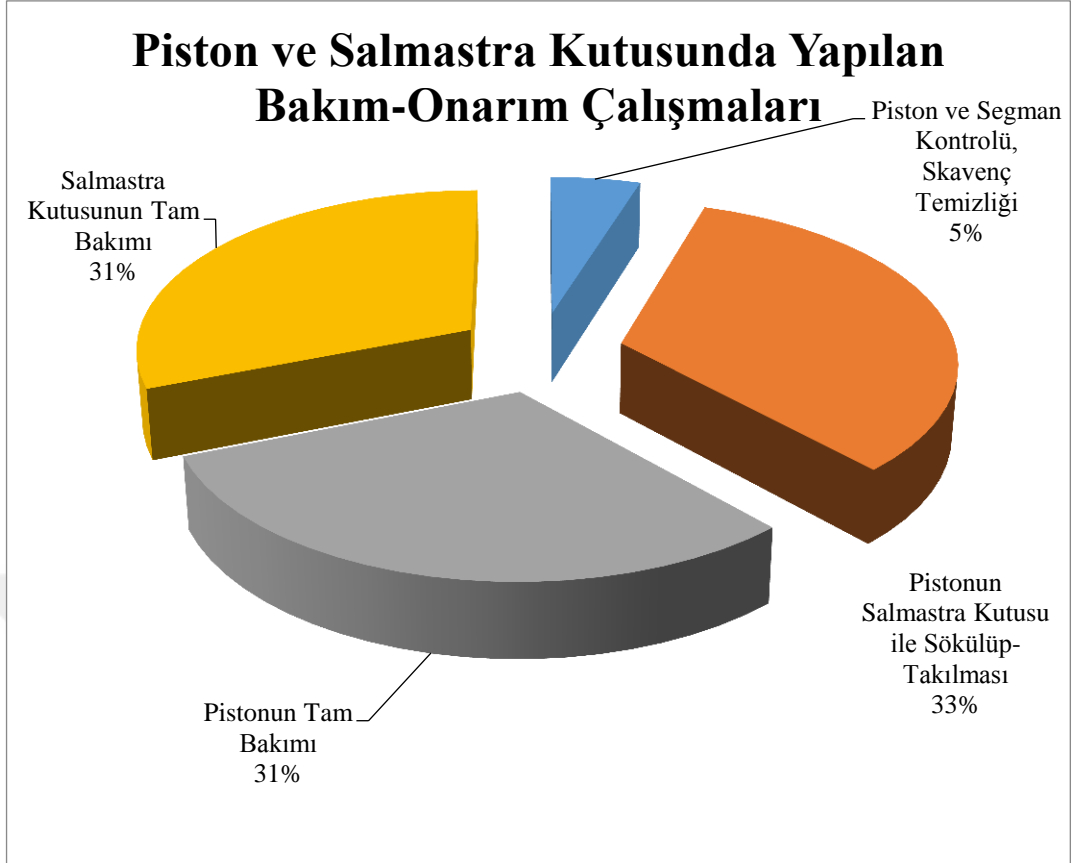
Şekil 3.2. Chang yaklaşımı ile silindir kapağında yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri

Piston ve salmastra kutusunda yapılan bakım-onarım çalışmalarının Buckley yaklaşımında risk büyüklükleri Şekil 3.3.'de, Chang yaklaşımında risk büyüklükleri Şekil 3.4.'de verilmiştir.

Piston ve salmastra kutusunda yapılan bakım-onarım çalışmaları için bütün uzmanların yaptığı değerlendirmelerin genelleştirilmesiyle elde edilen Şekil 3.3. ve Şekil 3.4. incelendiğinde, en riskli çalışmanın "Pistonun Salmastra Kutusu ile Sökülüp-Takılması" olduğu görülmektedir. Buckley yaklaşımında ikinci sırada "Salmastra Kutusunun Tam Bakımı", üçüncü sırada "Pistonun Tam Bakımı" bulunurken, Chang yaklaşımında bu iki çalışmanın eşit riskte olduğu, her iki yaklaşımda da "Piston ve Segman Kontrolü, Skavenç Temizliği" çalışmasının en düşük riskli çalışma olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 3.3. Buckley yaklaşımı ile piston ve salmastra kutusunda yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri

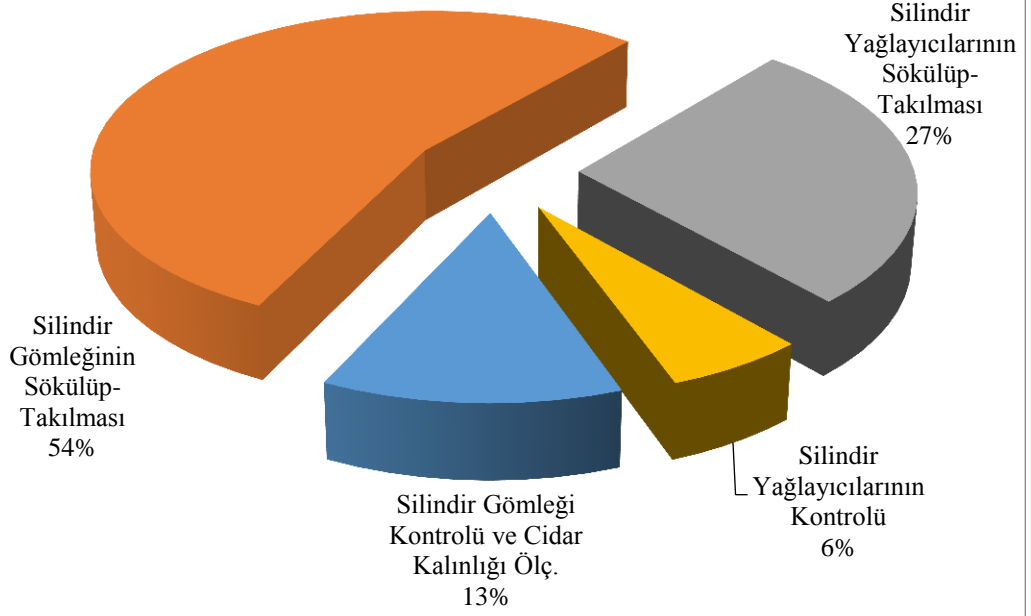


Şekil 3.4. Chang yaklaşımı ile piston ve salmastra kutusunda yapılan bakım onarım çalışmalarının risk büyüklükleri

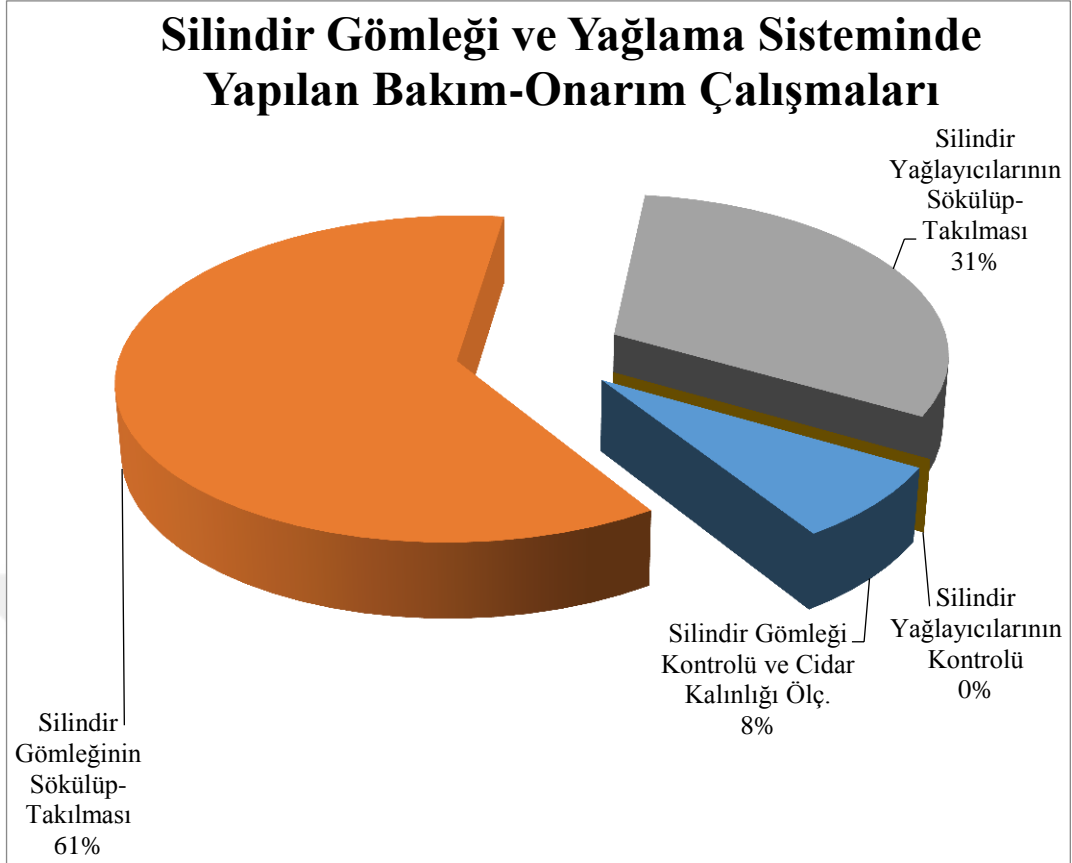
Silindir gömleği ve silindir yağlama sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmalarının Buckley yaklaşımında risk büyüklükleri Şekil 3.5.'de, Chang yaklaşımında risk büyüklükleri Şekil 3.6.'da verilmiştir.

Silindir gömleği ve silindir yağlama sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmaları için bütün uzmanların yaptığı değerlendirmelerin genelleştirilmesiyle elde edilen Şekil 3.5. ve Şekil 3.6. incelendiğinde, en riskli çalışmanın “Silindir Gömleğinin Sökülüp-Takılması” olduğu görülmektedir. İkinci sırada “Silindir Yağlayıcılarının Sökülüp-Takılması” bulunurken, üçüncü sırada “Silindir Gömleği Kontrolü ve Cidar Kalınlığının Ölçümü”, dördüncü sırada ise “Silindir Yağlayıcılarının Kontrolü” çalışmasının olduğu anlaşılmaktadır.

## Silindir Gömleği ve Yağlama Sisteminde Yapılan Bakım-Onarım Çalışmaları



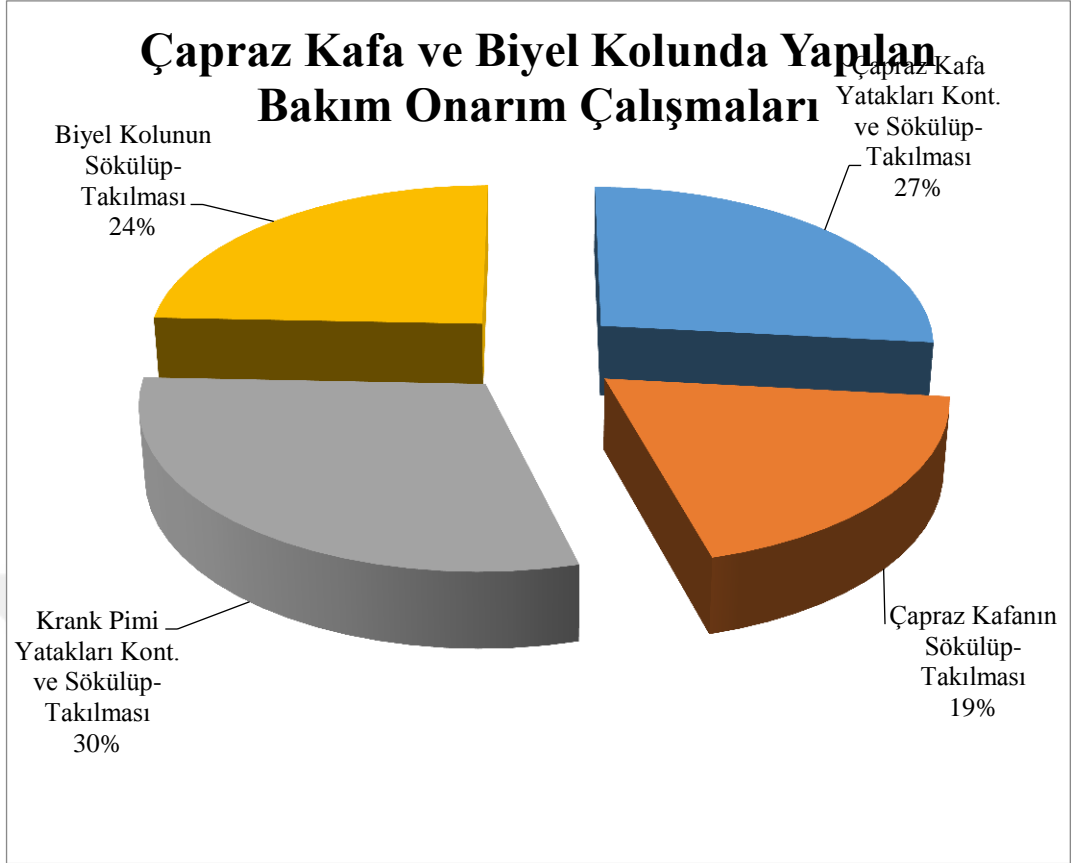
Şekil 3.5. Buckley yaklaşımı ile silindir gömleği ve yağlama sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri



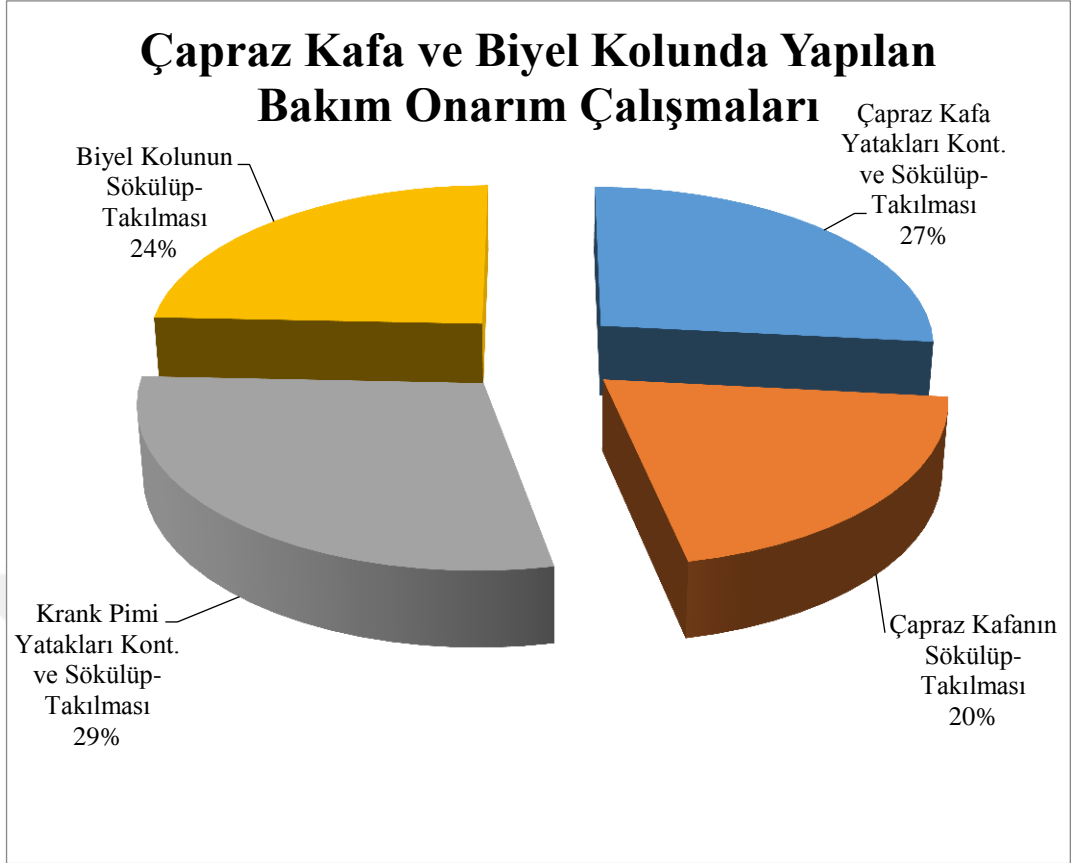
Şekil 3.6. Chang yaklaşımı ile silindir gömleği ve yağlama sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri

Çapraz kafa ve biyel kolunda yapılan bakım-onarım çalışmalarının Buckley yaklaşımında risk büyüklükleri Şekil 3.7.'de, Chang yaklaşımında risk büyüklükleri Şekil 3.8.'de verilmiştir.

Çapraz kafa ve biyel kolunda yapılan bakım-onarım çalışmaları için bütün uzmanların yaptığı değerlendirmelerin genelleştirilmesiyle elde edilen Şekil 3.7. ve Şekil 3.8. incelendiğinde, en riskli çalışmanın “Krank Pimi Yataklarının Kontrolü ve Sökülüp-Takılması” olduğu görülmektedir. İkinci sırada “Çapraz Kafa Yataklarının Kontrolü ve Sökülüp-Takılması” bulunurken, üçüncü sırada “Biyel Kolunun Sökülüp-Takılması”, dördüncü sırada ise “Çapraz Kafanın Sökülüp-Takılması” çalışmasının olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 3.7. Buckley yaklaşımı ile çapraz kafa ve biyel kolunda yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri

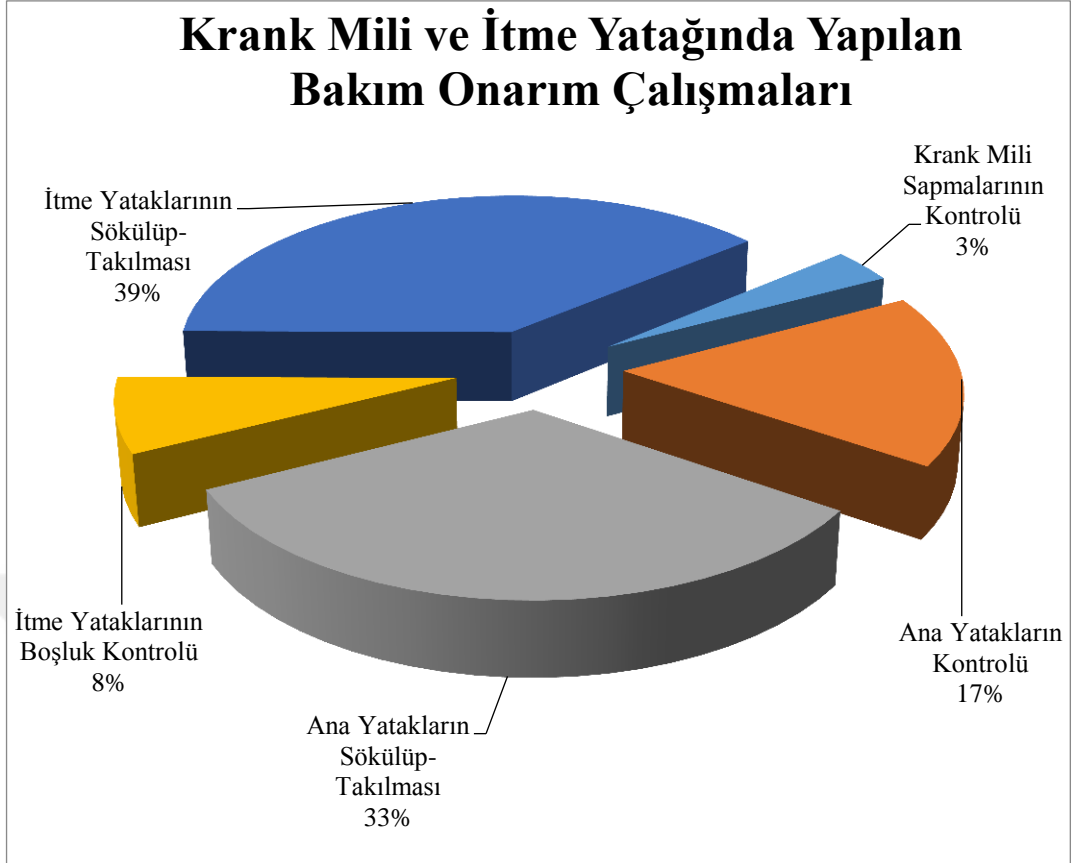


Şekil 3.8. Chang yaklaşımı ile çapraz kafa ve biyel kolunda yapılan bakım- onarım çalışmalarının risk büyüklükleri

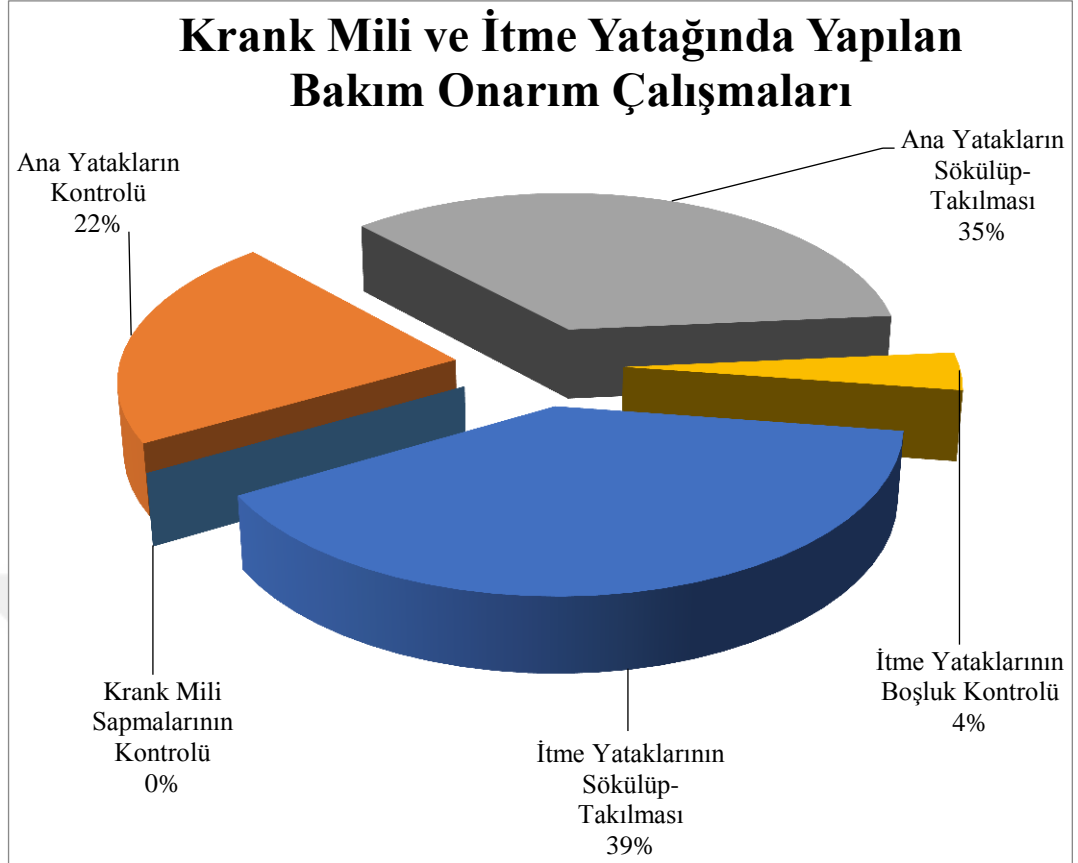
Krank mili ve itme yatağında yapılan bakım-onarım çalışmalarının Buckley yaklaşımında risk büyüklükleri Şekil 3.9.'da, Chang yaklaşımında risk büyüklükleri Şekil 3.10.'da verilmiştir.

Krank mili ve itme yatağında yapılan bakım-onarım çalışmaları için bütün uzmanların yaptığı değerlendirmelerin genelleştirilmesiyle elde edilen Şekil 3.9. ve Şekil 3.10. incelendiğinde, en riskli çalışmanın “İtme Yataklarının Sökülüp-Takılması” olduğu görülmektedir. İkinci sırada “Ana Yatakların Sökülüp-Takılması” bulunurken, üçüncü sırada “Ana Yatakların Kontrolü”, dördüncü sırada “İtme Yataklarının Boşluk Kontrolü”, beşinci sırada ise “Krank Mili Sapmalarının Kontrolü” çalışmasının olduğu anlaşılmaktadır.





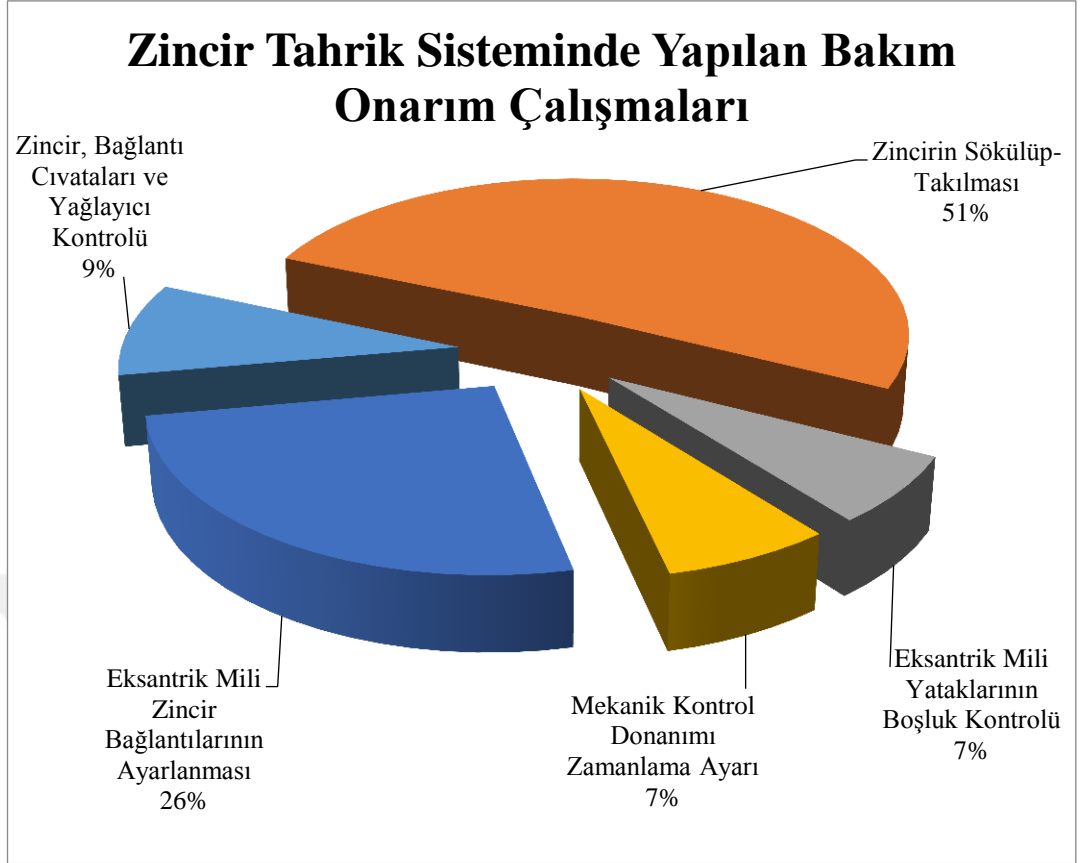
Şekil 3.9. Buckley yaklaşımı ile krank mili ve itme yatağında yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri



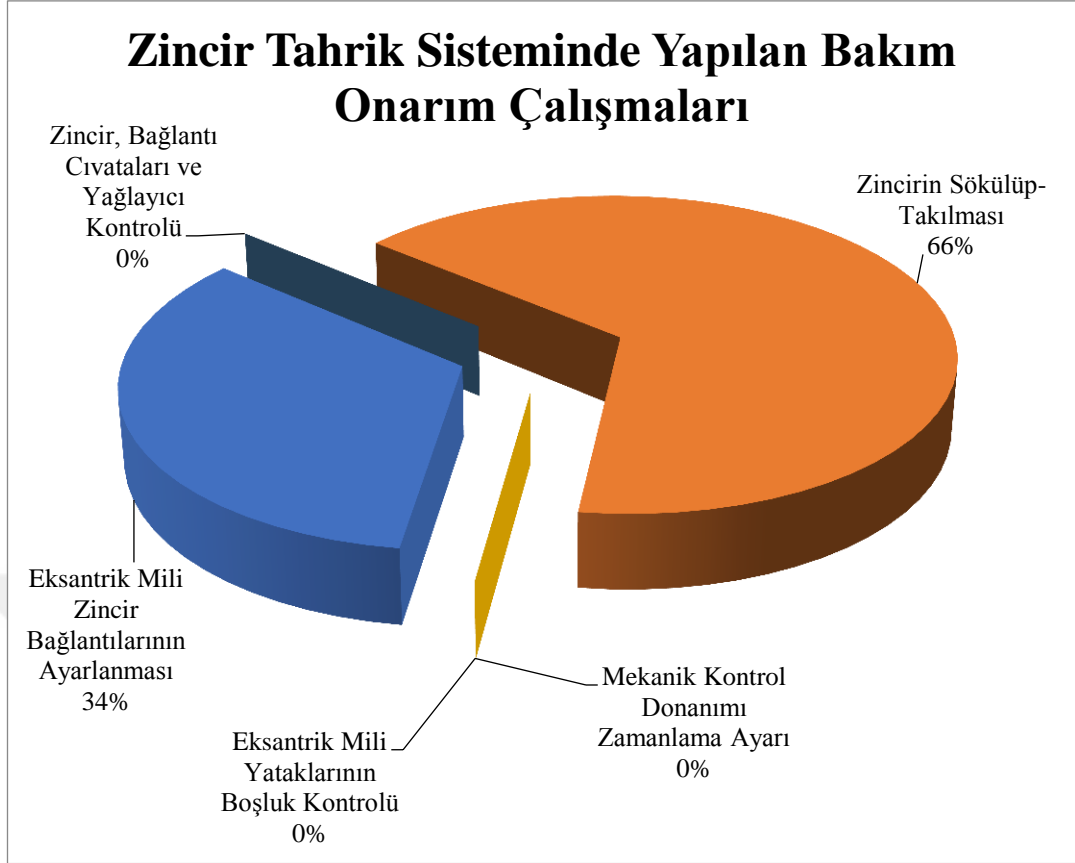
Şekil 3.10. Chang yaklaşımı ile krank mili ve itme yatağında yapılan bakım- onarım çalışmalarının risk büyüklükleri

Zincir tahrik sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmalarının Buckley yaklaşımında risk büyüklükleri Şekil 3.11.'da, Chang yaklaşımında risk büyüklükleri Şekil 3.12.'de verilmiştir.

Zincir tahrik sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmaları için bütün uzmanların yaptığı değerlendirmelerin genelleştirilmesiyle elde edilen Şekil 3.11. ve Şekil 3.12. incelendiğinde, en riskli çalışmanın “Zincirin Sökülüp-Takılması” olduğu görülmektedir. İkinci sırada “Eksantrik Mili Zincir Bağlantılarının Ayarlanması” bulunurken, Buckley yaklaşımında üçüncü sırada “Zincir, Bağlantı Cıvataları ve Yağlayıcı Kontrolü”, dördüncü sırada “Mekanik Kontrol Donanımı Zamanlama Ayarı” ve “Eksantrik Mili Yataklarının Boşluk Kontrolü” birlikte bulunmaktadır. Chang yaklaşımında ise son üç çalışmanın risk değeri eşit ve sıfırdır.



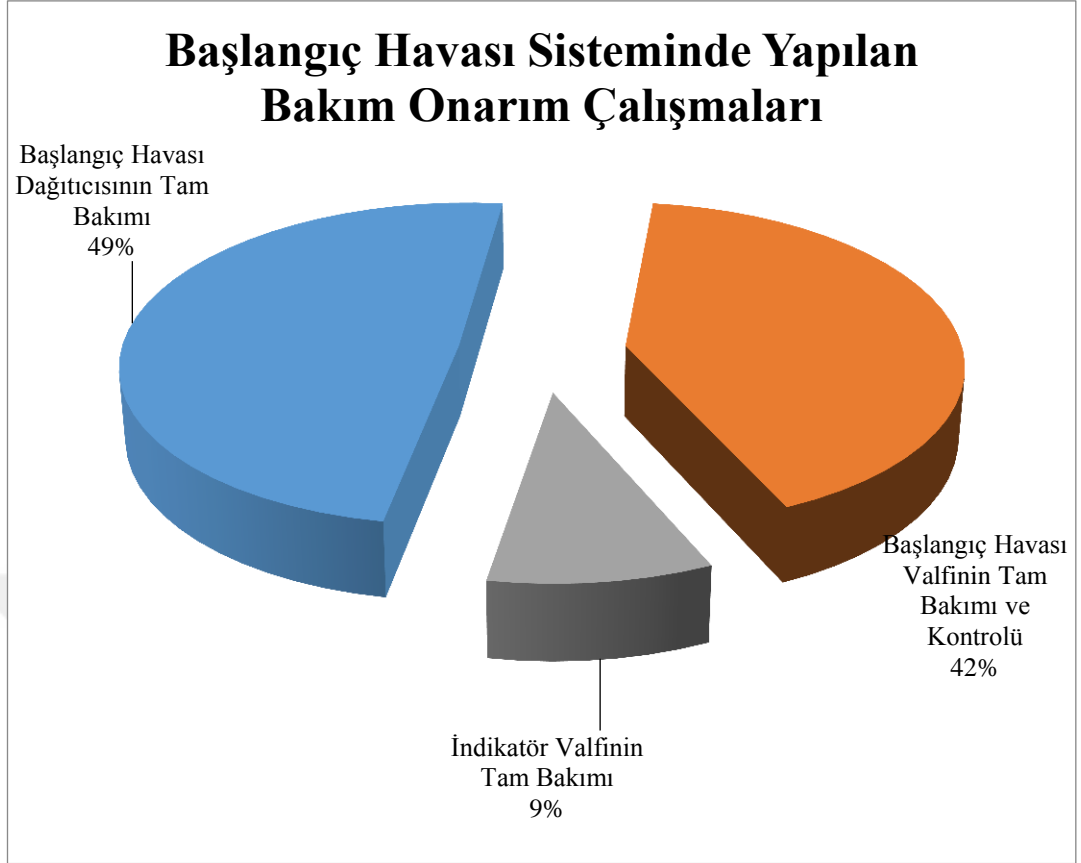
Şekil 3.11. Buckley yaklaşımı ile zincir tahrik sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri



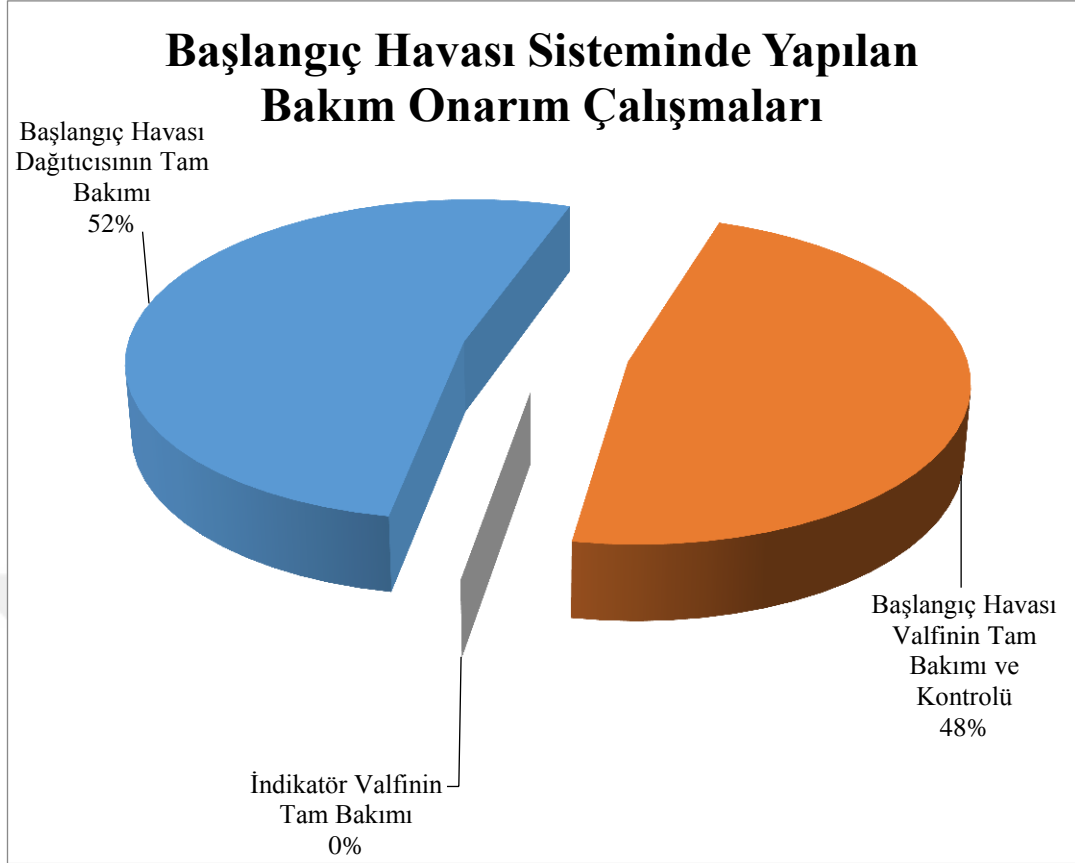
Şekil 3.12. Chang yaklaşımı ile zincir tahrik sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri

Başlangıç havası sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmalarının Buckley yaklaşımında risk büyüklükleri Şekil 3.13.'de, Chang yaklaşımında risk büyüklükleri Şekil 3.14.'de verilmiştir.

Başlangıç havası sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmaları için bütün uzmanların yaptığı değerlendirmelerin genelleştirilmesiyle elde edilen Şekil 3.13. ve Şekil 3.14. incelendiğinde, en riskli çalışmanın “Başlangıç Havası Dağıtıcısının Tam Bakımı” olduğu görülmektedir. İkinci sırada “Başlangıç Havası Valfinin Tam Bakımı ve Kontrolü” bulunurken, üçüncü sırada “İndikatör Valfinin Tam Bakımı” bulunmaktadır.



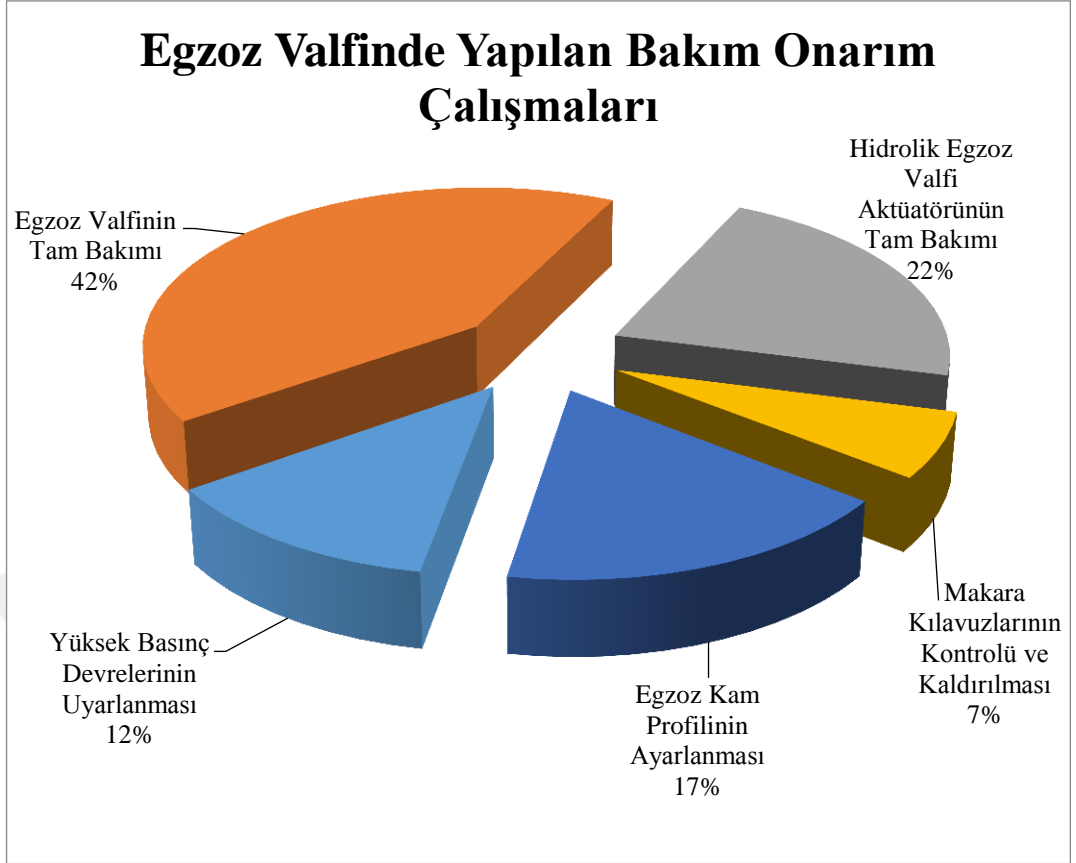
Şekil 3.13. Buckley yaklaşımı ile başlangıç havaşı sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri



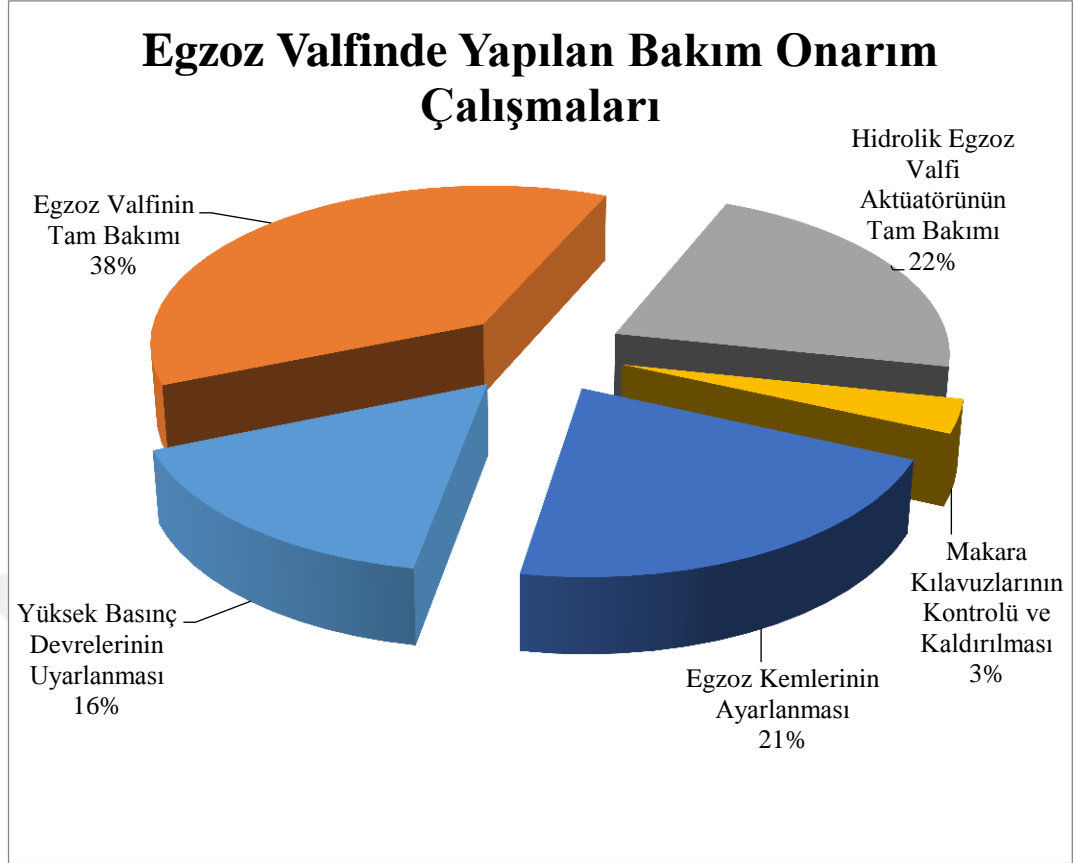
Şekil 3.14. Chang yaklaşımı ile başlangıç havaası sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri

Egzoz valfinde yapılan bakım-onarım çalışmalarının Buckley yaklaşımında risk büyüklükleri Şekil 3.15.'de, Chang yaklaşımında risk büyüklükleri Şekil 3.16.'da verilmiştir.

Egzoz valfinde yapılan bakım-onarım çalışmaları için bütün uzmanların yaptığı değerlendirmelerin genelleştirilmesiyle elde edilen Şekil 3.15. ve Şekil 3.16. incelendiğinde, en riskli çalışmanın “Egzoz Valfinin Tam Bakımı” olduğu görülmektedir. İkinci sırada “Hidrolik Egzoz Valfi Aktüatörünün Tam Bakımı” bulunurken, üçüncü sırada “Egzoz Kam Profilinin Ayarlanması”, dördüncü sırada “Yüksek Basınç Devrelerinin Uyarlanması” ve beşinci sırada “Makara Kılavuzlarının Kontrolü ve Kaldırılması” bulunmaktadır.



Şekil 3.15. Buckley yaklaşımı ile egzoz valfinde yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri

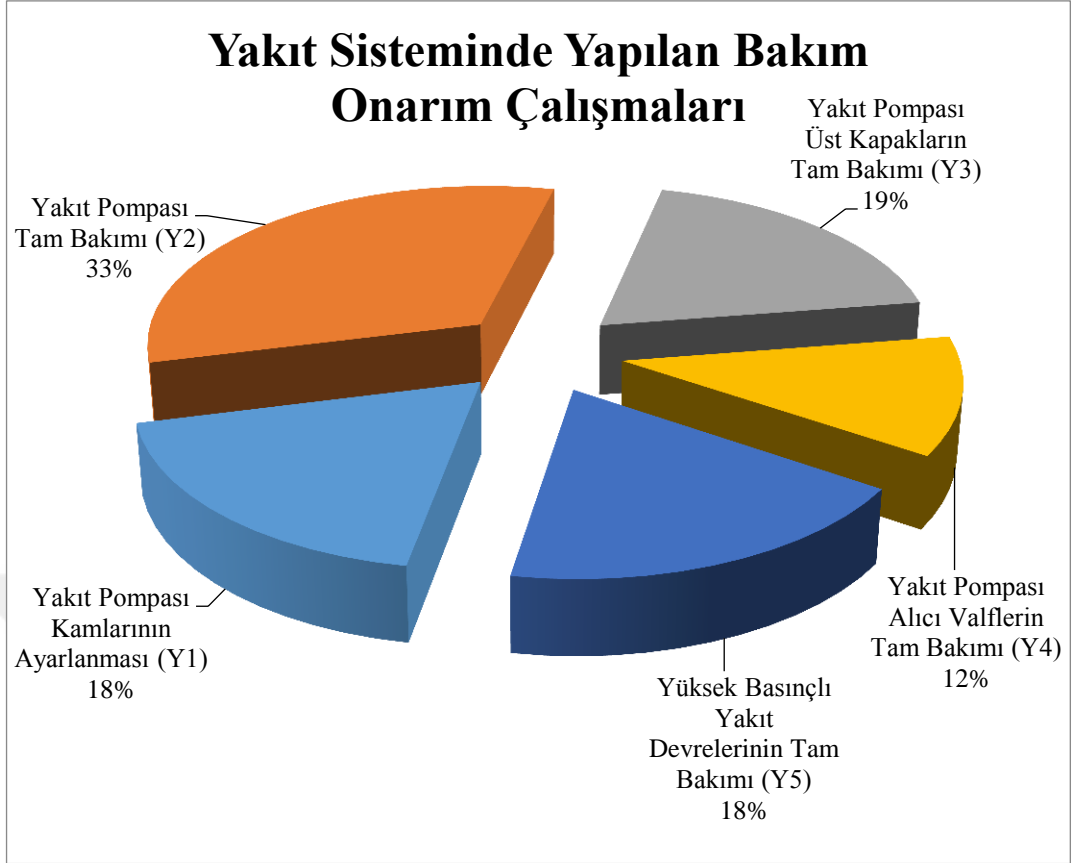


Şekil 3.16. Chang yaklaşımı ile egzoz valfinde yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri

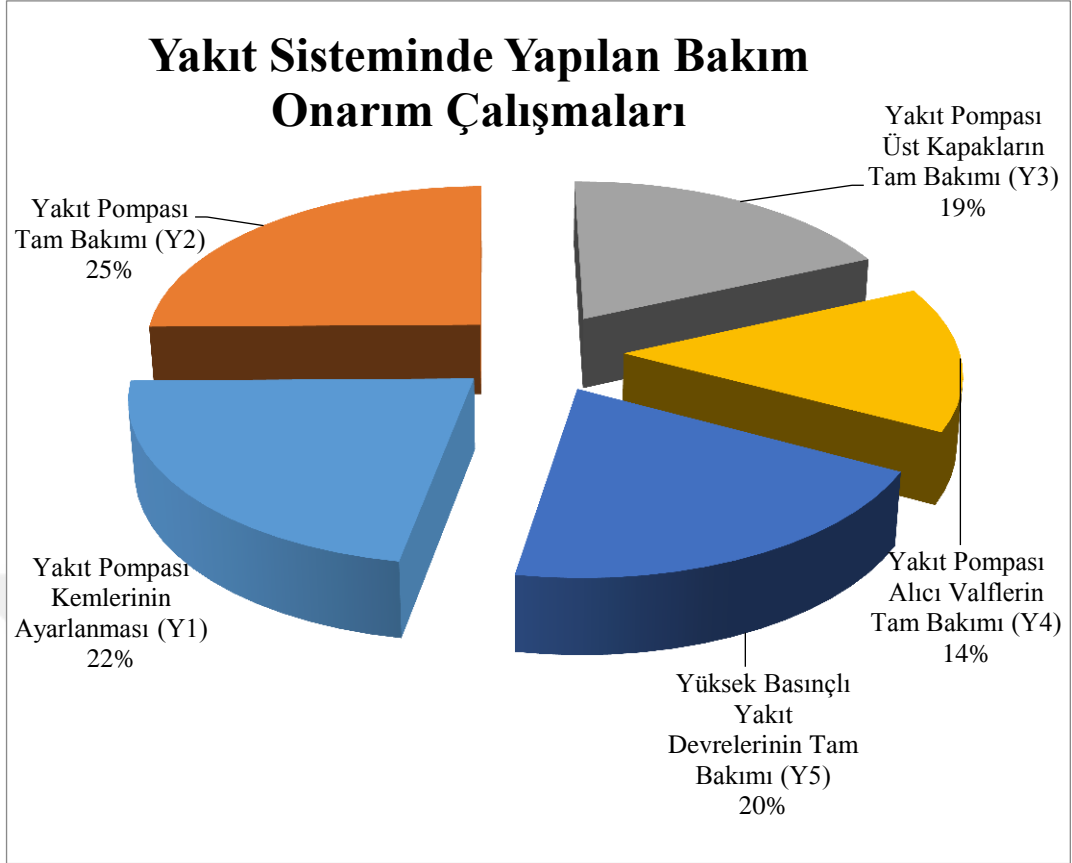
Yakıt sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmalarının Buckley yaklaşımında risk büyüklükleri Şekil 3.17.'de, Chang yaklaşımında risk büyüklükleri Şekil 3.18.'de verilmiştir.

Yakıt sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmaları için bütün uzmanların yaptığı değerlendirmelerin genelleştirilmesiyle elde edilen Şekil 3.17. ve Şekil 3.18. incelendiğinde, en riskli çalışmanın “Yakıt Pompasının Tam Bakımı” olduğu görülmektedir. İkinci sırada Buckley yaklaşımında “Yakıt Pompası Üst Kapaklarını Tam Bakımı” bulunurken, Chang yaklaşımında “Yakıt Pompası Kamlarının Ayarlanması”, üçüncü sırada Buckley yaklaşımında “Yüksek Basınçlı Yakıt Devrelerinin Tam Bakımı” ve “Yakıt Pompası Kamlarının Ayarlanması”, Chang yaklaşımında ise “Yüksek Basınçlı Yakıt Devrelerinin Tam Bakımı” bulunmaktadır. Chang yaklaşımında dördüncü sırayı “Yakıt Pompası Üst Kapaklarını Tam Bakımı” alırken, her iki yaklaşımda da son sırayı “Yakıt Pompası Alıcı Valflerinin Tam Bakımı” almaktadır.





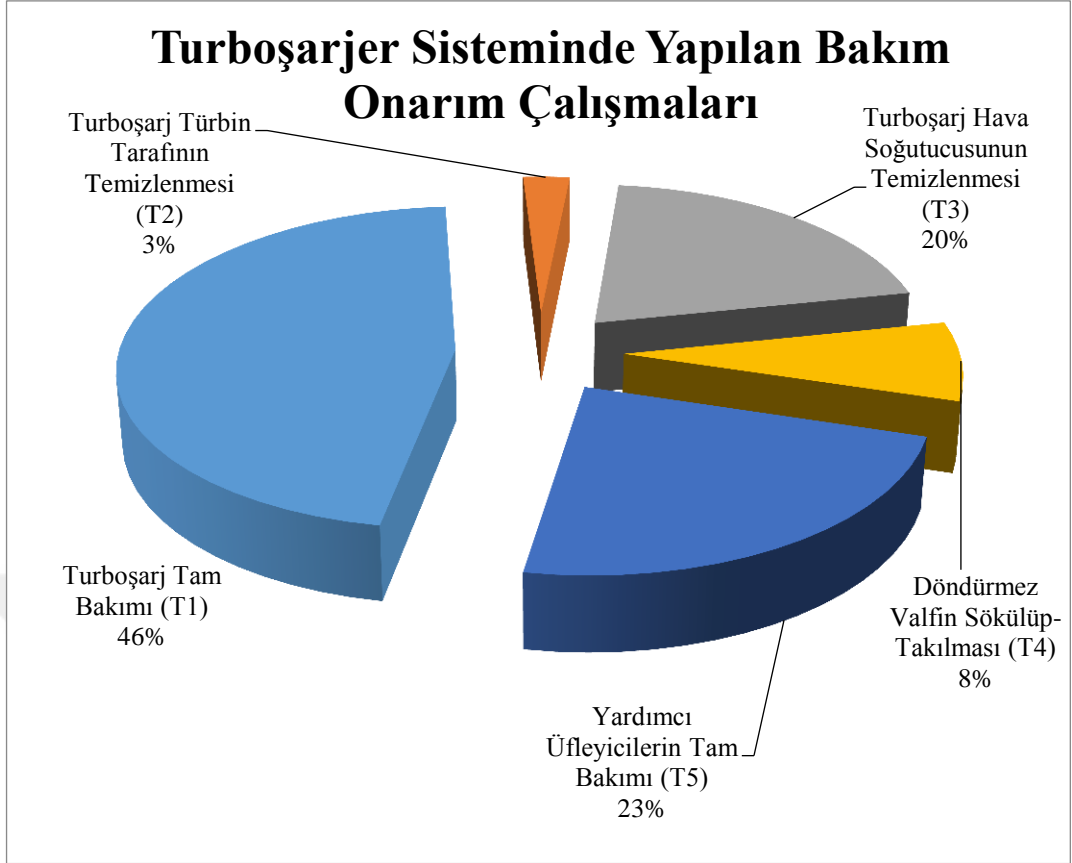
Şekil 3.17. Buckley yaklaşımı ile yakıt sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri



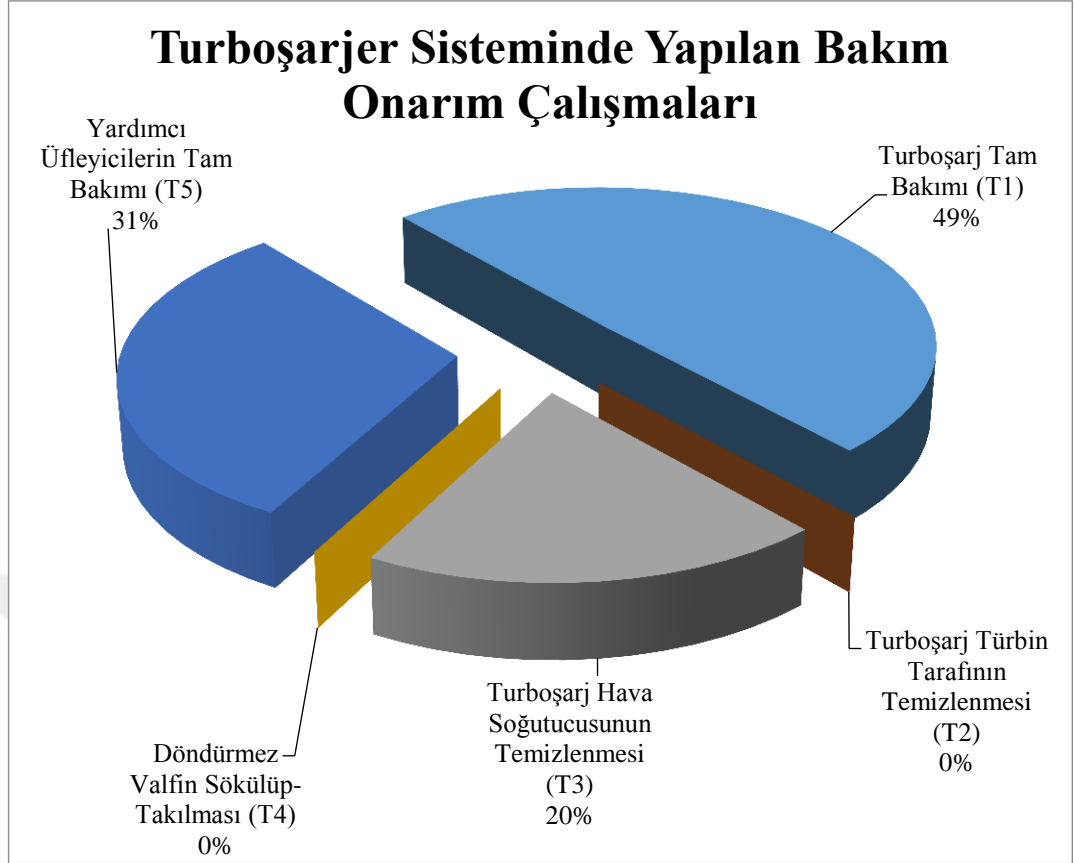
Şekil 3.18. Chang yaklaşımı ile yakıt sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri

Turboşarjer sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmalarının Buckley yaklaşımında risk büyüklükleri Şekil 3.19.'da, Chang yaklaşımında risk büyüklükleri Şekil 3.20.'de verilmiştir.

Turboşarjer sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmaları için bütün uzmanların yaptığı değerlendirmelerin genelleştirilmesiyle elde edilen Şekil 3.19. ve Şekil 3.20. incelendiğinde, en riskli çalışmanın “Turboşarjer Tam Bakımı” olduğu görülmektedir. İkinci sırada “Yardımcı Üfleyicilerin Tam Bakımı” bulunurken, üçüncü sırada “Turboşarjer Hava Soğutucusunun Temizlenmesi” yer almaktadır. Buckley yaklaşımında dördüncü sırada “Döndürmez Valfin Sökülüp-Takılması”, beşinci sırada “Turboşarjer Türbin Tarafının Temizlenmesi” sıra alırken. Chang yaklaşımında bu çalışmalar sonuncu sırayı paylaşmaktadır.



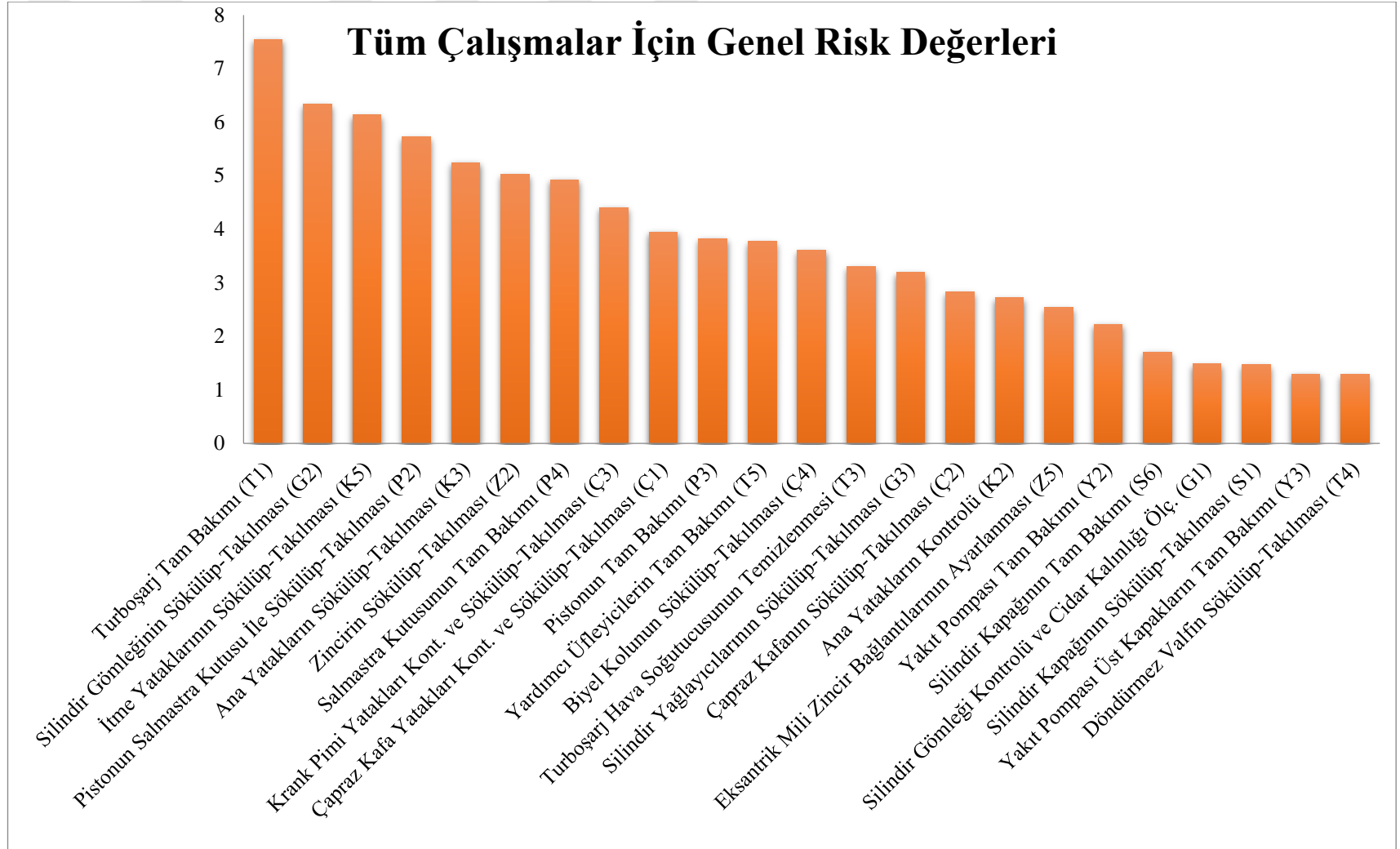
Şekil 3.19. Buckley yaklaşımı ile turboşarjer sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri



Şekil 3.20. Chang yaklaşımı ile turboşarjer sisteminde yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk büyüklükleri

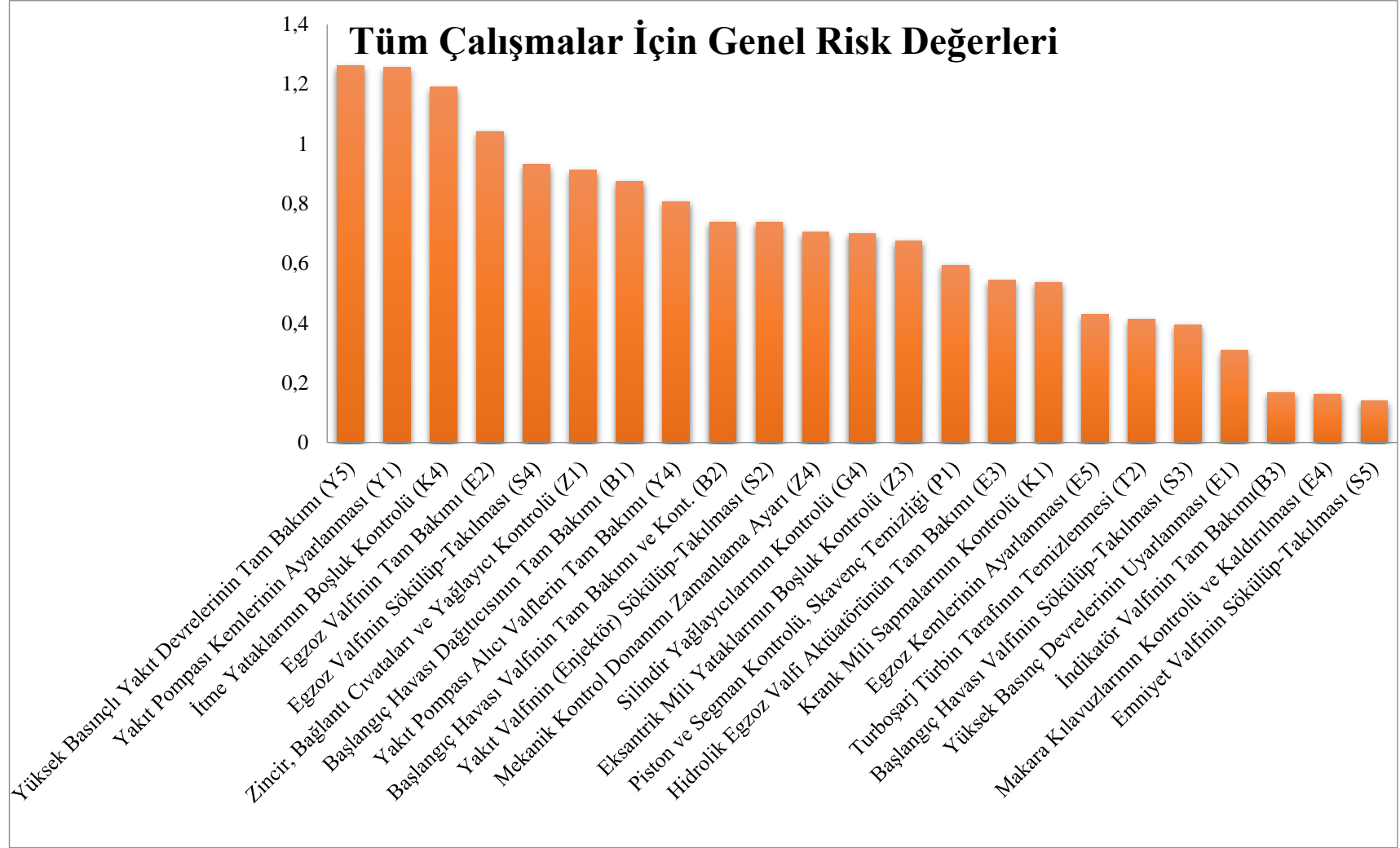
İki zamanlı gemi dizel makinelerinde yapılan tüm bakım-onarım çalışmalarının Buckley yaklaşımında risk büyüklükleri Şekil 3.21.'de, Chang yaklaşımında risk büyüklükleri Şekil 3.22.'de verilmiştir.

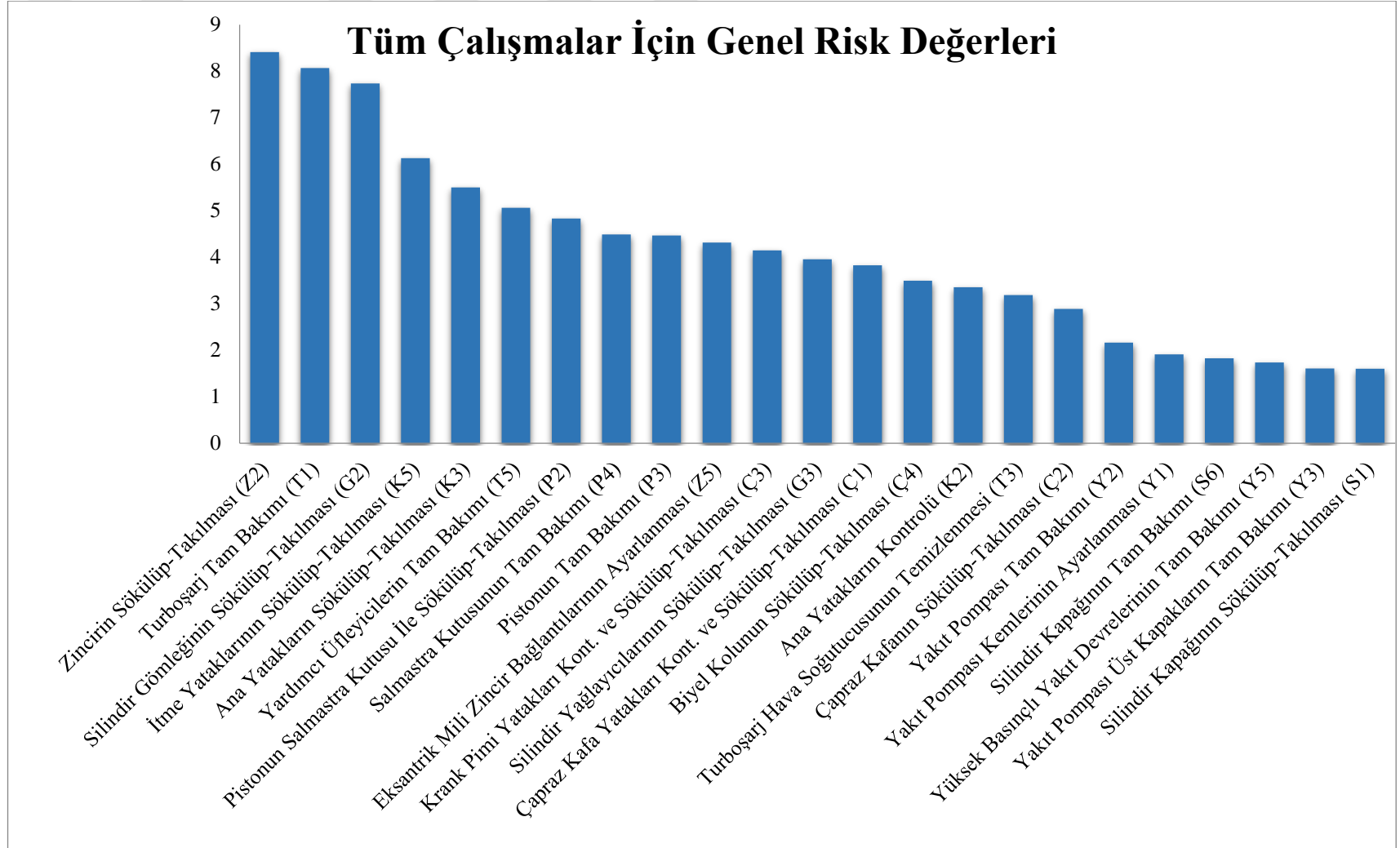
İki zamanlı gemi dizel makinelerinde yapılan tüm bakım-onarım çalışmaları için bütün uzmanların yaptığı değerlendirmelerin genelleştirilmesiyle elde edilen Şekil 3.21. ve Şekil 3.22. incelendiğinde, Buckley yaklaşımında en riskli ilk üç çalışmanın sırayla “Turboşarjer Tam Bakımı”, “Silindir Gömleğinin Sökülüp-Takılması”, “İtme Yataklarının Sökülüp Takılması” olduğu görülürken; Chang yaklaşımında en riskli ilk üç çalışmanın “Zincirin Sökülüp-Takılması”, “Turboşarjer Tam Bakımı” ve “Silindir Gömleğinin Sökülüp-Takılması” olduğu fark edilmektedir. Buckley yaklaşımında son üç sırayı “İndikatör Valfinin Tam Bakımı”, “Makara Kılavuzlarının Kontrolü ve Kaldırılması” ve “Emniyet Valfinin Sökülüp-Takılması” alırken; Chang yaklaşımında 17 çalışma sıfır değerini almaktadır.



Şekil 3.21. Buckley yaklaşımında tüm bakım onarım çalışmaları için risk değerleri karşılaştırması

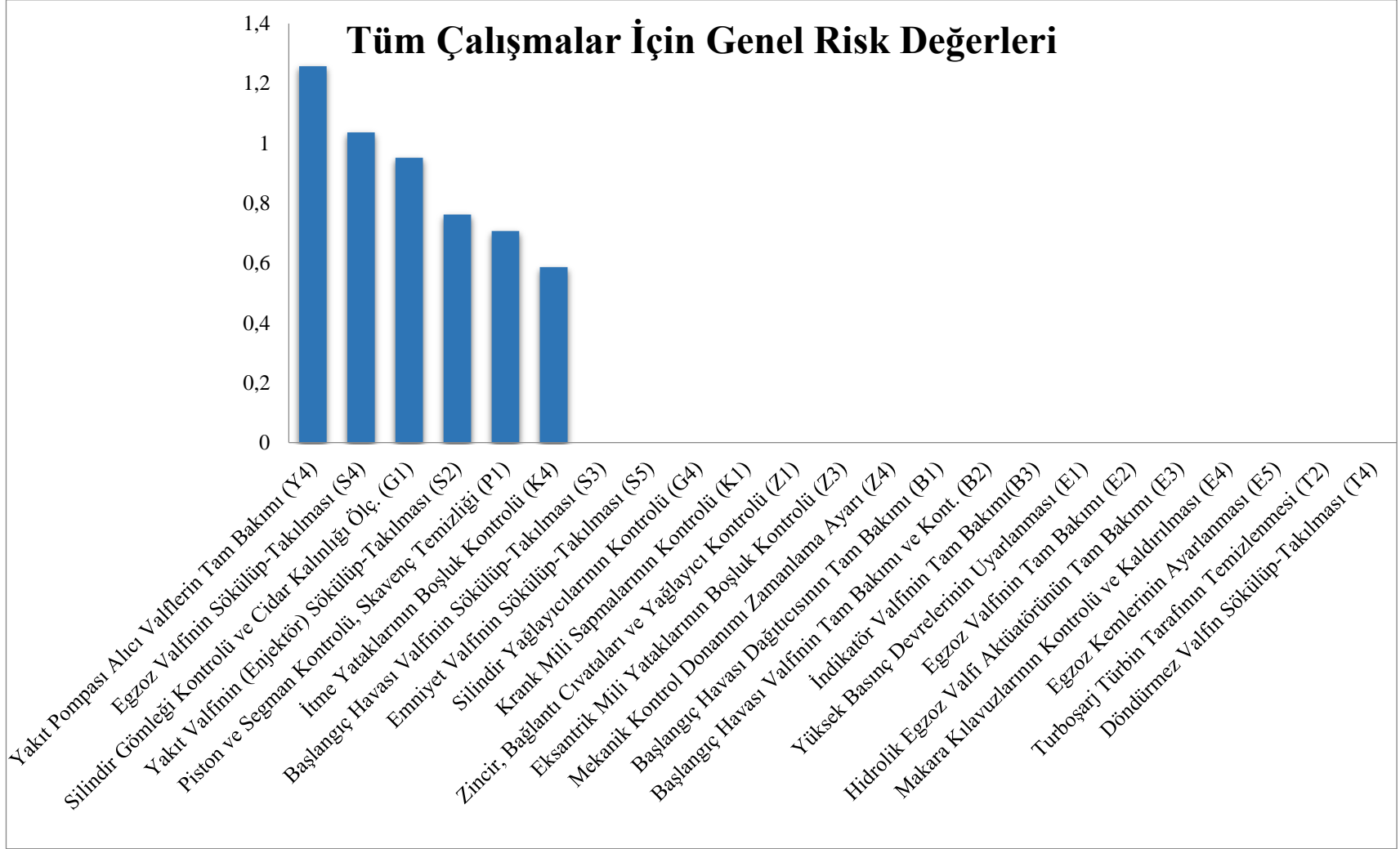
Şekil 3.21'in devamı





Şekil 3.22. Chang yaklaşımında tüm bakım onarım çalışmaları için risk değerleri karşılaştırması

Şekil 3.22'nin devamı





Chang ve Buckley yaklaşımlarıyla elde edilmiş sıralamalar Denklem 18 aracılığı ile tek bir toplamsal sıralama sınıfı altında toplanmıştır. Borda sayım yöntemine göre en riskli ilk 10 bakım onarım çalışması, Chang ve Buckley yaklaşımlarında sıralamaları ile birlikte Tablo 3.3’de verilmiştir. Elde edilen nihai sıralamaya göre en riskli ilk iki çalışmanın sırayla “Turboşarj Tam Bakımı”, “Silindir Gömleğinin Sökülüp-Takılması”, en riskli üçüncü çalışmanın ise “İtme Yataklarının Sökülüp Takılması” ve “Zincirin Sökülüp-Takılması” olduğu görülmektedir.

Tablo 3.3. Borda skoruna göre en riskli ilk 10 bakım onarım çalışması

<b>Kriter Kodu</b>	<b>Chang Sıra No</b>	<b>Chang Skor</b>	<b>Buckley Sıra No</b>	<b>Buckley Skor</b>	<b>Borda Skor</b>	<b>Borda Sıra No</b>
<b>T1</b>	2	44	1	45	89	1
<b>G2</b>	3	43	2	44	87	2
<b>K5</b>	4	42	3	43	85	3
<b>Z2</b>	1	45	6	40	85	3
<b>K3</b>	5	41	5	41	82	4
<b>P2</b>	7	39	4	42	81	5
<b>P4</b>	8	38	7	39	77	6
<b>T5</b>	6	40	11	35	75	7
<b>P3</b>	9	37	10	36	73	8
<b>Ç3</b>	11	35	8	38	73	8

#### 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yapılan çalışmada iki zamanlı gemi dizel makinelerinde yapılan bakım onarım çalışmaları, risk ağırlıklarının tespiti için Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemi ile incelenmiştir. 5 uzman tarafından 10 bölüme ve 46 alt çalışmaya ayrılan bakım onarım çalışmaları anket vasıtasıyla ikili olarak karşılaştırılmıştır. Anket aracılığı ile elde edilen sözel veriler BAHP yönteminin literatürde en yaygın kullanılan Buckley ve Chang yaklaşımlarıyla modellenerek en riskli çalışmalar tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlara göre:

1. Borda sayım yöntemi ile Buckley ve Chang yaklaşımı sıralamalarının tek bir toplamsal sıralama sınıfı altında toplanmasıyla elde edilen nihai sıralamaya göre en riskli ilk iki çalışmanın sırayla “Turboşarj Tam Bakımı”, “Silindir Gömleğinin Sökülüp-Takılması”, en riskli üçüncü çalışmanın ise “İtme Yataklarının Sökülüp Takılması” ve “Zincirin Sökülüp-Takılması” olduğu tespit edilmiştir.
2. Buckley yaklaşımında en yüksek riskli ilk beş bakım-onarım çalışmasının sırasıyla “Turboşarj Tam Bakımı”, “Silindir Gömleğinin Sökülüp-Takılması”, “İtme Yataklarının Sökülüp Takılması”, “Pistonun Salmastra Kutusu ile Sökülüp Takılması” ve “Ana Yatakların Sökülüp-Takılması” çalışmaları olduğu tespit edilmiştir.
3. Chang yaklaşımında en yüksek riskli ilk üç çalışmanın “Zincirin Sökülüp-Takılması”, “Turboşarj Tam Bakımı”, “Silindir Gömleğinin Sökülüp-Takılması”, “İtme Yataklarının Sökülüp Takılması” ve “Ana Yatakların Sökülüp-Takılması” çalışmaları olduğu tespit edilmiştir.
4. Buckley yaklaşımında en düşük riskli üç bakım-onarım çalışmasının sırasıyla “İndikatör Valfinin Tam Bakımı”, “Makara Kılavuzlarının Kontrolü ve Kaldırılması” ve “Emniyet Valfinin Sökülüp-Takılması” çalışmaları olduğu tespit edilmiştir.
5. Chang yaklaşımında en düşük riskli çalışmaların 17 adet olduğu ve bütün bu çalışmaların sıfır risk değerli görüldüğü tespit edilmiştir.
6. Girdileri aynı sözel ifadeler olmasına rağmen Buckley ve Chang yaklaşımlarının kimi zaman aynı sonuçları, (Örn: Egzoz Valfinde Yapılan Bakım-Onarım

Çalışmaları) kimi zaman farklı sonuçlar (Örn: Tüm Çalışmalar İçin Genel Risk Değerleri) verdiği tespit edilmiştir. Bu farklılaşmanın Chang yaklaşımı algoritmasından kaynaklı bazı kriter ve alt kriterlerin ağırlıklarının sıfır çıkması ve bunun diğer kriterlerin ve alt kriterlerin bağıl mutlak ağırlıklarını etkilemesinden kaynaklandığı anlaşılmaktadır.

7. Chang yaklaşımı Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden olan BAHP yönteminde sıklıkla kullanılmaktadır. Buna rağmen bu yaklaşımın, özellikle ağırlıkları düşük çıkan kriterlerin kendi aralarında olan karşılaştırmalarında yetersiz kaldığı tespit edilmiştir.
8. Elde edilen sonuçlara göre en riskli çalışmaların başında gelen “Turboşarj Tam Bakımı”, yapılan bakım-onarım faaliyetinin hassasiyeti sebebiyle genel olarak gemilerde servis tarafından yapılmaktadır.
9. Pek çok olasılığın birleşiminden türeyen risk faktörünün matematiksel olarak ifade edilmesi olanaksız durumda iken, alanında uzman kişilerden elde edilen sözel ifadeler ile iki zamanlı gemi dizel makinelerinde yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk ağırlıkları BAHP yöntemiyle ortaya konulabilmiştir.
10. Çalışmanın sonuçlarına göre en yüksek riskli çalışmalar incelendiğinde, uzmanların gözünde risk faktörünün büyüklüğünün, üzerinde bakım-onarım çalışması yapılan bölümlün fiziksel büyüklüğüyle doğru orantılı biçimde arttığı görülmektedir.
11. Elde edilen sonuçlar irdelendiğinde uzmanlarda risk algısının bakım-onarım çalışmalarının ayarlama ve kontrol aşamalarında düşük, sökölüp-takılma aşamasında yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

## 5. ÖNERİLER

Yapılan çalışmada kullanılan yöntem, uygulama ve elde edilen sonuçlar incelendiğinde aşağıda listelenen öneriler sunulabilir.

1. Yapılan çalışma sonucunda tespit edilen en riskli bakım-onarım çalışmalarında yapılan faaliyetlerin kısa bir özeti geçilerek, uzmanlara bu faaliyetlerden en riskli olanların tespiti için açık uçlu sorular sorulması sonucunda, faaliyetlerde alınabilecek önlemler üzerine çalışmalar yapılabileceği öngörülmektedir.
2. Kullanılan çok kriterli karar verme yöntemi aracılığı ile gemi makine dairesinde yer alan aktif sistemlerin bakım-onarım çalışmaları incelenip modellenerek gemi makine dairesinde yapılan bakım-onarım çalışmalarından en riskli çalışmaların tespit edilebileceği düşünülmektedir.
3. Uzmanlarda bulunan bakım-onarım çalışmaları kaynaklı risk algısının matematiksel bir değere çevrilmesinin akabinde, çalışma yapılan bölümün derinliği, ağırlığı, boyutları, sıcaklığı vb. gibi fiziksel etmenler ile bağıntılı ampirik bir ifade elde edilmesinin olabirliği hususu irdelenebilir.
4. İki zamanlı gemi dizel makinelerinde yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk faktörlerinin belirlenmesiyle, gemilerde yapılan bakım-onarım çalışmalarından önce doldurulan “Risk Değerlendirme” formlarının güncellenerek IMO (Uluslar arası Denizcilik Örgütü) vb. örgütlere tavsiye niteliğinde yeni formların gönderilebileceği düşünülmektedir.
5. Yapılan çalışmaya benzer olarak, fark gözetmeksizin bütün sektörlerde yapılan bakım-onarım çalışmalarının risk faktörlerinin belirlenebileceği düşünülmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- Adem, A., Dağdeviren, M., Çolak, A. ve Kabak, M., 2016. Fuzzy Prioritization Approach for Risks of Wind Turbine Life Cycle, Procedia Computer Science, 102, 406-413.
- Akyüz G., ve Salih, A. K. A., 2017. Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Tedarikçi Performansı Değerlendirmede Toplamsal Bir Yaklaşım, Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 15, 2, 28-46.
- Alarcin, F., Balin, A., ve Demirel, H., 2014. Fuzzy AHP And Fuzzy TOPSIS İntegrated Hybrid Method For Auxiliary Systems Of Ship Main Engines, Journal of Marine Engineering & Technology, 13, 1, 3-11.
- Alizadeh, A.H. ve Nikos, K.N., 2003. The Price-Volume Relationship in the Sale and Purchase Market for Dry Bulk Vessels, Maritime Policy Management, 30, 4, 321-337.
- Al-Najjar, B. ve Alsayouf, I., 2003. Selecting The Most Efficient Maintenance Approach Using Fuzzy Multiple Criteria Decision Making, International Journal of Production Economics, 84, 1, 85-100.
- Awad, M. R., Nazmy, T. ve Ismael, I. A., 2013. Integrating Approach For Multi Criteria Decision Making (Case Study: Ranking For Bulk Carrier Shipbuilding Region), International Journal Of Scientific & Technology Research, 2, 10, 21-28.
- Balin, A., Demirel, H., ve Alarcin, F., 2015. A Hierarchical Structure For Ship Diesel Engine Trouble-Shooting Problem Using Fuzzy Ahp And Fuzzy Vikor Hybrid Methods. Brodogradnja: Teorija i praksa brodogradnje i pomorske tehnike, 66, 1, 54-65.
- Balin, A., Demirel, H., ve Alarçin, F., 2016. An Evaluation Approach For Eliminating The Failure Effect in Gas Turbine Using Fuzzy Multiple Criteria, International Journal of Maritime Engineering, 158, A219-A230.
- Başaran, K., 2013. Bulanık Mantık Kontrollü Otonom Ve Şebeke Bağlantılı Rüzgâr-Güneş Hibrid Güç Sisteminin Optimizasyonu ve Adnan Menderes Üniversitesi Kampüs Alanında Uygulanması, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Baykal, N. ve Beyan, T., 2004. Bulanık Mantık İlke ve Temelleri, Bıçaklar Kitabevi, Ankara.
- Bellman, R. E. ve Zadeh, L. A., 1970. Decision Making in a Fuzzy Enviroment, Management Science, 17, 1, 141-164

- Beşikçi, E. B., Kececi, T., Arslan, O., ve Turan, O., 2016. An Application Of Fuzzy-AHP To Ship Operational Energy Efficiency Measures, Ocean Engineering, 121, 392-402.
- Boender, C. G. E., De Gran, J.G. ve Lootsma, F. A., 1989. Multi Criteria Decision Analysis with Fuzzy Pairwise Comparisons, Fuzzy Sets and Systems, 29, 2, 133-143.
- Buckley, J.J., 1985. Fuzzy Hierarchical Analysis, Fuzzy Sets and Systems, 17, 233- 247
- Büyüközkan, G., Kahraman, C. ve Ruan, D., 2004. A Fuzzy Multi-Criteria Decision Approach For Software Development Strategy Selection, International Journal of General Systems, 33, 2, 259-280.
- Cebi, S., Ozkok, M., Kafali, M. ve Kahraman, C., 2016. A Fuzzy Multiphase And Multicriteria Decision-Making Method For Cutting Technologies Used In Shipyards, International Journal of Fuzzy Systems, 18, 2, 198-211.
- Celik, M. ve Cebi, S., 2009. Analytical HFACS For Investigating Human Errors In Shipping Accidents, Accident Analysis & Prevention, 41, 1, 66-75.
- Celik, M., Cebi, S., Kahraman, C. ve Er, I. D., 2009. Application Of Axiomatic Design And TOPSIS Methodologies Under Fuzzy Environment For Proposing Competitive Strategies On Turkish Container Ports In Maritime Transportation Network, Expert Systems with Applications, 36, 3, 4541-4557.
- Çelik, M., Er, I. D. ve Özok, A. F., 2009. Application of Fuzzy Extended AHP Methodology on Shipping Registry Selection: The Case of Turkish Maritime Industry, Expert Systems with Applications, 36, 190-198.
- Chang, D.Y., 1996. Applications of the Extent Analysis Method on fuzzy AHP, European Journal of Operational Research, 95, 649-655.
- Chao, S. L. ve Lin, Y. J., 2011. Evaluating Advanced Quay Cranes In Container Terminals, Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 47, 4, 432-445.
- Chen, G. ve Pham, T. T., 2000. Introduction to Fuzzy Sets, Fuzzy Logic and Fuzzy Control Systems, CRC Press.
- Cheng, A. C., Chen, C. J. ve Chen, C. Y., 2008. A Fuzzy Multiple Criteria Comparison Of Technology Forecasting Methods For Predicting The New Materials Development, Technological Forecasting And Social Change, 75, 1, 131-141.
- Cheng, CH., 1999. Evaluating Weapon Systems Using Ranking Fuzzy Numbers, Fuzzy Sets and Systems, 107, 1, 25-35.

- Chou, C. C., 2007. A Fuzzy MCDM Method For Solving Marine Transshipment Container Port Selection Problems. Applied Mathematics and Computation, 186, 1, 435-444.
- Chowdhury, S., Champagne, P. ve Husain, T., 2007. Fuzzy risk-based decision-making approach for selection of drinking water disinfectants, Journal of water supply research and technology-AQUA, 56, 2, 75-93.
- D.P.T., 2007. Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Plâni (2007-2013), Denizyolu Ulaşımı Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Devlet Planlama Teşkilatı, Yayın No: 2725, Ankara.
- Ding, J. F. ve Liang, G. S., 2005. Using Fuzzy MCDM To Select Partners Of Strategic Alliances For Liner Shipping, Information Sciences, 173, 1, 197-225.
- Dizdaroğlu, B., 1998. Örneklenmiş İşaret için Bulanık mantığa Dayalı Ara Değerlendirme Algoritması, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Durdudiller, M., 2006. Perakende Sektöründe Tedarikçi Performans değerlemesinde AHP ve Bulanık AHP uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ferguson, C., R., ve Kirkpatrick A., T., 2016. Internal Combustion Engines: Applied Thermosciences, Third Edition, John Wiley & Sons.
- Gümüş, T. A. ve Yılmaz, G., 2010. Sea vessel Type Selection Via An Integrated VAHP–ANP Methodology for High-speed Public Transportation in Bosphorus, Expert Systems with Applications, 37, 4182–4189.
- Guneri, A. F., Gul, M. ve Ozgurler, S., 2015. A fuzzy AHP methodology for selection of risk assessment methods in occupational safety, International Journal of Risk Assessment and Management, 18, 3-4, 319-335.
- Hamidi, J. K., Shahriar, K., Rezai, B., Rostami, J. ve Bejari, H., 2010. Risk assessment based selection of rock TBM for adverse geological conditions using Fuzzy-AHP, Bulletin of engineering geology and the environment, 69, 4, 523-532.
- Ighravwe, D. E., Ighravwe, D. E. ve Ayoola Oke, S., 2017. Ranking Maintenance Strategies For Sustainable Maintenance Plan İn Manufacturing Systems Using Fuzzy Axiomatic Design Principle And Fuzzy-TOPSIS, Journal of Manufacturing Technology Management, 28, 7, 961-992.
- ISO 31000, 2002. Geçerli Risk Yönetimi Sözlüğü, ISO/IEC Guide 73.
- İşbilen, Y. L., 2005. Bulanık Regresyon: Türkiye’de 1980-2004 Döneminde Kayıt Dışı Ekonominin Bulanık Yöntemlerle Tahminine İlişkin Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

- Kafalı, M., 2014. Gemi İnşa Sanayinde Bulanık Karar Verme Uygulamaları, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Kahraman, C., Cebeci, U. ve Ruan, D., 2004. Multi-Attribute Comparison of Catering Service Companies Using Fuzzy AHP: The Case of TURKEY, International Journal of Production Economics, 87, 171–184.
- Kandel, A., 1986. Fuzzy Mathematical Techniques with Applications, Addison-Wesley Publishing Company, Boston.
- Kaptanoğlu, D. ve Özok, A. F., 2006. Akademik Performans Değerlendirilmesi İçin Bir Bulanık Model, İTÜ Dergisi/d, 5, 1, 193-204.
- Kawasaki - Man B&W, 2006. Instruction Manual for S50MC-C, Volume II.
- Kazan, R. ve Eğrisöğüt Tiryaki, A., 2007. Bulaşık Makinesinin Bulanık Mantık ile Modellenmesi, Mühendis ve Makine, 48, 565, 3-8.
- Kazemian, H. B., 2002. Fuzzy Logic Applications, Expert Systems, 19, 4, 128-136.
- Kuiken, K., 2008. Diesel Engines I, Netherlands.
- Kwong, C.K. ve Bai, H., 2003. Determining the Importance Weights For the Customer Requirements in QFD Using a Fuzzy AHP With an Extent Analysis Approach, Journal IIE Transactions, 35, 7, 619-626.
- Kyrtatos, N., P., 2017. Encyclopedia of Maritime and Offshore Engineering, Volume 3, John Wiley & Sons.
- Lavasani, S. M., Yang, Z., Finlay, J. ve Wang, J., 2011. Fuzzy risk assessment of oil and gas offshore wells, Process Safety and Environmental Protection, 89, 5, 277-294.
- Lee, A. H., 2009. A fuzzy supplier selection model with the consideration of benefits, opportunities, costs and risks, Expert systems with applications, 36, 2, 2879-2893.
- Menteş, A., 2010. Açık Deniz Yapıları Bağlama Sistemlerinin Dizaynında Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Uygulanması, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Onut, S., Tuzkaya, U. R. ve Torun, E., 2011. Selecting Container Port Via A Fuzzy ANP-Based Approach: A Case Study In The Marmara Region Turkey, Transport Policy, 18, 1, 182-193.
- Özdemir, M., 2010. A Robabilistic Schedule Delay Analysis in Consruction Projects by Using Fuzzy Logic Incorporated with Relative Importance Index (RII) Method, Yüksek Lisans Tezi, O.D.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.



- Özdemir, Ü. ve Güneroğlu A., 2015. Strategic Approach Model For Investigating The Cause of Maritime Accidents, Scientific Journal on Traffic and Transportation Research, 27, 2 ,113-123.
- Özdemir, Ü., 2015. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Kullanılarak Gemiler İçin Uygun Yük Seçiminin Analizi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Özkan, E., 2011. Bulanık Mantık Yaklaşımıyla Kaynak/Rezerv Sınıflandırması, Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Özkan, M. M., 2003. Bulanık Hedef Programlama, Ekin Kitabevi, Bursa.
- Özsoysal, O., A., 2008. Gemi Dizel Motorları Arızalar ve Nedenleri, 1. Basım, İstanbul Teknik Üniversitesi Dizi No:4, Ankara.
- Radivojević, G. ve Gajović, V., 2014. Supply chain risk modeling by AHP and Fuzzy AHP methods, Journal of Risk Research, 17(3), 337-352.
- Saaty, T.L., 1977. Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structure, Journal of Mathematical Psychology, 15, 3, 234-281.
- Şen Z., 2004. Mühendislikte Bulanık (Fuzzy) Mantık ile Modelleme Prensipleri, 2. Baskı, Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Şen, Z., 2009. Bulanık Mantık İlke ve Temelleri, Geliştirilmiş 3. Baskı, Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Song, Z., Zhu, H., Jia, G. ve He, C., 2014. Comprehensive evaluation on self-ignition risks of coal stockpiles using fuzzy AHP approaches, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 32, 78-94.
- Tesfamariam, S. ve Sadiq, R., 2006. Risk-based environmental decision-making using fuzzy analytic hierarchy process (F-AHP), Stochastic Environmental Research and Risk Assessment, 21, 1, 35-50.
- Türkşen, B., 1985. Bulanık Kümeler Kuramı ve Uygulamaları, Yöneylem Araştırma Dergisi, 4, 1, 1-15.
- Ural, Ş., Özer, M., Koç, A., Şen, A. ve Hacıbekiroğlu, G., 2004. "Puslu (Fuzzy) Mantık", Mantık, Matematik ve Felsefe, I. Ulusal Sempozyumu, 26-28 Eylül 2003, Assos Çanakkale, T.C. İstanbul Kültür Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 43-60.
- URL-1, <http://marine.man.eu/two-stroke/2-stroke-engines/g-type>, İki Zamanlı Dizel Motorlar, 13 Haziran 2017.

- URL-2, <http://marengine.com/2stroke>, Silindir Kapağı, 15 Haziran 2017.
- URL-3, [http://spicemarine.com/Main\\_Engine\\_Spares.php#prettyPhoto](http://spicemarine.com/Main_Engine_Spares.php#prettyPhoto) , Silindir Gömleği, 1 Temmuz 2017.
- URL-4, <http://marineengineeringonline.com/chain-drive-marine-slow-speed-dieselengines/> Zincir Tahrik Sistemi, 7 Temmuz 2017.
- URL-5, [http://www.marinediesels.info/2\\_stroke\\_engine\\_parts/air\\_start\\_valve.htm](http://www.marinediesels.info/2_stroke_engine_parts/air_start_valve.htm), Başlangıç Hava Valfi, 7 Temmuz 2017.
- URL-6, [http://www.marinediesels.info/2\\_stroke\\_engine\\_parts/exhaust\\_valve.htm](http://www.marinediesels.info/2_stroke_engine_parts/exhaust_valve.htm), Egzoz Valfi, 14 Temmuz 2017.
- URL-7, [http://www.marinediesels.info/2\\_stroke\\_engine\\_parts/fuel\\_pump.htm](http://www.marinediesels.info/2_stroke_engine_parts/fuel_pump.htm), Yakıt Pompası, 19 Temmuz 2017.
- URL-8, [http://www.marinediesels.info/2\\_stroke\\_engine\\_parts/turbo\\_charger.htm](http://www.marinediesels.info/2_stroke_engine_parts/turbo_charger.htm), Turboşarjer Çalışma İlkesi, 21 Temmuz 2017.
- Van Laarhoven, P. J. M. ve Pedrycz W., 1983. A Fuzzy Extension of Saaty's Priority Theory, Fuzzy Sets and Systems, 11, 199-227.
- Woodyard, D., 2009. Pounder's Marine Diesel Engines and Gas Turbines, Butterworth-Heinemann.
- Yao, J.S. ve Chiang, J., 2003. Inventory Without Backorder with Fuzzy Total Cost And Fuzzy Storing Cost Defuzzified By Centroid and Signed Distance, European Journal of Operational Research, 148, 2, 401-409
- Yong, D., 2006. Plant Location Selection Based On Fuzzy TOPSIS, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 28, 7-8, 839-844.
- Yüksel, Y., 2012. Görüntülerdeki Sayısal Dürtü Gürültüsünün Tip-2 Bulanık Mantık Teknikleriyle İyileştirilmesi, Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Yüzgeç, U., 1999. Bulanık Mantık ile Yangın Algılama, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Zadeh, L. A. ve Kacprzyk, J., 1992. Fuzzy logic for the management of uncertainty., John Wiley & Sons.
- Zadeh, L. A., 1965. Fuzzy sets, Information and Control, 8, 3, 338-353.

Zhang-Lin, G., Jing, T. ve Hui-Qiang, S., 2007. On the Understanding of Risk Concept Advances in Studies on Risk Analysis and Crisis Response, 1st International Conference, Shanghai/China, 329-333.

Zhu, K. J., Jing, Y. ve Chang, D.Y., 1999. A Discussion of Extent Analysis Method and Applications of Fuzzy AHP, European Journal of Operational Research, 116 , 450–456.

Zimmerman, R. ve Bier, V.M., 2002. Risk Assessment of Extreme Events, Risk Management Strategies in an Uncertain World, New York.



## 7. EKLER

Uzmanlara uygulanan anketin çok fazla yer kaplaması sebebi ile seçim yapılması istenen örnek bölüm Ek Şekil 7.1’de gösterilmiştir. Seçim yapılmasının akabinde aldığı görünüm Ek Şekil 7.2’de gösterilmektedir. Ayrıca ikili karşılaştırmalardan birinin Excel Makro kodları aşağıda verilmiştir.

```
“Private Sub KA3buton1_Click()
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("Q34").Value = "1"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("R34").Value = "3"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("S34").Value = "5"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("N35").Value = "1/5"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("O35").Value = "1/3"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("P35").Value = "1"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("A3").Value = "1. BİRAZ RİSKLİ!"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("A3").Interior.ColorIndex = 15
```

```
End Sub
```

```
Private Sub KA3buton2_Click()
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("Q34").Value = "3"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("R34").Value = "5"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("S34").Value = "7"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("N35").Value = "1/7"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("O35").Value = "1/5"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("P35").Value = "1/3"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("A3").Value = "1. OLDUKÇA RİSKLİ!"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("A3").Interior.ColorIndex = 15
```

```
End Sub
```

```
Private Sub KA3buton3_Click()
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("Q34").Value = "5"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("R34").Value = "7"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("S34").Value = "9"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("N35").Value = "1/9"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("O35").Value = "1/7"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("P35").Value = "1/5"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("A3").Value = "1. ÇOK RİSKLİ!"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("A3").Interior.ColorIndex = 15
```

```
End Sub
```

```
Private Sub KA3buton4_Click()
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("Q34").Value = "7"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("R34").Value = "9"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("S34").Value = "9"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("N35").Value = "1/9"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("O35").Value = "1/9"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("P35").Value = "1/7"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("A3").Value = "1. KESİN RİSKLİ!"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("A3").Interior.ColorIndex = 15
```

```
End Sub
```

```
Private Sub KA3buton5_Click()
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("Q34").Value = "1"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("R34").Value = "1"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("S34").Value = "1"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("N35").Value = "1"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("O35").Value = "1"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("P35").Value = "1"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("A3").Value = "1. 2. EŞİT RİSKLİ!"  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("A3").Interior.ColorIndex = 15  
End Sub
```

```
Private Sub KA3buton6_Click()  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("Q34").Value = "1/5"  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("R34").Value = "1/3"  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("S34").Value = "1"  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("N35").Value = "1"  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("O35").Value = "3"  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("P35").Value = "5"  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("A3").Value = "2. BİRAZ RİSKLİ!"  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("A3").Interior.ColorIndex = 15  
End Sub
```

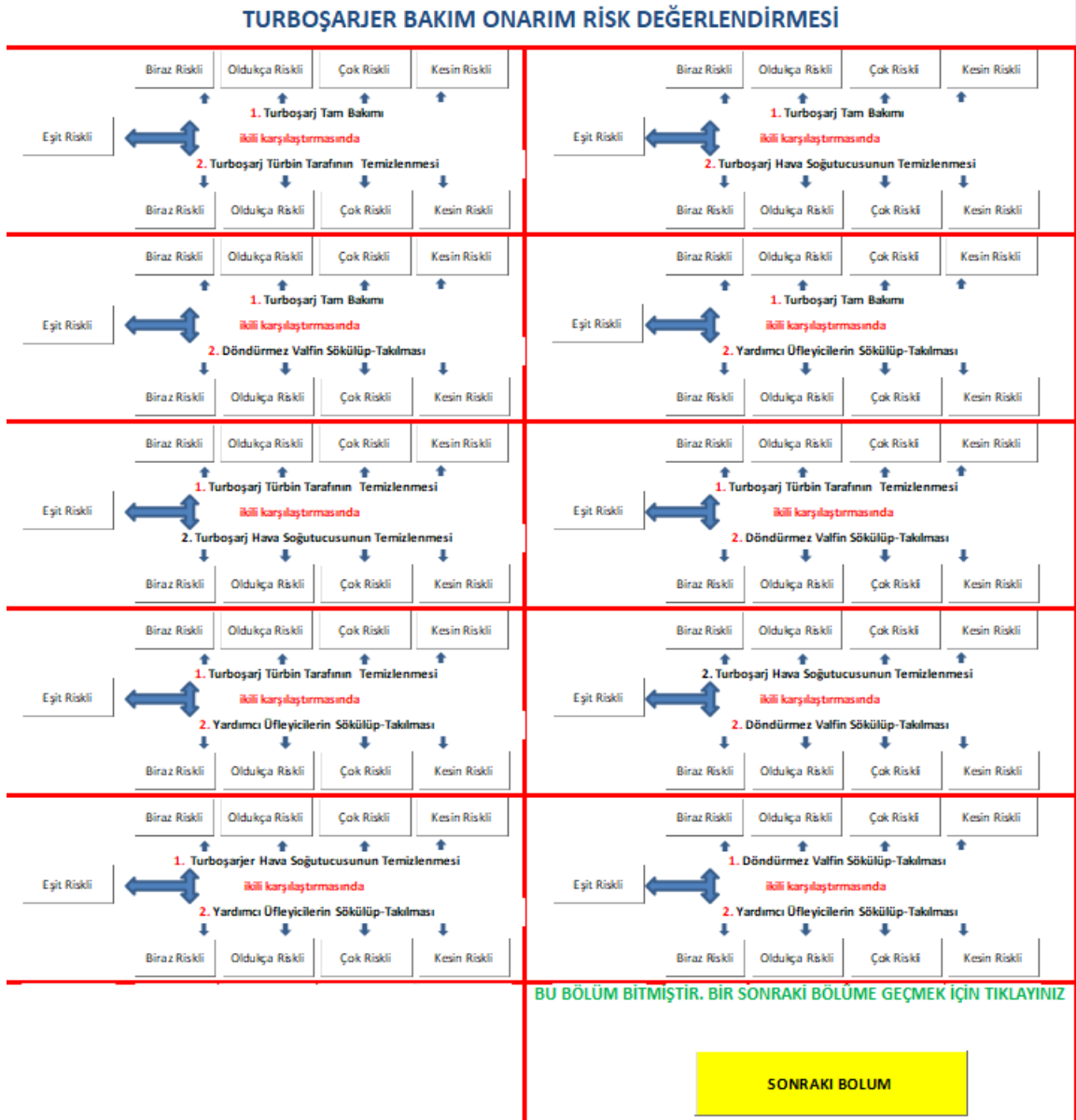
```
Private Sub KA3buton7_Click()  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("Q34").Value = "1/7"  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("R34").Value = "1/5"  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("S34").Value = "1/3"  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("N35").Value = "3"  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("O35").Value = "5"  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("P35").Value = "7"  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("A3").Value = "2. OLDUKÇA RİSKLİ!"  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("A3").Interior.ColorIndex = 15  
End Sub
```

```
Private Sub KA3buton8_Click()  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("Q34").Value = "1/9"  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("R34").Value = "1/7"
```

```
Worksheets("TURBOSARJER").Range("S34").Value = "1/5"  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("N35").Value = "5"  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("O35").Value = "7"  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("P35").Value = "9"  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("A3").Value = "2. ÇOK RİSKLİ!"  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("A3").Interior.ColorIndex = 15  
End Sub
```

```
Private Sub KA3buton9_Click()  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("Q34").Value = "1/9"  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("R34").Value = "1/9"  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("S34").Value = "1/7"  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("N35").Value = "7"  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("O35").Value = "9"  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("P35").Value = "9"  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("A3").Value = "2. KESİN RİSKLİ!"  
Worksheets("TURBOSARJER").Range("A3").Interior.ColorIndex = 15  
End Sub
```

UYARI: Excel Makro kodu uyarısı verirse "etkinleştir" tuşuna basmanız yeterli olacaktır.



Ek Şekil 7.1. Örnek anket bölümü



**UYARI:** Excel Makro kodu uyarısı verirse "etkinleştir" tuşuna basmanız yeterli olacaktır.

### TURBOŞARJER BAKIM ONARIM RİSK DEĞERLENDİRMESİ

<p style="text-align: center;">Biraz Riskli    Oldukça Riskli    Çok Riskli    Kesin Riskli</p> <p style="text-align: center;">Eğit Riskli ← <b>1. Turboşarj Tam Bakımı</b> → İkili karşılaştırmasında</p> <p style="text-align: center;">← <b>2. Turboşarj Türbin Tarafının Temizlenmesi</b> →</p> <p style="text-align: center;"><b>1. ÇOK RİSKLİ!</b></p>	<p style="text-align: center;">Biraz Riskli    Oldukça Riskli    Çok Riskli    Kesin Riskli</p> <p style="text-align: center;">Eğit Riskli ← <b>1. Turboşarj Tam Bakımı</b> → İkili karşılaştırmasında</p> <p style="text-align: center;">← <b>2. Turboşarj Hava Soğutucusunun Temizlenmesi</b> →</p> <p style="text-align: center;"><b>1. OLDUKÇA RİSKLİ!</b></p>
<p style="text-align: center;">Biraz Riskli    Oldukça Riskli    Çok Riskli    Kesin Riskli</p> <p style="text-align: center;">Eğit Riskli ← <b>1. Turboşarj Tam Bakımı</b> → İkili karşılaştırmasında</p> <p style="text-align: center;">← <b>2. Döndürme Valfin Sökülüp-Takılması</b> →</p> <p style="text-align: center;"><b>1. ÇOK RİSKLİ!</b></p>	<p style="text-align: center;">Biraz Riskli    Oldukça Riskli    Çok Riskli    Kesin Riskli</p> <p style="text-align: center;">Eğit Riskli ← <b>1. Turboşarj Tam Bakımı</b> → İkili karşılaştırmasında</p> <p style="text-align: center;">← <b>2. Yardımcı Üfleyicilerin Sökülüp-Takılması</b> →</p> <p style="text-align: center;"><b>1. OLDUKÇA RİSKLİ!</b></p>
<p style="text-align: center;">Biraz Riskli    Oldukça Riskli    Çok Riskli    Kesin Riskli</p> <p style="text-align: center;">Eğit Riskli ← <b>1. Turboşarj Türbin Tarafının Temizlenmesi</b> → İkili karşılaştırmasında</p> <p style="text-align: center;">← <b>2. Turboşarj Hava Soğutucusunun Temizlenmesi</b> →</p> <p style="text-align: center;"><b>2. OLDUKÇA RİSKLİ!</b></p>	<p style="text-align: center;">Biraz Riskli    Oldukça Riskli    Çok Riskli    Kesin Riskli</p> <p style="text-align: center;">Eğit Riskli ← <b>1. Turboşarj Türbin Tarafının Temizlenmesi</b> → İkili karşılaştırmasında</p> <p style="text-align: center;">← <b>2. Döndürme Valfin Sökülüp-Takılması</b> →</p> <p style="text-align: center;"><b>2. BİRAZ RİSKLİ!</b></p>
<p style="text-align: center;">Biraz Riskli    Oldukça Riskli    Çok Riskli    Kesin Riskli</p> <p style="text-align: center;">Eğit Riskli ← <b>1. Turboşarj Türbin Tarafının Temizlenmesi</b> → İkili karşılaştırmasında</p> <p style="text-align: center;">← <b>2. Yardımcı Üfleyicilerin Sökülüp-Takılması</b> →</p> <p style="text-align: center;"><b>2. OLDUKÇA RİSKLİ!</b></p>	<p style="text-align: center;">Biraz Riskli    Oldukça Riskli    Çok Riskli    Kesin Riskli</p> <p style="text-align: center;">Eğit Riskli ← <b>2. Turboşarj Hava Soğutucusunun Temizlenmesi</b> → İkili karşılaştırmasında</p> <p style="text-align: center;">← <b>2. Döndürme Valfin Sökülüp-Takılması</b> →</p> <p style="text-align: center;"><b>1. BİRAZ RİSKLİ!</b></p>
<p style="text-align: center;">Biraz Riskli    Oldukça Riskli    Çok Riskli    Kesin Riskli</p> <p style="text-align: center;">Eğit Riskli ← <b>1. Turboşarj Hava Soğutucusunun Temizlenmesi</b> → İkili karşılaştırmasında</p> <p style="text-align: center;">← <b>2. Yardımcı Üfleyicilerin Sökülüp-Takılması</b> →</p> <p style="text-align: center;"><b>2. BİRAZ RİSKLİ!</b></p>	<p style="text-align: center;">Biraz Riskli    Oldukça Riskli    Çok Riskli    Kesin Riskli</p> <p style="text-align: center;">Eğit Riskli ← <b>1. Döndürme Valfin Sökülüp-Takılması</b> → İkili karşılaştırmasında</p> <p style="text-align: center;">← <b>2. Yardımcı Üfleyicilerin Sökülüp-Takılması</b> →</p> <p style="text-align: center;"><b>2. OLDUKÇA RİSKLİ!</b></p>
<p><b>BU BÖLÜM BİTMIŞTİR. BİR SONRAKI BÖLÜME GEÇMEK İÇİN TIKLAYINIZ</b></p>	
<p><b>SONRAKI BÖLÜM</b></p>	

Ek Şekil 7.2. Seçim sonrası örnek anket bölümü

Silindir kapağında yapılan bakım-onarım çalışmalarının uzmanlardan elde edilen anket sonuçları Ek Tablo 7.1., Ek Tablo 7.2., Ek Tablo 7.3., Ek Tablo 7.4. ve Ek Tablo 7.5'te verilmiştir.

Ek Tablo 7.1. Uzman 1 silindir kapağı anket sonuçları

UZMAN 1-S	S1	S2	S3	S4	S5	S6
S1	-----	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli
S2	Sütun Oldukça Riskli	-----	Satır Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli
S3	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----	Sütun Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit	Sütun Oldukça Riskli
S4	Sütun Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	-----	Satır Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli
S5	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit	Sütun Biraz Riskli	-----	Sütun Oldukça Riskli
S6	Sütun Biraz Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	-----

Ek Tablo 7.2. Uzman 2 silindir kapağı anket sonuçları

UZMAN 2-S	S1	S2	S3	S4	S5	S6
S1	-----	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Çok Riskli	Sütun Çok Riskli
S2	Sütun Çok Riskli	-----	Satır Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Sütun Çok Riskli
S3	Sütun Çok Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----	Sütun Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	Sütun Çok Riskli
S4	Sütun Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	-----	Satır Çok Riskli	Sütun Çok Riskli
S5	Sütun Çok Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Çok Riskli	-----	Sütun Kesin Riskli
S6	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Kesin Riskli	-----

Ek Tablo 7.3. Uzman 3 silindir kapağı anket sonuçları

UZMAN 3-S	S1	S2	S3	S4	S5	S6
S1	-----	Sütun Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır-Sütun Eşit
S2	Satır Oldukça Riskli	-----	Satır Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli
S3	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	-----	Sütun Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli
S4	Sütun Çok Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır Oldukça Riskli	-----	Satır Oldukça Riskli	Sütun Kesin Riskli
S5	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli	-----	Sütun Oldukça Riskli
S6	Satır-Sütun Eşit	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Kesin Riskli	Satır Oldukça Riskli	-----

Ek Tablo 7.4. Uzman 4 silindir kapağı anket sonuçları

UZMAN 4-S	S1	S2	S3	S4	S5	S6
S1	-----	Satır Oldukça Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Kesin Riskli	Sütun Oldukça Riskli
S2	Sütun Oldukça Riskli	-----	Satır Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit	Satır Oldukça Riskli	Sütun Çok Riskli
S3	Sütun Çok Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----	Sütun Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	Sütun Çok Riskli
S4	Sütun Oldukça Riskli	Satır-Sütun Eşit	Satır Oldukça Riskli	-----	Satır Oldukça Riskli	Sütun Çok Riskli
S5	Sütun Kesin Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli	-----	Sütun Kesin Riskli
S6	Satır Oldukça Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Kesin Riskli	-----

Ek Tablo 7.5. Uzman 5 silindir kapağı anket sonuçları

UZMAN 5-S	S1	S2	S3	S4	S5	S6
S1	-----	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Çok Riskli	Satır-Sütun Eşit
S2	Sütun Oldukça Riskli	-----	Satır Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Sütun Çok Riskli
S3	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	-----	Sütun Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli
S4	Sütun Biraz Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	-----	Satır Çok Riskli	Sütun Oldukça Riskli
S5	Sütun Çok Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Çok Riskli	-----	Sütun Çok Riskli
S6	Satır-Sütun Eşit	Satır Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Çok Riskli	-----

Piston kolu ve salmastra kutusunda yapılan bakım-onarım çalışmalarının uzmanlardan elde edilen anket sonuçları Ek Tablo 7.6., Ek Tablo 7.7., Ek Tablo 7.8., Ek Tablo 7.9. ve Ek Tablo 7.10'da verilmiştir.

Ek Tablo 7.6. Uzman 1 piston kolu ve salmastra kutusu anket sonuçları

UZMAN 1-P	P1	P2	P3	P4
P1	-----	Satır Biraz Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli
P2	Sütun Biraz Riskli	-----	Satır Biraz Riskli	Satır Oldukça Riskli
P3	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----	Sütun Biraz Riskli
P4	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	-----

Ek Tablo 7.7. Uzman 2 piston kolu ve salmastra kutusu anket sonuçları

UZMAN 2-P	P1	P2	P3	P4
P1	-----	Sütun Kesin Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Çok Riskli
P2	Satır Kesin Riskli	-----	Satır Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli
P3	Satır Çok Riskli	Sütun Oldukça Riskli	-----	Sütun Oldukça Riskli
P4	Satır Çok Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Oldukça Riskli	-----

Ek Tablo 7.8. Uzman 3 piston kolu ve salmastra kutusu anket sonuçları

UZMAN 3-P	P1	P2	P3	P4
P1	-----	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Satır-Sütun Eşit
P2	Satır Oldukça Riskli	-----	Sütun Kesin Riskli	Sütun Oldukça Riskli
P3	Satır Oldukça Riskli	Satır Kesin Riskli	-----	Satır Oldukça Riskli
P4	Satır-Sütun Eşit	Satır Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	-----

Ek Tablo 7.9. Uzman 4 piston kolu ve salmastra kutusu anket sonuçları

UZMAN 4-P	P1	P2	P3	P4
P1	-----	Sütun Kesin Riskli	Sütun Kesin Riskli	Sütun Çok Riskli
P2	Satır Kesin Riskli	-----	Satır-Sütun Eşit	Satır-Sütun Eşit
P3	Satır Kesin Riskli	Satır-Sütun Eşit	-----	Satır-Sütun Eşit
P4	Satır Çok Riskli	Satır-Sütun Eşit	Satır-Sütun Eşit	-----

Ek Tablo 7.10. Uzman 5 piston kolu ve salmastra kutusu anket sonuçları

UZMAN 5-P	P1	P2	P3	P4
P1	-----	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli
P2	Satır Oldukça Riskli	-----	Satır Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli
P3	Satır Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----	Sütun Biraz Riskli
P4	Satır Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	-----

Silindir gömleği ve silindir yağlama sistemi bakım-onarım çalışmalarının anket sonuçları Ek Tablo 7.11., Ek Tablo 7.12., Ek Tablo 7.13., Ek Tablo 7.14. ve Ek Tablo 7.15’de verilmiştir.

Ek Tablo 7.11. Uzman 1 silindir gömleği ve silindir yağlama sistemi anket sonuçları

UZMAN 1-G	G1	G2	G3	G4
<b>G1</b>	-----	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli
<b>G2</b>	Satır Oldukça Riskli	-----	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli
<b>G3</b>	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	-----	Satır Biraz Riskli
<b>G4</b>	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----

Ek Tablo 7.12. Uzman 2 silindir gömleği ve silindir yağlama sistemi anket sonuçları

UZMAN 2-G	G1	G2	G3	G4
<b>G1</b>	-----	Sütun Çok Riskli	Satır-Sütun Eşit	Satır Oldukça Riskli
<b>G2</b>	Satır Çok Riskli	-----	Satır Çok Riskli	Satır Kesin Riskli
<b>G3</b>	Satır-Sütun Eşit	Sütun Çok Riskli	-----	Satır Çok Riskli
<b>G4</b>	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Kesin Riskli	Sütun Çok Riskli	-----

Ek Tablo 7.13. Uzman 3 silindir gömleği ve silindir yağlama sistemi anket sonuçları

UZMAN 3-G	G1	G2	G3	G4
<b>G1</b>	-----	Sütun Kesin Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli
<b>G2</b>	Satır Kesin Riskli	-----	Satır Çok Riskli	Satır Kesin Riskli
<b>G3</b>	Satır Biraz Riskli	Sütun Çok Riskli	-----	Satır Kesin Riskli
<b>G4</b>	Sütun Biraz Riskli	Sütun Kesin Riskli	Sütun Kesin Riskli	-----

Ek Tablo 7.14. Uzman 4 silindir gömleği ve silindir yağlama sistemi anket sonuçları

UZMAN 4-G	G1	G2	G3	G4
<b>G1</b>	-----	Sütun Çok Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit
<b>G2</b>	Satır Çok Riskli	-----	Satır Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli
<b>G3</b>	Satır Biraz Riskli	Sütun Çok Riskli	-----	Satır Biraz Riskli
<b>G4</b>	Satır-Sütun Eşit	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----



Ek Tablo 7.15. Uzman 5 silindir gömleği ve silindir yağlama sistemi anket sonuçları

UZMAN 5-G	G1	G2	G3	G4
G1	-----	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli
G2	Satır Oldukça Riskli	-----	Satır Oldukça Riskli	Satır Çok Riskli
G3	Satır Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli	-----	Satır Biraz Riskli
G4	Sütun Biraz Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----

Çapraz kafa ve biyel kolu bakım-onarım çalışmalarının anket sonuçları Ek Tablo 7.16., Ek Tablo 7.17., Ek Tablo 7.18., Ek Tablo 7.19. ve Ek Tablo 7.20’de verilmiştir.

Ek Tablo 7.16. Uzman 1 çapraz kafa ve biyel kolu anket sonuçları

UZMAN 1-Ç	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4
Ç1	-----	Satır Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli
Ç2	Sütun Biraz Riskli	-----	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli
Ç3	Satır Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----	Sütun Biraz Riskli
Ç4	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	-----

Ek Tablo 7.17. Uzman 2 çapraz kafa ve biyel kolu anket sonuçları

UZMAN 2-Ç	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4
Ç1	-----	Sütun Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli
Ç2	Satır Çok Riskli	-----	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli
Ç3	Sütun Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	-----	Satır-Sütun Eşit
Ç4	Sütun Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit	-----

Ek Tablo 7.18. Uzman 3 çapraz kafa ve biyel kolu anket sonuçları

UZMAN 3-Ç	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4
Ç1	-----	Satır Kesin Riskli	Sütun Kesin Riskli	Satır Oldukça Riskli
Ç2	Sütun Kesin Riskli	-----	Satır-Sütun Eşit	Satır-Sütun Eşit
Ç3	Satır Kesin Riskli	Satır-Sütun Eşit	-----	Satır Çok Riskli
Ç4	Sütun Oldukça Riskli	Satır-Sütun Eşit	Sütun Çok Riskli	-----

Ek Tablo 7.19. Uzman 4 çapraz kafa ve biyel kolu anket sonuçları

UZMAN 4-Ç	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4
Ç1	-----	Satır-Sütun Eşit	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli
Ç2	Satır-Sütun Eşit	-----	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli
Ç3	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	-----	Satır-Sütun Eşit
Ç4	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır-Sütun Eşit	-----

Ek Tablo 7.20. Uzman 5 çapraz kafa ve biyel kolu anket sonuçları

UZMAN 5-Ç	Ç1	Ç2	Ç3	Ç4
Ç1	-----	Satır Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli
Ç2	Sütun Oldukça Riskli	-----	Sütun Biraz Riskli	Sütun Çok Riskli
Ç3	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	-----	Satır Biraz Riskli
Ç4	Satır Biraz Riskli	Satır Çok Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----

Krank mili ve itme yatağı bakım-onarım çalışmalarının anket sonuçları Ek Tablo 7.21., Ek Tablo 7.22., Ek Tablo 7.23., Ek Tablo 7.24. ve Ek Tablo 7.25'de verilmiştir.

Ek Tablo 7.21. Uzman 1 krank mili ve itme yatağı anket sonuçları

UZMAN 1-K	K1	K2	K3	K4	K5
<b>K1</b>	-----	Sütun Biraz Riskli	Sütun Çok Riskli	Satır-Sütun Eşit	Sütun Oldukça Riskli
<b>K2</b>	Satır Biraz Riskli	-----	Sütun Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli
<b>K3</b>	Satır Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli	-----	Satır Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli
<b>K4</b>	Satır-Sütun Eşit	Sütun Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli	-----	Sütun Oldukça Riskli
<b>K5</b>	Satır Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır Oldukça Riskli	-----

Ek Tablo 7.22. Uzman 2 krank mili ve itme yatağı anket sonuçları

UZMAN 2-K	K1	K2	K3	K4	K5
<b>K1</b>	-----	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Çok Riskli
<b>K2</b>	Satır Oldukça Riskli	-----	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli
<b>K3</b>	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	-----	Satır Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli
<b>K4</b>	Satır Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----	Sütun Çok Riskli
<b>K5</b>	Satır Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Çok Riskli	-----

Ek Tablo 7.23. Uzman 3 krank mili ve itme yatağı anket sonuçları

UZMAN 3-K	K1	K2	K3	K4	K5
<b>K1</b>	-----	Sütun Kesin Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Kesin Riskli	Sütun Oldukça Riskli
<b>K2</b>	Satır Oldukça Riskli	-----	Sütun Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli
<b>K3</b>	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	-----	Satır Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli
<b>K4</b>	Satır Kesin Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Oldukça Riskli	-----	Sütun Kesin Riskli
<b>K5</b>	Satır Oldukça Riskli	Sütun Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Kesin Riskli	-----

Ek Tablo 7.24. Uzman 4 krank mili ve itme yatağı anket sonuçları

UZMAN 4-K	K1	K2	K3	K4	K5
<b>K1</b>	-----	Satır-Sütun Eşit	Satır-Sütun Eşit	Satır Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli
<b>K2</b>	Satır-Sütun Eşit	-----	Satır-Sütun Eşit	Satır Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli
<b>K3</b>	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	-----	Satır Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli
<b>K4</b>	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----	Sütun Biraz Riskli
<b>K5</b>	Satır Çok Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	-----

Ek Tablo 7.25. Uzman 5 krank mili ve itme yatağı anket sonuçları

UZMAN 5-K	K1	K2	K3	K4	K5
<b>K1</b>	-----	Sütun Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Çok Riskli
<b>K2</b>	Satır Biraz Riskli	-----	Sütun Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli
<b>K3</b>	Satır Çok Riskli	Satır Biraz Riskli	-----	Satır Oldukça Riskli	Satır-Sütun Eşit
<b>K4</b>	Satır Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----	Sütun Çok Riskli
<b>K5</b>	Satır Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Çok Riskli	-----

Zincir tahrik sistemi bakım-onarım çalışmalarının anket sonuçları Ek Tablo 7.26., Ek Tablo 7.27., Ek Tablo 7.28., Ek Tablo 7.29. ve Ek Tablo 7.30’da verilmiştir.

Ek Tablo 7.26. Uzman 1 zincir tahrik sistemi anket sonuçları

UZMAN 1-Z	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
<b>Z1</b>	-----	Sütun Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit
<b>Z2</b>	Satır Biraz Riskli	-----	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli
<b>Z3</b>	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----	Satır-Sütun Eşit	Sütun Biraz Riskli
<b>Z4</b>	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit	-----	Sütun Biraz Riskli
<b>Z5</b>	Satır-Sütun Eşit	Sütun Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	-----

Ek Tablo 7.27. Uzman 2 zincir tahrik sistemi anket sonuçları

UZMAN 2-Z	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
Z1	-----	Sütun Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır-Sütun Eşit	Sütun Çok Riskli
Z2	Satır Oldukça Riskli	-----	Satır Kesin Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli
Z3	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Kesin Riskli	-----	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli
Z4	Satır-Sütun Eşit	Sütun Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	-----	Satır-Sütun Eşit
Z5	Satır Çok Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır-Sütun Eşit	-----

Ek Tablo 7.28. Uzman 3 zincir tahrik sistemi anket sonuçları

UZMAN 3-Z	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
Z1	-----	Sütun Kesin Riskli	Satır-Sütun Eşit	Satır-Sütun Eşit	Sütun Çok Riskli
Z2	Satır Kesin Riskli	-----	Satır Çok Riskli	Satır Kesin Riskli	Satır Kesin Riskli
Z3	Satır-Sütun Eşit	Sütun Çok Riskli	-----	Satır Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli
Z4	Satır-Sütun Eşit	Sütun Kesin Riskli	Sütun Oldukça Riskli	-----	Sütun Oldukça Riskli
Z5	Satır Çok Riskli	Sütun Kesin Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	-----

Ek Tablo 7.29. Uzman 4 zincir tahrik sistemi anket sonuçları

UZMAN 4-Z	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
Z1	-----	Sütun Çok Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit
Z2	Satır Çok Riskli	-----	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli
Z3	Sütun Biraz Riskli	Sütun Çok Riskli	-----	Satır Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli
Z4	Sütun Biraz Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----	Sütun Oldukça Riskli
Z5	Satır-Sütun Eşit	Sütun Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	-----

Ek Tablo 7.30. Uzman 5 zincir tahrik sistemi anket sonuçları

UZMAN 5-Z	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
Z1	-----	Sütun Çok Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli
Z2	Satır Çok Riskli	-----	Satır Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli
Z3	Satır Biraz Riskli	Sütun Çok Riskli	-----	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli
Z4	Satır Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	-----	Satır-Sütun Eşit
Z5	Satır Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit	-----

Başlangıç havası sistemi bakım-onarım çalışmalarının anket sonuçları Ek Tablo 7.31., Ek Tablo 7.32., Ek Tablo 7.33., Ek Tablo 7.34. ve Ek Tablo 7.35’de verilmiştir.



Ek Tablo 7.31. Uzman 1 başlangıç havası sistemi anket sonuçları

UZMAN 1-B	B1	B2	B3
B1	-----	Satır-Sütun Eşit	Satır Biraz Riskli
B2	Satır-Sütun Eşit	-----	Satır Biraz Riskli
B3	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----

Ek Tablo 7.32. Uzman 2 başlangıç havası sistemi anket sonuçları

UZMAN 2-B	B1	B2	B3
B1	-----	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli
B2	Sütun Oldukça Riskli	-----	Satır Çok Riskli
B3	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Çok Riskli	-----

Ek Tablo 7.33. Uzman 3 başlangıç havası sistemi anket sonuçları

UZMAN 3-B	B1	B2	B3
B1	-----	Sütun Kesin Riskli	Satır Kesin Riskli
B2	Satır Kesin Riskli	-----	Satır Çok Riskli
B3	Sütun Kesin Riskli	Sütun Çok Riskli	-----

Ek Tablo 7.34. Uzman 4 başlangıç havası sistemi anket sonuçları

UZMAN 4-B	B1	B2	B3
B1	-----	Satır Biraz Riskli	Satır Oldukça Riskli
B2	Sütun Biraz Riskli	-----	Satır Biraz Riskli
B3	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----

Ek Tablo 7.35. Uzman 5 başlangıç havası sistemi anket sonuçları

UZMAN 5-B	B1	B2	B3
B1	-----	Satır Biraz Riskli	Satır Çok Riskli
B2	Sütun Biraz Riskli	-----	Satır Oldukça Riskli
B3	Sütun Çok Riskli	Sütun Oldukça Riskli	-----

Egzoz valfi bakım-onarım çalışmalarının anket sonuçları Ek Tablo 7.36., Ek Tablo 7.37., Ek Tablo 7.38., Ek Tablo 7.39. ve Ek Tablo 7.40'da verilmiştir.

Ek Tablo 7.36. Uzman 1 egzoz valfi anket sonuçları

UZMAN 1-E	E1	E2	E3	E4	E5
E1	-----	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli
E2	Satır Biraz Riskli	-----	Satır-Sütun Eşit	Satır Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli
E3	Satır Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit	-----	Satır Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli
E4	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----	Sütun Biraz Riskli
E5	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	-----

Ek Tablo 7.37. Uzman 2 egzoz valfi anket sonuçları

UZMAN 2-E	E1	E2	E3	E4	E5
E1	-----	Sütun Çok Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Çok Riskli
E2	Satır Çok Riskli	-----	Satır Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Çok Riskli
E3	Satır Çok Riskli	Sütun Çok Riskli	-----	Satır Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli
E4	Satır Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	-----	Sütun Oldukça Riskli
E5	Satır Çok Riskli	Sütun Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	-----

Ek Tablo 7.38. Uzman 3 egzoz valfi anket sonuçları

UZMAN 3-E	E1	E2	E3	E4	E5
E1	-----	Sütun Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli
E2	Satır Çok Riskli	-----	Satır Kesin Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Kesin Riskli
E3	Sütun Çok Riskli	Sütun Kesin Riskli	-----	Satır Oldukça Riskli	Satır Kesin Riskli
E4	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	-----	Sütun Oldukça Riskli
E5	Satır Oldukça Riskli	Sütun Kesin Riskli	Sütun Kesin Riskli	Satır Oldukça Riskli	-----

Ek Tablo 7.39. Uzman 4 egzoz valfi anket sonuçları

UZMAN 4-E	E1	E2	E3	E4	E5
E1	-----	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli
E2	Sütun Biraz Riskli	-----	Satır Biraz Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli
E3	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli
E4	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	-----	Satır-Sütun Eşit
E5	Sütun Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Satır-Sütun Eşit	-----

Ek Tablo 7.40. Uzman 5 egzoz valfi anket sonuçları

UZMAN 5-E	E1	E2	E3	E4	E5
E1	-----	Sütun Çok Riskli	Satır Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli
E2	Satır Çok Riskli	-----	Satır Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Çok Riskli
E3	Sütun Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli	-----	Sütun Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli
E4	Satır Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	-----	Satır Biraz Riskli
E5	Satır Biraz Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----

Yakıt sistemi bakım-onarım çalışmalarının anket sonuçları Ek Tablo 7.41., Ek Tablo 7.42., Ek Tablo 7.43., Ek Tablo 7.44. ve Ek Tablo 7.45’de verilmiştir.

Ek Tablo 7.41. Uzman 1 yakıt sistemi anket sonuçları

UZMAN 1-Y	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
Y1	-----	Sütun Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli
Y2	Satır Biraz Riskli	-----	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli
Y3	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----	Satır-Sütun Eşit	Satır-Sütun Eşit
Y4	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit	-----	Sütun Biraz Riskli
Y5	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit	Satır Biraz Riskli	-----

Ek Tablo 7.42. Uzman 2 yakıt sistemi anket sonuçları

UZMAN 2-Y	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
Y1	-----	Sütun Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli
Y2	Satır Biraz Riskli	-----	Satır Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli
Y3	Satır Oldukça Riskli	Sütun Çok Riskli	-----	Satır Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli
Y4	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	-----	Sütun Biraz Riskli
Y5	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	-----

Ek Tablo 7.43. Uzman 3 yakıt sistemi anket sonuçları

UZMAN 3-Y	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
Y1	-----	Satır Çok Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Çok Riskli	Sütun Biraz Riskli
Y2	Sütun Çok Riskli	-----	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli
Y3	Sütun Kesin Riskli	Satır-Sütun Eşit	-----	Satır Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli
Y4	Sütun Çok Riskli	Satır-Sütun Eşit	Sütun Biraz Riskli	-----	Satır-Sütun Eşit
Y5	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit	-----

Ek Tablo 7.44. Uzman 4 yakıt sistemi anket sonuçları

UZMAN 4-Y	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
Y1	-----	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli
Y2	Satır Biraz Riskli	-----	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli
Y3	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	-----	Satır-Sütun Eşit	Sütun Biraz Riskli
Y4	Satır Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit	-----	Sütun Biraz Riskli
Y5	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	-----

Ek Tablo 7.45. Uzman 5 yakıt sistemi anket sonuçları

UZMAN 5-Y	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
Y1	-----	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli
Y2	Satır Oldukça Riskli	-----	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli
Y3	Satır Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli
Y4	Satır Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----	Satır Biraz Riskli
Y5	Satır Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----

Turboşarj sistemi bakım-onarım çalışmalarının anket sonuçları Ek Tablo 7.46., Ek Tablo 7.47., Ek Tablo 7.48., Ek Tablo 7.49. ve Ek Tablo 7.50’de verilmiştir.

Ek Tablo 7.46. Uzman 1 turboşarj sistemi anket sonuçları

UZMAN 1-T	T1	T2	T3	T4	T5
T1	-----	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli
T2	Sütun Oldukça Riskli	-----	Sütun Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli
T3	Sütun Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	-----	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli
T4	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----	Satır-Sütun Eşit
T5	Sütun Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır Oldukça Riskli	-----



Ek Tablo 7.47. Uzman 2 turboşarj sistemi anket sonuçları

UZMAN 2-T	T1	T2	T3	T4	T5
T1	-----	Satır Kesin Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli
T2	Sütun Kesin Riskli	-----	Sütun Çok Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Kesin Riskli
T3	Sütun Çok Riskli	Satır Çok Riskli	-----	Satır Çok Riskli	Sütun Oldukça Riskli
T4	Sütun Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli	Sütun Çok Riskli	-----	Sütun Çok Riskli
T5	Sütun Oldukça Riskli	Satır Kesin Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Çok Riskli	-----

Ek Tablo 7.48. Uzman 3 turboşarj sistemi anket sonuçları

UZMAN 3-T	T1	T2	T3	T4	T5
T1	-----	Satır Kesin Riskli	Satır Kesin Riskli	Satır Kesin Riskli	Satır Kesin Riskli
T2	Sütun Kesin Riskli	-----	Sütun Kesin Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Kesin Riskli
T3	Sütun Kesin Riskli	Satır Kesin Riskli	-----	Satır Kesin Riskli	Sütun Kesin Riskli
T4	Sütun Kesin Riskli	Satır Biraz Riskli	Sütun Kesin Riskli	-----	Sütun Kesin Riskli
T5	Sütun Kesin Riskli	Satır Kesin Riskli	Satır Kesin Riskli	Satır Kesin Riskli	-----

Ek Tablo 7.49. Uzman 4 turboşarj sistemi anket sonuçları

UZMAN 4-T	T1	T2	T3	T4	T5
T1	-----	Satır Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli
T2	Sütun Çok Riskli	-----	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli
T3	Sütun Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	-----	Satır-Sütun Eşit	Sütun Biraz Riskli
T4	Sütun Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit	-----	Sütun Oldukça Riskli
T5	Sütun Biraz Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Oldukça Riskli	-----

Ek Tablo 7.50. Uzman 5 turboşarj sistemi anket sonuçları

UZMAN 5-T	T1	T2	T3	T4	T5
T1	-----	Satır Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli
T2	Sütun Çok Riskli	-----	Sütun Çok Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Çok Riskli
T3	Sütun Oldukça Riskli	Satır Çok Riskli	-----	Satır Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli
T4	Sütun Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	-----	Sütun Oldukça Riskli
T5	Sütun Oldukça Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	-----

Bakım-onarım çalışmalarının genel anket sonuçları Ek Tablo 7.51., Ek Tablo 7.52., Ek Tablo 7.53., Ek Tablo 7.54. ve Ek Tablo 7.55’de verilmiştir.

Ek Tablo 7.51. Uzman 1 bakım onarım çalışmaları genel değerlendirme anket sonuçları

<b>UZMAN 1-GENEL</b>	<b>S</b>	<b>P</b>	<b>G</b>	<b>Ç</b>	<b>K</b>	<b>Z</b>	<b>B</b>	<b>E</b>	<b>Y</b>	<b>T</b>
<b>S</b>	-----	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli
<b>P</b>	Satır Oldukça Riskli	-----	Sütun Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli
<b>G</b>	Satır Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	-----	Sütun Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli
<b>Ç</b>	Satır Oldukça Riskli	Satır-Sütun Eşit	Satır Biraz Riskli	-----	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli
<b>K</b>	Satır Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----	Satır Biraz Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli
<b>Z</b>	Satır-Sütun Eşit	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----	Sütun Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli
<b>B</b>	Sütun Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	-----	Satır Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli
<b>E</b>	Sütun Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli
<b>Y</b>	Satır Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	-----	Sütun Biraz Riskli
<b>T</b>	Satır Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	-----

Ek Tablo 7.52. Uzman 2 bakım onarım çalışmaları genel değerlendirme anket sonuçları

UZMAN 2- GENEL	S	P	G	Ç	K	Z	B	E	Y	T
S	-----	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Sütun Kesin Riskli
P	Satır Oldukça Riskli	-----	Sütun Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Sütun Çok Riskli
G	Satır Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli	-----	Satır Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Sütun Çok Riskli
Ç	Satır Çok Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	-----	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Sütun Çok Riskli
K	Satır Çok Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	-----	Sütun Biraz Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Sütun Çok Riskli
Z	Satır Çok Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	-----	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli	Sütun Çok Riskli
B	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Çok Riskli	-----	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Kesin Riskli
E	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Çok Riskli	Satır Oldukça Riskli	-----	Satır Oldukça Riskli	Sütun Kesin Riskli
Y	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	-----	Sütun Çok Riskli
T	Satır Kesin Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Kesin Riskli	Satır Kesin Riskli	Satır Çok Riskli	-----

Ek Tablo 7.53. Uzman 3 bakım onarım çalışmaları genel değerlendirme anket sonuçları

UZMAN 3-GENEL	S	P	G	Ç	K	Z	B	E	Y	T
S	-----	Sütun Çok Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Çok Riskli
G	Satır Çok Riskli	-----	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Çok Riskli
P	Satır Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli	-----	Sütun Çok Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli
Ç	Satır Çok Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Satır Çok Riskli	-----	Sütun Çok Riskli	Satır-Sütun Eşit	Satır Çok Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit	Satır-Sütun Eşit
K	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	-----	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli
Z	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır-Sütun Eşit	Sütun Çok Riskli	-----	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Çok Riskli
B	Sütun Çok Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Çok Riskli	-----	Satır-Sütun Eşit	Sütun Çok Riskli	Sütun Çok Riskli
E	Sütun Çok Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Çok Riskli	Satır-Sütun Eşit	-----	Sütun Çok Riskli	Sütun Çok Riskli
Y	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır-Sütun Eşit	Sütun Çok Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	-----	Satır Çok Riskli
T	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır-Sütun Eşit	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Satır Çok Riskli	Sütun Çok Riskli	-----

Ek Tablo 7.54. Uzman 4 bakım onarım çalışmaları genel değerlendirme anket sonuçları

UZMAN 4-GENEL	S	P	G	Ç	K	Z	B	E	Y	T
S	-----	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit	Satır-Sütun Eşit	Satır-Sütun Eşit	Sütun Oldukça Riskli
G	Satır Oldukça Riskli	-----	Satır Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli
P	Satır Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----	Sütun Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit
Ç	Satır Oldukça Riskli	Satır-Sütun Eşit	Satır Biraz Riskli	-----	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli
K	Satır Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli
Z	Satır Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----	Satır-Sütun Eşit	Satır-Sütun Eşit	Satır-Sütun Eşit	Satır-Sütun Eşit
B	Satır-Sütun Eşit	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit	-----	Satır Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli
E	Satır-Sütun Eşit	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit	Sütun Biraz Riskli	-----	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli
Y	Satır-Sütun Eşit	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	-----	Satır-Sütun Eşit
T	Satır Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır-Sütun Eşit	-----

Ek Tablo 7.55. Uzman 5 bakım onarım çalışmaları genel değerlendirme anket sonuçları

<b>UZMAN 5-GENEL</b>	<b>S</b>	<b>P</b>	<b>G</b>	<b>Ç</b>	<b>K</b>	<b>Z</b>	<b>B</b>	<b>E</b>	<b>Y</b>	<b>T</b>
<b>S</b>	-----	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Çok Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli
<b>G</b>	Satır Oldukça Riskli	-----	Satır Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli
<b>P</b>	Satır Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli	-----	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli
<b>Ç</b>	Satır Çok Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Oldukça Riskli	-----	Sütun Biraz Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli
<b>K</b>	Satır Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	-----	Satır Biraz Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli
<b>Z</b>	Satır Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli	-----	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Sütun Biraz Riskli
<b>B</b>	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	-----	Sütun Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli
<b>E</b>	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	-----	Sütun Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli
<b>Y</b>	Sütun Biraz Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Sütun Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	-----	Sütun Oldukça Riskli
<b>T</b>	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Biraz Riskli	Sütun Biraz Riskli	Satır Biraz Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	Satır Oldukça Riskli	-----

## ÖZGEÇMİŞ

Bedir ÜNVER, 10/05/1987 tarihinde Adıyaman'ın Kahta ilçesinde dünyaya geldi. 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, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. Lisansüstü eğitimi için Karadeniz Teknik Üniversitesi'nde görevlendirilmiş olup, İngilizce bilmektedir.