**T.C.**

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

# SÜRDÜRÜLEBİLİR SAĞLIK VE GÜVENLİK YÖNETİMİ BAĞLAMINDA MESLEKİ RİSKLERİN ANALİZİ İÇİN KÜRESEL BULANIK KÜME TABANLI KARAR MODELİ: TERSANE SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

**Semra BAYHUN**

DOKTORA TEZİ

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

İş Güvenliği ve İşçi Sağlığı Programı

Danışman

Prof. Dr. Nihan ÇETİN DEMİREL

Nisan, 2025

**T.C.**

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

# SÜRDÜRÜLEBİLİR SAĞLIK VE GÜVENLİK YÖNETİMİ BAĞLAMINDA MESLEKİ RİSKLERİN ANALİZİ İÇİN KÜRESEL BULANIK KÜME TABANLI KARAR MODELİ: TERSANE SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Semra BAYHUN tarafından hazırlanan tez çalışması 07/04/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İş Güvenliği ve İşçi Sağlığı Doktora Programı **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Nihan ÇETİN DEMİREL
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

**Jüri Üyeleri**

Prof. Dr. Nihan ÇETİN DEMİREL, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Alev TAŞKIN, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Prof. Dr. Ayhan ONAT, Üye
Marmara Üniversitesi _____

Prof. Dr. Semih ÖNÜT, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi _____

Dr. Öğr. Üyesi Cafer Erhan BOZDAĞ, Üye
İstanbul Teknik Üniversitesi _____

Danışmanım Prof. Dr. Nihan ÇETİN DEMİREL sorumluluğunda tarafımca hazırlanan "Sürdürülebilir Sağlık ve Güvenlik Yönetimi Bağlamında Mesleki Risklerin Analizi İçin Küresel Bulanık Küme Tabanlı Karar Modeli: Tersane Sektöründe Bir Uygulama" başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Semra BAYHUN

İmza

*Aileme,*

*Eşime*

*ve*

*Oğluma.*

# TEŞEKKÜR

Tez sürecim boyunca her daim yanımda olan ve desteğini esirgemeyen, sonsuz desteği ile tez konusunun seçiminden içeriğin geliştirilmesine ve iyileştirilmesine kadar çalışmamın her aşamasında bilgi, deneyim ve desteğini bir an bile esirgemeyen çok değerli danışman Hocam Sayın Prof. Dr. Nihan Çetin Demirel' e sonsuz minnettarım.

Değerli katkılarından dolayı Yıldız Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nden Sayın Hocam Prof. Dr. Alev TAŞKIN' a ve Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi'nden Sayın Hocam Prof. Dr. Ayhan ONAT' a ayrı ayrı teşekkür ve saygılarımı sunuyorum.

Hayatım boyunca peşinde koştuğum hayalleri gerçekleştirmemde bana verdiği sarsılmaz cesaret ve bugünkü koşullarımın şekillenmesine vesile olan annem Ayşe BALAN’ a şükranlarımı sunuyorum.

Son olarak, karşılaştığım her zor anımda desteğini esirgemeyen, varlığı ile güvende hissettiren hayatımın vazgeçilmezi sevgili eşim Orhun BAYHUN’ a ve en değerlim canım oğlum Gökmen Alp BAYHUN’ a teşekkür ediyorum.

Semra BAYHUN

# İÇİNDEKİLER

**SİMGE LİSTESİ** viii
**KISALTMA LİSTESİ** ix
**ŞEKİL LİSTESİ** xi
**TABLO LİSTESİ** xiii
**ÖZET** xxvii
**ABSTRACT** xxix
**1 GİRİŞ** 1
1.1 Literatür Özeti ..... 4
1.2 Tezin Amacı ..... 20
1.3 Orijinal Katkı ..... 20
**2 SÜRDÜRÜLEBİLİR SAĞLIK VE GÜVENLİK YÖNETİMİNDE MESLEKİ RİSKLERİN DEĞERLENDİRMESİ** 22
2.1 Sürdürülebilirlik Kavramı ..... 22
2.1.1 Çevresel Sürdürülebilirlik ..... 22
2.1.2 Sosyal Sürdürülebilirlik ..... 22
2.1.3 Ekonomik Sürdürülebilirlik 23
2.2 Sürdürülebilir İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetimi ..... 23
2.3 Tersane Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği ..... 24
2.4 Tersanelerde İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları ..... 27
2.5 Risk Değerlendirmesi ve Yönetimi ..... 30
**3 METODOLOJİ** 33
3.1 Bulanık Mantık 33
3.2 Bulanık Kümeler 35
3.2.1 Bulanık kümelerin özellikleri 36
3.3 Durulaştırma 38
3.4 Küresel Bulanık Küme Teorisi ve Gelişimi 39
3.5 Küresel Bulanık Kümelerde İşlemler 39
3.6 Küresel Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi 42
3.7 Bulanık Kombine Uzlaşma Çözümü 44
3.8 Bulanık TOPSIS ..... 49

3.9 Bulanık VIKOR ..... 51
3.10 Bulanık COPRAS ..... 54
3.11 Bulanık MABAC ..... 56
**4 ÖNERİLEN YÖNTEM VE AŞAMALARI 60**
4.1 Fine Kinney ..... 60
4.2 Tehlike Derecelendirme Sayı Sistemi (HRNS) ..... 61
4.3 Önerilen Risk Analizi Karar Modeli ..... 62
4.4 Tersane Sektöründe Operasyonel Bölgelerin Tanımlanması ..... 63
4.4.1 Gemi ve Rıhtım Operasyonları ..... 63
4.4.2 Havuz Operasyonları ..... 64
4.4.2.1 Yüzer Havuz ..... 64
4.4.2.2 Taş havuz ..... 66
4.4.3 Atölye Operasyonları ..... 67
**5 UYGULAMA 68**
5.1 Küresel Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi Yardımıyla Risk Kriterlerinin Önem Derecelerinin Belirlenmesi 70
5.2 Tersane Operasyonel Bölgeleri için Önerilen Risk Analizi Karar Modelinin Uygulanması 73
5.2.1 Gemi Operasyonları İçin Uygulama Örneği ..... 76
5.2.1.1 Halat Manevraları 78
5.2.1.2 Gemi Manevraları 84
5.2.1.3 Kaynak Donanımları 92
5.2.1.4 Yağ, Yakıt, Sintine ve Kirli Su Transferi İşleri 103
5.2.1.5 Gemi İskeleleri 109
5.2.1.6 Saç, Plaka ve Boru İşleri 120
5.2.1.7 Double Bank 128
5.2.1.8 Gaz Ölçümleri 134
5.2.1.9 Açıklıklar 147
5.2.1.10 Kapalı Alanlar 157
5.2.1.11 Çalışma Pozisyonları 168
5.2.2 Gemi Operasyonları İçin Karşılaştırmalı Analiz ..... 177
5.2.3 Rıhtım Operasyonları İçin Uygulama Örneği ..... 196

5.2.3.1 Kreyn 196
5.2.3.2 Armadorluk 213
5.2.3.3 Rıhtımlar 219
5.2.4 Rıhtım Operasyonları İçin Karşılaştırmalı Analiz ..... 235
5.2.5 Havuz Operasyonları İçin Uygulama Örneği ..... 242
5.2.5.1 Havuz Dalış-Çıkış 243
5.2.5.2 Pervane, Şaft ve Dümen 251
5.2.5.3 Su Jeti İşleri 261
5.2.5.4 Balast İşleri 272
5.2.5.5 Boya İşleri 283
5.2.5.6 Raspa İşleri 293
5.2.6 Havuz Operasyonları İçin Karşılaştırmalı Analiz ..... 307
5.2.7 Atölye Operasyonları İçin Uygulama Örneği ..... 319
5.2.7.1 Boru ve Valf Atölyesi 319
5.2.7.2 Elektrik Motor ve Fan Atölyesi 332
5.2.7.3 Mekanik Bakım Atölyesi 348
5.2.8 Atölye Operasyonları İçin Karşılaştırmalı Analiz..... 359
**6 SONUÇ VE ÖNERİLER 367**
**KAYNAKÇA 372**
**TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR 381**

# SİMGE LİSTESİ

| | |
|---|---|
| $\widetilde{S}_i$ | Ağırlıklı karşılaştırılabilirlik dizisi |
| $\widetilde{A}_S$ | Küresel bulanık sayı |
| $\lambda_{max}$ | Matrisin en büyük özdeğeri |
| $\widetilde{P}_i$ | Üstel ağırlıklı karşılaştırılabilirlik dizisi |
| $\pi_{\widetilde{A}_s}(x)$ | x değerinin $\widetilde{A}_S$ kümesindeki tereddütlük derecesidir |
| $\mu_{\widetilde{A}_s}(x)$ | x değerinin $\widetilde{A}_S$ kümesindeki üye olma derecesidir |
| $\nu_{\widetilde{A}_s}(x)$ | x değerinin $\widetilde{A}_S$ kümesindeki üye olmama derecesidir |

# KISALTMA LİSTESİ

| | |
|---|---|
| AHP | Analitik Hiyerarşi Prosesi |
| BWM | En iyi- En Kötü Yöntemi |
| CI | Tutarlılık İndeksi |
| CR | Tutarlılık Oranı |
| BCOCOSO | Bulanık Kombine Uzlaşma Çözümü |
| BRAW | Block-wise Rating the Attribute Weights |
| COPRAS | Kompleks Bölgesel Değerlendirme |
| ÇKKV | Çok Kriterli Karar Verme |
| ELECTRE | Elemination and Choice Translating Reality English |
| ETA | Olay Ağacı Analizi |
| EWP | Üstel Ağırlıklı Ürün |
| FMEA | Hata Türü ve Etkileri Analizi |
| FTA | Hata Ağacı Analizi |
| HIRAC | Tehlike Tanımlama, Risk Değerlendirmesi ve Risk Kontrolü |
| HPFS | Tereddütlü Pisagor Bulanık Kümeler |
| HRNS | Tehlike Derecelendirme Sayı Sistemi |
| IFS | Sezgisel Bulanık Kümeler |
| IT2FS | Aralık Tipi-2 Bulanık Kümeler |
| IVIFS | Aralık Değerli Sezgisel Bulanık Kümeler |
| İSG | İş Sağlığı ve Güvenliği |
| KBK | Küresel Bulanık Küme |
| KKD | Kişisel Koruyucu Donanım |
| PFS | Pisagor Bulanık Kümeler |
| SAW | Basit Eklemeli Ağırlıklandırma |
| SFS | Küresel Bulanık Küme |
| SVNS | Tek Değerli Nötrosofik Küme |
| SWOT | Güçlü yönler, Zayıf yönler, Fırsatlar, Tehditler |
| MABAC | Çoklu atribütif sınır yaklaşımı alan karşılaştırması |
| MARCOS | Uzlaşma Çözümüne Göre Alternatiflerin Ölçülmesi ve Sıralaması |
| TFN | Üçgensel Bulanık Sayılar |

| | |
|---|---|
| TODIM | Etkileşimli ve Çok Kriterli Karar Verme |
| TOPSIS | İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Tercih Sıralaması Tekniği |
| VIKOR | Vise Kriterijumska Optimizie I Kompromisro Resenje |

# ŞEKİL LİSTESİ

**Şekil 1.1** Literatür araştırması sonucu ulaşılan çalışmaların yıllara göre dağılımı..**5**

**Şekil 1.2** Literatür araştırması sonucu ulaşılan çalışmaların konularına göre dağılımı……..**5**

**Şekil 1.3** Anahtar kelimelerin sıklığı ve birlikte bulunmaları……**6**

**Şekil 2.1** 2014-2023 Yılları arasında gemi inşa, bakım ve onarım iş kollarında yaşanan iş kazaları (İnternet: SGK İstatistik Yılları, 2024) ……**26**

**Şekil 2.2** 2014-2023 Yılları arasında gemi inşa, bakım ve onarım iş kollarında yaşanan ölümlü iş kazası oranları (İnternet: SGK İstatistik Yılları, 2024) ……..**27**

**Şekil 2.3** Risk kontrol hiyerarşisi (İnternet: osha.gov/safetymanagement, 2024) ……**31**

**Şekil 3.1** Klasik küme……**35**

**Şekil 3.2** Bulanık küme ……**35**

**Şekil 3.3** Bulanık A ∪ B kümesi……**37**

**Şekil 3.4** Bulanık A ∩ B kümesi……**37**

**Şekil 3.5** Bulanık sistemlerin çözümlemesinde kullanılan çevrim……**38**

**Şekil 3.6** Küresel bulanık kümelerin görselleştirilmesi.……**40**

**Şekil 3.7** Kombine uzlaşma çözümü yöntemi çözüm adımları……**45**

**Şekil 4.1** Yüzer Havuz örnek geometrik planı (J. Zhang vd., 2023) ……..**65**

**Şekil 4.2** Taş havuz örnek plan (Colwell vd., 2010) ……**67**

**Şekil 5.1** Önerilen mesleki risk analizi karar modeli çerçevesi……**69**

**Şekil 5.2** Risk yönetimi için referans dizisi……**75**

**Şekil 5.3** Gemi operasyonları için tehlike kaynakları……**76**

**Şekil 5.4** Halat manevraları karşılaştırmalı analiz göstergesi……**178**

**Şekil 5.5** Gemi manevraları karşılaştırmalı analiz göstergesi ……**180**

**Şekil 5.6** Kaynak donanımları karşılaştırmalı analiz göstergesi……**182**

**Şekil 5.7** Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri için karşılaştırmalı analiz göstergesi ……**183**

**Şekil 5.8** Gemi iskeleleri için karşılaştırmalı analiz sonuçları göstergesi ……**185**

**Şekil 5.9** Saç, plak ve blok işleri için karşılaştırmalı analiz göstergesi……**187**

**Şekil 5.10** Double bank için karşılaştırmalı analiz göstergesi……**188**

**Şekil 5.11** Gaz ölçüm işleri için karşılaştırmalı analiz göstergesi ..... **190**
**Şekil 5.12** Açıklıklar için karşılaştırmalı analiz göstergesi ..... **192**
**Şekil 5.13** Kapalı alanlar için karşılaştırmalı analiz göstergesi ..... **194**
**Şekil 5.14** Çalışma pozisyonları için karşılaştırmalı analiz göstergesi ..... **195**
**Şekil 5.15** Rıhtım operasyonları için tehlike kaynakları ..... **196**
**Şekil 5.16** Kreyn için karşılaştırmalı analiz göstergesi ..... **237**
**Şekil 5.17** Armadorluk için karşılaştırmalı analiz göstergesi ..... **238**
**Şekil 5.18** Rıhtımlar için karşılaştırmalı analiz göstergesi ..... **240**
**Şekil 5.19** Havuz operasyonları için tehlike kaynakları ..... **242**
**Şekil 5.20** Havuz dalış-çıkış için karşılaştırmalı analiz göstergesi ..... **308**
**Şekil 5.21** Pervane, şaft ve dümen için karşılaştırmalı analiz göstergesi ..... **310**
**Şekil 5.22** Su jeti işleri için karşılaştırmalı analiz göstergesi ..... **312**
**Şekil 5.23** Balast işleri için karşılaştırmalı analiz göstergesi ..... **314**
**Şekil 5.25** Boya işleri için karşılaştırmalı analiz göstergesi ..... **316**
**Şekil 5.26** Raspa işleri için karşılaştırmalı analiz göstergesi ..... **318**
**Şekil 5.27** Atölye operasyonları için tehlike kaynakları ..... **319**
**Şekil 5.28** Boru ve valf atölyesi için karşılaştırmalı analiz göstergesi ..... **362**
**Şekil 5.29** Elektrik motor atölyesi için karşılaştırmalı analiz göstergesi ..... **364**
**Şekil 5.30** Mekanik bakım atölyesi için karşılaştırmalı analiz göstergesi ..... **366**

# TABLO LİSTESİ

**Tablo 1.1** Literatür araştırması özet tablo ..... **19**

**Tablo 1.1** Literatür araştırması özet tablo (devamı)..... **20**

**Tablo 2.1** 2014-2023 Yılları arasında gemi inşa, bakım ve onarım sektöründe yaşanan iş kazaları (İnternet: SGK İstatistik Yılları, 2024)..... **25**

**Tablo 3.1** Küresel bulanık dil terimleri ..... **43**

**Tablo 3.2** Bulanık dil terimleri ..... **46**

**Tablo 3.3** Önerilen karar modeli yaklaşımında karşılaştırmalı analiz yöntemlerinin değerlendirmesi ..... **58**

**Tablo 3.3** Önerilen karar modeli yaklaşımında karşılaştırmalı analiz yöntemlerinin değerlendirmesi (devamı) ..... **59**

**Tablo 4.1** Fine Kinney parametresi için dilsel ölçek ..... **60**

**Tablo 4.2** Tehlike Derecelendirme Sayı Sistemi parametresi için dilsel ölçek ..... **61**

**Tablo 5.1** Uzman ekibin mesleki deneyimlerine ilişkin bilgiler ..... **70**

**Tablo 5.2** Küresel bulanık AHP risk kriterleri ikili karşılaştırma matrisi ..... **70**

**Tablo 5.2** Küresel bulanık AHP risk kriterleri ikili karşılaştırma matrisi (devamı) ..... **71**

**Tablo 5.3** Geometrik ortalama karşılaştırma matrisi ..... **72**

**Tablo 5.4** Entegre küresel bulanık karşılaştırma matrisi ..... **72**

**Tablo 5.5** Küresel bulanık AHP'ye dayalı risk parametrelerinin ağırlıkları ..... **73**

**Tablo 5.6** Halat manevraları için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi ..... **79**

**Tablo 5.7** Halat manevraları için BCoCoSo toplu karar matrisi ..... **80**

**Tablo 5.7** Halat manevraları için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı) ..... **81**

**Tablo 5.8** Halat manevraları için BCoCoSo normalize karar matrisi ..... **81**

**Tablo 5.9** Halat manevraları için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı ..... **82**

**Tablo 5.10** Halat manevraları için BCoCoSo değerlendirme puanları ..... **82**

**Tablo 5.10** Halat manevraları için BCoCoSo değerlendirme puanları (devamı) ..... **83**

**Tablo 5.11** Halat manevraları için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama ..... **83**

**Tablo 5.12** Halat manevraları için mesleki riskler ..... **84**

**Tablo 5.13** Gemi manevraları için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi ..... **85**

**Tablo 5.13** Gemi manevraları için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **86**

**Tablo 5.14** Gemi manevraları için BCoCoSo toplu karar matrisi ..... **87**

**Tablo 5.14** Gemi manevraları için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı) ..... **88**

**Tablo 5.15** Gemi manevraları için BCoCoSo normalize karar matrisi ..... **88**

**Tablo 5.15** Gemi manevraları için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı) **.89**

**Tablo 5.16** Gemi manevraları için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı ..... **89**

**Tablo 5.16** Gemi manevraları için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı (devamı) ..... **90**

**Tablo 5.17** Gemi manevraları için BCoCoSo değerlendirme puanları ..... **90**

**Tablo 5.18** Gemi manevraları için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama ..... **91**

**Tablo 5.19** Gemi manevraları kontrol noktaları için mesleki riskler ..... **92**

**Tablo 5.20** Kaynak donanımları için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi ..... **93**

**Tablo 5.20** Kaynak donanımları için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **94**

**Tablo 5.20** Kaynak donanımları için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **95**

**Tablo 5.21** Kaynak donanımları için BCoCoSo toplu karar matrisi ..... **95**

**Tablo 5.21** Kaynak donanımları için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı) ..... **96**

**Tablo 5.21** Kaynak donanımları için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı) ..... **97**

**Tablo 5.22** Kaynak donanımları için BCoCoSo normalize karar matrisi ..... **97**

**Tablo 5.22** Kaynak donanımları için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı) ..... **98**

**Tablo 5.23** Kaynak donanımları için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı ..... **99**

**Tablo 5.24** Kaynak donanımları için BCoCoSo değerlendirme puanları ..... **100**

**Tablo 5.25** Kaynak donanımları için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama ..... **101**

**Tablo 5.26** Kaynak donanımları kontrol noktaları için mesleki riskler ..... **102**

**Tablo 5.27** Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi ..... **103**

**Tablo 5.27** Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **104**

**Tablo 5.28** Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi ..... **104**

**Tablo 5.28** Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı) ..... **105**

**Tablo 5.29** Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi ..... **105**

**Tablo 5.29** Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı) ..... **106**

**Tablo 5.30** Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı ..... **106**

**Tablo 5.30** Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı (devamı) ..... **107**

**Tablo 5.31** Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri için BCoCoSo değerlendirme puanları ..... **107**

**Tablo 5.32**Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama ..... **108**

**Tablo 5.33** Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri kontrol noktaları için mesleki riskler ..... **108**

**Tablo 5.33** Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı) ..... **109**

**Tablo 5.34** Gemi iskeleleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi ..... **110**

**Tablo 5.34** Gemi iskeleleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **111**

**Tablo 5.34** Gemi iskeleleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **112**

**Tablo 5.35** Gemi iskeleleri için BCoCoSo toplu karar matrisi ..... **112**

**Tablo 5.35** Gemi iskeleleri için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı) ..... **113**

**Tablo 5.35** Gemi iskeleleri için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı) ..... **113**

**Tablo 5.36** Gemi iskeleleri için BCoCoSo normalize karar matrisi ..... **114**

**Tablo 5.36** Gemi iskeleleri için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı) ..... **115**

**Tablo 5.36** Gemi iskeleleri için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı) ..... **116**

**Tablo 5.37** Gemi iskeleleri işleri için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı ..... **116**

**Tablo 5.37** Gemi iskeleleri işleri için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı (devamı) ..... **117**

**Tablo 5.38** Gemi iskeleleri için BCoCoSo değerlendirme puanları ..... **117**

**Tablo 5.38** Gemi iskeleleri için BCoCoSo değerlendirme puanları (devamı) ..... **118**

**Tablo 5.39** Gemi iskeleleri için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama ..... **118**

**Tablo 5.39** Gemi iskeleleri için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama (devamı) ..... **119**

**Tablo 5.40** Gemi iskeleleri işleri kontrol noktaları için mesleki riskler ..... **119**

**Tablo 5.40** Gemi iskeleleri işleri kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı) ..... **120**

**Tablo 5.41** Saç, plak ve boru işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi ..... **121**

**Tablo 5.41** Saç, plak ve boru işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **122**

**Tablo 5.42** Saç, plak ve boru işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi ..... **123**

**Tablo 5.43** Saç, plak ve boru işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi ..... **124**

**Tablo 5.44** Saç, plak ve boru işleri için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı ..... **125**

**Tablo 5.45** Saç, plak ve boru işleri için BCoCoSo değerlendirme puanları ..... **125**

**Tablo 5.45** Saç, plak ve boru işleri için BCoCoSo değerlendirme puanları (devamı) ..... **126**

**Tablo 5.46** Saç, plak ve boru işleri için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama ..... **126**

**Tablo 5.46** Saç, plak ve boru işleri için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama (devamı) ..... **127**

**Tablo 5.47** Saç, plak ve boru işleri kontrol noktaları için mesleki riskler ..... **127**

**Tablo 5.47** Saç, plak ve boru işleri kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı) ..... **128**

**Tablo 5.48** Double bank işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi ..... **129**

**Tablo 5.48** Double bank işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **130**

**Tablo 5.49** Double bank işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi ..... **130**

**Tablo 5.49** Double bank işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı) ..... **131**

**Tablo 5.50** Double bank işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi ..... **131**

**Tablo 5.50** Double bank işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı) ..... **132**

**Tablo 5.51** Double bank işleri için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı ..... **132**

**Tablo 5.52** Double bank işleri için BCoCoSo değerlendirme puanları ..... **132**

**Tablo 5.52** Double bank işleri için BCoCoSo değerlendirme puanları (devamı) ..... **133**

**Tablo 5.53** Double bank işleri için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama ..... **133**

**Tablo 5.54** Double bank işleri kontrol noktaları için mesleki riskler ..... **134**

**Tablo 5.55** Gaz ölçümleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi ..... **136**

**Tablo 5.55** Gaz ölçümleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **137**

**Tablo 5.55** Gaz ölçümleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **138**

**Tablo 5.56** Gaz ölçümleri için BCoCoSo toplu karar matrisi ..... **138**

**Tablo 5.56** Gaz ölçümleri için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı) ..... **139**

**Tablo 5.56** Gaz ölçümleri için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı) ..... **140**

**Tablo 5.57** Gaz ölçümleri için BCoCoSo normalize karar matrisi ..... **140**

**Tablo 5.57** Gaz ölçümleri için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı) ..... **141**

**Tablo 5.57** Gaz ölçümleri için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı) ..... **142**

**Tablo 5.58** Gaz ölçümleri için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı ..... **142**

**Tablo 5.58** Gaz ölçümleri için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı (devamı) ..... **143**

**Tablo 5.59** Gaz ölçümleri için BCoCoSo değerlendirme puanları ..... **143**

**Tablo 5.59** Gaz ölçümleri için BCoCoSo değerlendirme puanları (devamı) ..... **144**

**Tablo 5.60** Gaz ölçümleri için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama ..... **144**

**Tablo 5.60** Gaz ölçümleri için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama (devamı) ..... **145**

**Tablo 5.61** Gaz ölçümleri kontrol noktaları için mesleki riskler ..... **145**

**Tablo 5.61** Gaz ölçümleri kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı) ..... **146**

**Tablo 5.62** Açıklıklar için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi ..... **148**

**Tablo 5.62** Açıklıklar için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **149**

**Tablo 5.63** Açıklıklar için BCoCoSo toplu karar matrisi ..... **150**

**Tablo 5.63** Açıklıklar için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı) ..... **151**

**Tablo 5.64** Açıklıklar için BCoCoSo normalize karar matrisi ..... **151**

**Tablo 5.64** Açıklıklar için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı) ..... **152**

**Tablo 5.65** Açıklıklar için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı. ..... **153**

**Tablo 5.66** Açıklıklar için BCoCoSo değerlendirme puanları ..... **154**

**Tablo 5.67** Açıklıklar için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama **155**

**Tablo 5.68** Açıklıklar kontrol noktaları için mesleki riskler ..... **156**

**Tablo 5.69** Kapalı alanlar için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi ..... **158**

**Tablo 5.69** Kapalı alanlar için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **159**

**Tablo 5.69** Kapalı alanlar için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **160**

**Tablo 5.70** Kapalı alanlar için BCoCoSo toplu karar matrisi ..... **160**

**Tablo 5.70** Kapalı alanlar için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)..... **161**

**Tablo 5.70** Kapalı alanlar için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)..... **162**

**Tablo 5.71** Kapalı alanlar için BCoCoSo normalize karar matrisi ..... **162**

**Tablo 5.71** Kapalı alanlar için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)..... **163**

**Tablo 5.72** Kapalı alanlar için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı ..... **164**

**Tablo 5.73** Kapalı alanlar için BCoCoSo değerlendirme puanları ..... **165**

**Tablo 5.74** Kapalı alanlar için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama ..... **166**

**Tablo 5.75** Kapalı alanlar kontrol noktaları için mesleki riskler ..... **167**

**Tablo 5.75** Kapalı alanlar kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı) ..... **168**

**Tablo 5.76** Çalışma pozisyonları için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi ..... **168**

**Tablo 5.76** Çalışma pozisyonları için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)..... **169**

**Tablo 5.77** Çalışma pozisyonları için BCoCoSo toplu karar matrisi..... **169**

**Tablo 5.77** Çalışma pozisyonları için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı) .. **170**

**Tablo 5.78** Çalışma pozisyonları için BCoCoSo normalize karar matrisi ..... **170**

**Tablo 5.79** Çalışma pozisyonları için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı ..... **171**

**Tablo 5.80** Çalışma pozisyonları için BCoCoSo değerlendirme puanları ..... **171**

**Tablo 5.81** Çalışma pozisyonları için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama ..... **172**

**Tablo 5.82** Çalışma pozisyonları kontrol noktaları için mesleki riskler ..... **172**

**Tablo 5.82** Çalışma pozisyonları kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı) ..... **173**

**Tablo 5.83** Halat manevraları için karşılaştırmalı analiz sonuçları..... **177**

**Tablo 5.84** Gemi manevraları için karşılaştırmalı analiz sonuçları ..... **178**

**Tablo 5.84** Gemi manevraları için karşılaştırmalı analiz sonuçları (devamı) .. Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

**Tablo 5.85** Kaynak donanımları için karşılaştırmalı analiz sonuçları..... **180**

**Tablo 5.85** Kaynak donanımları için karşılaştırmalı analiz sonuçları (devamı) . **180**

**Tablo 5.86** Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri için karşılaştırmalı analiz sonuçları ..... **182**

**Tablo 5.87** Gemi iskeleleri için karşılaştırmalı analiz sonuçları ..... **184**

**Tablo 5.88** Saç, plak ve blok işleri için karşılaştırmalı analiz sonuçları ..... **186**

**Tablo 5.89** Double bank için karşılaştırmalı analiz sonuçları ..... **187**

**Tablo 5.90** Gaz ölçüm işleri için karşılaştırmalı analiz sonuçları ..... **189**

**Tablo 5.91** Açıklıklar için karşılaştırmalı analiz sonuçları ..... **191**

**Tablo 5.92** Kapalı alanlar için karşılaştırmalı analiz sonuçları ..... **192**

**Tablo 5.92** Kapalı alanlar için karşılaştırmalı analiz sonuçları (devamı) ..... **1920**

**Tablo 5.93** Çalışma pozisyonları için karşılaştırmalı analiz sonuçları ..... **194**

**Tablo 5.94** Kreyn için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi ..... **198**

**Tablo 5.94** Kreyn için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **199**

**Tablo 5.94** Kreyn için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **200**

**Tablo 5.94** Kreyn için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **201**

**Tablo 5.95** Kreyn için BCoCoSo toplu karar matrisi ..... **201**

**Tablo 5.95** Kreyn için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı) ..... **202**

**Tablo 5.95** Kreyn için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı) ..... **203**

**Tablo 5.95** Kreyn için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı) ..... **204**

**Tablo 5.96** Kreyn için BCoCoSo normalize karar matrisi ..... **204**

**Tablo 5.96** Kreyn için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı) ..... **205**

**Tablo 5.96** Kreyn için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı) ..... **206**

**Tablo 5.97** Kreyn için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı ..... **206**

**Tablo 5.97** Kreyn için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı (devamı) ..... **207**

**Tablo 5.97** Kreyn için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı (devamı) ..... **208**

**Tablo 5.98** Kreyn için BCoCoSo değerlendirme puanları ..... **208**

**Tablo 5.98** Kreyn için BCoCoSo değerlendirme puanları (devamı) ..... **209**

**Tablo 5.99** Kreyn için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama ..... **210**

**Tablo 5.99** Kreyn için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama (devamı) ..... **211**

**Tablo 5.100** Kreyn kontrol noktaları için mesleki riskler ..... **211**

**Tablo 5.100** Kreyn kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı)..... **212**

**Tablo 5.100** Kreyn kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı)..... **213**

**Tablo 5.101** Armadorluk için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi..... **214**

**Tablo 5.102** Armadorluk için BCoCoSo toplu karar matrisi ..... **215**

**Tablo 5.102** Armadorluk için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)..... **216**

**Tablo 5.103** Armadorluk için BCoCoSo normalize karar matrisi ..... **216**

**Tablo 5.104** Armadorluk için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı ..... **217**

**Tablo 5.105** Armadorluk için BCoCoSo değerlendirme puanları ..... **217**

**Tablo 5.105** Armadorluk için BCoCoSo değerlendirme puanları (devamı)..... **218**

**Tablo 5.106** Armadorluk için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama ..... **218**

**Tablo 5.107** Armadorluk kontrol noktaları için mesleki riskler ..... **219**

**Tablo 5.108** Rıhtımlar için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi..... **221**

**Tablo 5.108** Rıhtımlar için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **222**

**Tablo 5.108** Rıhtımlar için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **223**

**Tablo 5.109** Rıhtımlar için BCoCoSo toplu karar matrisi ..... **224**

**Tablo 5.109** Rıhtımlar için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)..... **225**

**Tablo 5.109** Rıhtımlar için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)..... **226**

**Tablo 5.110** Rıhtımlar için BCoCoSo normalize karar matrisi..... **226**

**Tablo 5.110** Rıhtımlar için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı) ..... **227**

**Tablo 5.110** Rıhtımlar için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı) ..... **228**

**Tablo 5.111** Rıhtımlar için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı ..... **228**

**Tablo 5.111** Rıhtımlar için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı (devamı)..... **229**

**Tablo 5.112** Rıhtımlar için BCoCoSo değerlendirme puanları..... **230**

**Tablo 5.112** Rıhtımlar için BCoCoSo değerlendirme puanları (devamı) ..... **231**

**Tablo 5.113** Rıhtımlar için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama ..... **231**

**Tablo 5.113** Rıhtımlar için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama (devamı)..... **232**

**Tablo 5.114** Rıhtımlar kontrol noktaları için mesleki riskler..... **232**

**Tablo 5.114** Rıhtımlar kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı) ..... **233**

**Tablo 5.114** Rıhtımlar kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı) ..... **234**

**Tablo 5.115** Kreyn için karşılaştırmalı analiz sonuçları ..... **235**

**Tablo 5.115** Kreyn için karşılaştırmalı analiz sonuçları (devamı) ..... **236**

**Tablo 5.116** Armadorluk için karşılaştırmalı analiz sonuçları ..... **237**

**Tablo 5.117** Rıhtımlar için karşılaştırmalı analiz sonuçları ..... **239**

**Tablo 5.118** Havuz dalış-çıkış için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi ..... **244**

**Tablo 5.118** Havuz dalış-çıkış için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **245**

**Tablo 5.119** Havuz dalış-çıkış için BCoCoSo toplu karar matrisi ..... **245**

**Tablo 5.119** Havuz dalış-çıkış için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı) ..... **246**

**Tablo 5.120** Havuz dalış-çıkış için BCoCoSo normalize karar matrisi ..... **246**

**Tablo 5.120** Havuz dalış-çıkış için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı) ..... **247**

**Tablo 5.121** Havuz dalış-çıkış için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı ..... **248**

**Tablo 5.122** Havuz dalış-çıkış için BCoCoSo değerlendirme puanları ..... **248**

**Tablo 5.122** Havuz dalış-çıkış için BCoCoSo değerlendirme puanları (devamı) ..... **249**

**Tablo 5.123** Havuz dalış-çıkış için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama ..... **249**

**Tablo 5.123** Havuz dalış-çıkış için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama (devamı) ..... **250**

**Tablo 5.124** Havuz dalış-çıkış kontrol noktaları için mesleki riskler ..... **250**

**Tablo 5.124** Havuz dalış-çıkış kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı) .. **251**

**Tablo 5.125** Pervane, şaft ve dümen için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi ..... **252**

**Tablo 5.125** Pervane, şaft ve dümen için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **253**

**Tablo 5.126** Pervane, şaft ve dümen için BCoCoSo toplu karar matrisi ..... **254**

**Tablo 5.126** Pervane, şaft ve dümen için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı) ..... **255**

**Tablo 5.127** Pervane, şaft ve dümen için BCoCoSo normalize karar matrisi ..... **255**

**Tablo 5.127** Pervane, şaft ve dümen için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı) ..... **256**

**Tablo 5.127** Pervane, şaft ve dümen için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı) ..... **257**

**Tablo 5.128** Pervane, şaft ve dümen için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı ..... **257**

**Tablo 5.128** Pervane, şaft ve dümen için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı (devamı) ..... **258**

**Tablo 5.129** Pervane, şaft ve dümen için BCoCoSo değerlendirme puanları ..... **258**

**Tablo 5.129** Pervane, şaft ve dümen için BCoCoSo değerlendirme puanları (devamı) ..... **259**

**Tablo 5.130** Pervane, şaft ve dümen için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama ..... **259**

**Tablo 5.130** Pervane, şaft ve dümen için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama (devamı) ..... **260**

**Tablo 5.131** Pervane, şaft ve dümen kontrol noktaları için mesleki riskler ..... **260**

**Tablo 5.131** Pervane, şaft ve dümen kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı) ..... **261**

**Tablo 5.132** Su jeti işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi ..... **262**

**Tablo 5.132** Su jeti işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **263**

**Tablo 5.132** Su jeti işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **264**

**Tablo 5.133** Su jeti işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi ..... **264**

**Tablo 5.133** Su jeti işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı) ..... **265**

**Tablo 5.133** Su jeti işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı) ..... **266**

**Tablo 5.134** Su jeti işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi ..... **266**

**Tablo 5.134** Su jeti işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı) ..... **267**

**Tablo 5.134** Su jeti işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı) ..... **268**

**Tablo 5.135** Su jeti işleri için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı ..... **268**

**Tablo 5.135** Su jeti işleri için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı (devamı) ..... **269**

**Tablo 5.136** Su jeti işleri için BCoCoSo değerlendirme puanları ..... **269**

**Tablo 5.136** Su jeti işleri için BCoCoSo değerlendirme puanları (devamı) ..... **270**

**Tablo 5.137** Su jeti işleri için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama ..... **270**

**Tablo 5.137** Su jeti işleri için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama (devamı) ..... **271**

**Tablo 5.138** Su jeti işleri kontrol noktaları için mesleki riskler ..... **271**

**Tablo 5.138** Su jeti işleri kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı) ..... **272**

**Tablo 5.139** Balast işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi ..... **273**

**Tablo 5.139** Balast işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **274**

**Tablo 5.139** Balast işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **275**

**Tablo 5.140** Balast işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi ..... **275**

**Tablo 5.140** Balast işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı) ..... **276**

**Tablo 5.140** Balast işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı) ..... **277**

**Tablo 5.141** Balast işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi ..... **277**

**Tablo 5.141** Balast işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı) ..... **278**

**Tablo 5.142** Balast işleri için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı ..... **279**

**Tablo 5.143** Balast işleri için BCoCoSo değerlendirme puanları ..... **280**

**Tablo 5.144** Balast işleri için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama ..... **281**

**Tablo 5.145** Balast işleri kontrol noktaları için mesleki riskler ..... **282**

**Tablo 5.145** Balast işleri kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı) ..... **283**

**Tablo 5.146** Boya işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi ..... **284**

**Tablo 5.146** Boya işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **285**

**Tablo 5.147** Boya işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi ..... **286**

**Tablo 5.147** Boya işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı) ..... **287**

**Tablo 5.148** Boya işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi ..... **287**

**Tablo 5.148** Boya işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı) ..... **288**

**Tablo 5.148** Boya işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı) ..... **289**

**Tablo 5.149** Boya işleri için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı ..... **289**

**Tablo 5.150** Boya işleri için BCoCoSo değerlendirme puanları ..... **290**

**Tablo 5.151** Boya işleri için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama ..... **291**

**Tablo 5.152** Boya işleri kontrol noktaları için mesleki riskler ..... **292**

**Tablo 5.153** Raspa işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi ..... **294**

**Tablo 5.153** Raspa işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **295**

**Tablo 5.153** Raspa işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **296**

**Tablo 5.154** Raspa işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi ..... **296**

**Tablo 5.154** Raspa işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı) ..... **297**
**Tablo 5.154** Raspa işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı) ..... **298**
**Tablo 5.155** Raspa işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi ..... **298**
**Tablo 5.155** Raspa işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)..... **299**
**Tablo 5.155** Raspa işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)..... **300**
**Tablo 5.156** Raspa işleri için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı ..... **300**
**Tablo 5.156** Raspa işleri için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı (devamı)..... **301**
**Tablo 5.157** Raspa işleri için BCoCoSo değerlendirme puanları ..... **302**
**Tablo 5.158** Raspa işleri için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama ..... **303**
**Tablo 5.158** Raspa işleri için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama (devamı) ..... **304**
**Tablo 5.159** Raspa işleri kontrol noktaları için mesleki riskler ..... **304**
**Tablo 5.159** Raspa işleri kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı)..... **305**
**Tablo 5.160** Havuz dalış-çıkış için karşılaştırmalı analiz sonuçları ..... **307**
**Tablo 5.160** Havuz dalış-çıkış için karşılaştırmalı analiz sonuçları (devamı) .... **308**
**Tablo 5.161** Pervane, şaft ve dümen için karşılaştırmalı analiz sonuçları ..... **309**
**Tablo 5.162** Su jeti işleri için karşılaştırmalı analiz sonuçları ..... **311**
**Tablo 5.163** Balast işleri için karşılaştırmalı analiz sonuçları ..... **313**
**Tablo 5.164** Boya işleri için karşılaştırmalı analiz sonuçları ..... **315**
**Tablo 5.165** Raspa işleri için karşılaştırmalı analiz sonuçları..... **317**
**Tablo 5.166** Boru ve valf atölyesi için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi ..... **321**
**Tablo 5.166** Boru ve valf atölyesi için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)..... **322**
**Tablo 5.166** Boru ve valf atölyesi için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)..... **323**
**Tablo 5.167** Boru ve valf atölyesi için BCoCoSo toplu karar matrisi ..... **323**
**Tablo 5.167** Boru ve valf atölyesi için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı). **324**
**Tablo 5.167** Boru ve valf atölyesi için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı). **325**
**Tablo 5.168** Boru ve valf atölyesi için BCoCoSo normalize karar matrisi ..... **325**
**Tablo 5.168** Boru ve valf atölyesi için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı) ..... **326**
**Tablo 5.168** Boru ve valf atölyesi için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı) ..... **327**

**Tablo 5.169** Boru ve valf atölyesi için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı ..... **327**

**Tablo 5.169** Boru ve valf atölyesi için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı (devamı) ..... **328**

**Tablo 5.170** Boru ve valf atölyesi için BCoCoSo değerlendirme puanları ..... **328**

**Tablo 5.170** Boru ve valf atölyesi için BCoCoSo değerlendirme puanları (devamı) ..... **329**

**Tablo 5.171** Boru ve valf atölyesi için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama ..... **330**

**Tablo 5.172** Boru ve valf atölyesi için mesleki riskler ..... **331**

**Tablo 5.172** Boru ve valf atölyesi için mesleki riskler (devamı) ..... **332**

**Tablo 5.173** Elektrik motor ve fan atölyesi için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi ..... **334**

**Tablo 5.173** Elektrik motor ve fan atölyesi için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **335**

**Tablo 5.173** Elektrik motor ve fan atölyesi için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) ..... **336**

**Tablo 5.174** Elektrik motor ve fan atölyesi için BCoCoSo toplu karar matrisi ..... **337**

**Tablo 5.174** Elektrik motor ve fan atölyesi için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı) ..... **338**

**Tablo 5.174** Elektrik motor ve fan atölyesi için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı) ..... **339**

**Tablo 5.175** Elektrik motor ve fan atölyesi için BCoCoSo normalize karar matrisi ..... **339**

**Tablo 5.175** Elektrik motor ve fan atölyesi için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı) ..... **340**

**Tablo 5.175** Elektrik motor ve fan atölyesi için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı) ..... **341**

**Tablo 5.176** Elektrik motor ve fan atölyesi için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı ..... **342**

**Tablo 5.176** Elektrik motor ve fan atölyesi için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı (devamı) ..... **343**

**Tablo 5.177** Elektrik motor ve fan atölyesi için BCoCoSo değerlendirme puanları ..... **343**

**Tablo 5.177** Elektrik motor ve fan atölyesi için BCoCoSo değerlendirme puanları (devamı) ..... **344**

**Tablo 5.178** Elektrik motor ve fan atölyesi için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama ..... **345**

**Tablo 5.178** Elektrik motor ve fan atölyesi için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama (devamı) ..... **346**

**Tablo 5.179** Elektrik motor ve fan atölyesi için mesleki riskler ..... **346**

**Tablo 5.179** Elektrik motor ve fan atölyesi için mesleki riskler (devamı)**.....347**

**Tablo 5.179** Elektrik motor ve fan atölyesi için mesleki riskler (devamı)**.....348**

**Tablo 5.180** Mekanik bakım atölyesi için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi**.....349**

**Tablo 5.180** Mekanik bakım atölyesi için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) **.....350**

**Tablo 5.180** Mekanik bakım atölyesi için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı) **.....351**

**Tablo 5.181** Mekanik bakım atölyesi için BCoCoSo toplu karar matrisi **.....351**

**Tablo 5.181** Mekanik bakım atölyesi için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı) **.....352**

**Tablo 5.181** Mekanik bakım atölyesi için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı) **.....353**

**Tablo 5.182** Mekanik bakım atölyesi için BCoCoSo normalize karar matrisi **...353**

**Tablo 5.182** Mekanik bakım atölyesi için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı) **.....354**

**Tablo 5.183** Mekanik bakım atölyesi için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı**.....355**

**Tablo 5.184** Mekanik bakım atölyesi için BCoCoSo değerlendirme puanları **...356**

**Tablo 5.185** Mekanik bakım atölyesi için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama **.....357**

**Tablo 5.186** Mekanik bakım atölyesi kontrol noktaları için mesleki riskler **.....358**

**Tablo 5.186** Mekanik bakım atölyesi kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı) **.....359**

**Tablo 5.187** Boru ve valf atölyesi için karşılaştırmalı analiz sonuçları**.....360**

**Tablo 5.187** Boru ve valf atölyesi için karşılaştırmalı analiz sonuçları (devamı) **.....361**

**Tablo 5.188** Elektrik motor ve fan atölyesi için karşılaştırmalı analiz sonuçları**362**

**Tablo 5.188** Elektrik motor ve fan atölyesi için karşılaştırmalı analiz sonuçları (devamı) **.....363**

**Tablo 5.189** Mekanik bakım atölyesi için karşılaştırmalı analiz sonuçları**.....365**

# ÖZET

## Sürdürülebilir Sağlık ve Güvenlik Yönetimi Bağlamında Mesleki Risklerin Analizi İçin Küresel Bulanık Küme Tabanlı Karar Modeli: Tersane Sektöründe Bir Uygulama

Semra BAYHUN

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
İş Güvenliği ve İşçi Sağlığı Doktora Programı
Doktora Tezi

Danışman: Prof. Dr. Nihan ÇETİN DEMİREL

Sürdürülebilir iş sağlığı ve güvenliği yönetimi için işyerinin tüm operasyonel faaliyetlerinde potansiyel mesleki tehlikeleri ve bu tehlikelerden kaynaklı riskleri belirlemek, her bir risk için kontrol önlemlerine karar vermek gerekir. Geleneksel risk değerlendirmesi yöntemleri risklerin doğru bir şekilde analizi için yetersiz kalmaktadır. Bu yetersizlik düzeltici faaliyetler için harcanan zaman ve bütçenin doğru şekilde değerlendirilememesi gibi işyerini verimsiz bir uygulamaya mecbur bırakmaktadır. Bu nedenle Küresel Bulanık Kümeler ve Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri entegre edilerek tersane operasyonları için kapsamlı ve yenilikçi bir risk değerlendirmesi yaklaşımı önerilmektedir. Tersane sektöründe, zorlayıcı iş kolları ve karmaşık operasyonel faaliyetler açısından risk analizi yapmak önemli olup, iş sağlığı ve güvenliğinde sürdürülebilirliği sağlanmak için gereklidir. Bu çalışma kapsamında Fine-Kinney ve Tehlike Derecelendirme Sayı Sistemi (HRNS) yaklaşımlarından dört risk unsurunu (Şiddet: Ş, Frekans: F, Olasılık: O ve Risk Altındaki Kişi Sayısı: KS) risk değerlendirme kriteri olarak kullanılmıştır. Risk

kriterlerinin Küresel Bulanık Küme tabanında Analitik Hiyerarşi Prosesi (KBAHP) yöntemi ile ağırlıklandırılması ve Bulanık küme çerçevesinde Kombine Uzlaşma Çözümü (BCoCoSo) ile mesleki risklerin önceliklendirilmesi bu alandaki ilk entegre bulanık karar modelidir. Bu çalışma bir vaka örneği aracılığıyla tersane gemi bakım ve onarım operasyonları için önerilen risk değerlendirme karar modelinin pratikliğini ve verimliliğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** İş sağlığı ve güvenliği, sürdürülebilirlik, risk değerlendirmesi, küresel bulanık küme, analitik hiyerarşi proses; kombine uzlaşma çözümü

# ABSTRACT

## Spherical Fuzzy Set Based Decision Model for Analysis of Occupational Risks in the Context of Sustainable Health and Safety Management: An Application in Shipyard Industry

Semra BAYHUN

Department of Industrial Engineering
Doctor of Philosophy Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Nihan ÇETİN DEMİREL

For sustainable occupational health and safety management, it is necessary to determine potential occupational hazards and risks originating from these hazards in all operational activities of the workplace and to decide on control measures for each risk. Traditional risk assessment methods are insufficient for the correct analysis of risks. This insufficiency forces the workplace to an inefficient application, such as not being able to correctly evaluate the time and budget spent for corrective actions. Therefore, a comprehensive and innovative risk assessment approach is proposed for shipyard operations by integrating Spherical Fuzzy Sets and Multi-Criteria Decision-Making methods. In the shipyard sector, it is important to conduct risk analysis in terms of challenging business lines and complex operational activities and it is necessary to ensure sustainability in occupational health and safety. Within the scope of this study, four risk elements (Consequence: C, Frequency: F, Probability: P and Number of Persons at Risk: NP) from the Fine-Kinney and Hazard Rating Number System (HRNS) approaches were used as risk

assessment criteria. Weighting of risk criteria with Analytical Hierarchy Process (SFAHP) method on Spherical Fuzzy Set base and prioritization of occupational risks with Combined Compromise Solution (FCoCoSo) on fuzzy set frame is the first integrated fuzzy decision model in this field. This study demonstrates the practicality and efficiency of the proposed risk assessment decision model for shipyard ship maintenance and repair operations through a case example.

**Keywords:** Occupational health and safety, sustainability, risk assessment, spherical fuzzy set, analytical hierarchy process; combined compromise solution

# 1

# GİRİŞ

İş güvenliği ve işçi sağlığı, meslek kaynaklı yaralanmaları, hastalıkları ve ölümleri önlemeyi amaçlayan sosyal, yasal, bilimsel ve mühendislik ilkelerini kapsayan çok disiplinli bir bilim dalıdır. Çalışanların fiziksel, ruhsal ve sosyal refahı için risk oluşturan işyeri tehlikelerinin değerlendirilmesi, kontrolü ve azaltılmasını içerir. Güvenli ve sağlıklı bir çalışma ortamı sağlamak için tehlikelerin kaynağında belirlenmesi ve ortadan kaldırılmasına öncelik veren proaktif bir yaklaşımı benimser. İş güvenliği ve işçi sağlığı çerçeveleri, genellikle işverenlere ve çalışanlara güvenlik kültürü oluşturma ve işyeri güvenliği performansında sürekli iyileştirmeyi teşvik etme konusunda rehberlik etmek için yasal düzenlemeleri, endüstri standartlarını ve mühendislik uygulamalarını kapsar.

21. yy başında Avrupa Birliği (AB) direktifleriyle uyum, Türkiye'yi İSG mevzuatını Avrupa standartlarıyla uyumlu hale getirmeye sevk eden bir dönüm noktası olmuştur. Bu aşamada, risk değerlendirmesinin yasal bir gereklilik olarak entegre edilmesi, odak noktasının reaktif önlemlerden önleyici bir yaklaşıma kaydırılması zorunlu hale gelmiştir. 2012'de 6331 sayılı Kanunun yürürlüğe girmesi ile birlikte İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği alanında ilk müstakil kanun kabul edilmiştir. Bu kanun, işveren sorumluluklarını, çalışan katılımını ve İSG profesyonellerinin kritik rolünü vurgulayarak Türkiye'nin sağlam bir İSG çerçevesine olan bağlılığını sağlamlaştırmıştır. Günümüzde, İSG alanında tutarlı uygulamalar sağlama ve ortaya çıkan riskleri ele alma konusunda zorluklar devam ederken, Türkiye'nin İSG yörüngesi, işgücünün refahını korumayı amaçlayan daha kapsamlı ve proaktif bir sisteme doğru net bir ilerleme göstermektedir (Cil vd., 2021).

Tersane sektöründe iş güvenliği ve çalışan sağlığı, gemi inşa ve gemi onarım faaliyetlerinin doğası gereği tehlikeli olması nedeniyle ciddi zorluklar barındırır. Tersane çalışmaları karmaşık görevler, ağır makineler, tehlikeli maddeler ve fiziksel olarak zorlayıcı ortamlar içerir ve çalışanları çok çeşitli potansiyel

tehlikelere maruz bırakır. Bunlara yüksekten düşme, düşen nesneler, dar alan kazaları, kaynak dumanlarına ve asbeste maruz kalma, gürültü kaynaklı işitme kaybı, tekrarlayan görevler veya ağır kaldırma nedeniyle oluşan kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları ve zorlu çalışma programları ve iş güvencesizliği ile ilişkili psikososyal riskler dahildir, ancak bunlarla sınırlı değildir. Tersanelerde etkili İSG yönetimi, sağlam risk değerlendirmeleri, sıkı güvenlik protokolleri, devam eden çalışan eğitimi ve düzenlemelerin titizlikle uygulanmasını kapsayan kapsamlı bir yaklaşımı gerektirir. Yeni teknolojilerin entegrasyonu, tersane ortamlarında güvenlik izleme, tehlike tanımlama ve acil durum müdahalesini iyileştirmede önemli bir rol oynar. Ayrıca, çalışanların katılımı, etkili iletişim ve sürekli iyileştirme girişimleri yoluyla güçlü bir güvenlik kültürünün oluşturulması, risklerin azaltılması ve tersane çalışanlarının refahının sağlanması açısından son derece önemlidir (Basuki vd., 2014).

Gelişmekte olan ülkelerde mesleki sağlık ve güvenlik üzerine yapılan araştırmalar, özellikle tersane endüstrisinde son on yılda artmıştır. Tehlikeleri belirlemek, riskleri değerlendirmek ve kontrolleri oluşturmak için çeşitli yöntemler önerilmiştir (Gul, 2020). Bu çalışmalar, acil durumlarda tehlikelere hızlı yanıt vermek ve olası etkileri en aza indirmek için hayati önem taşır.

Risk değerlendirmesi, risklerin nedenlerini belirler ve herhangi bir hasar veya kayıp meydana gelmeden önce uygulanması gereken kontrol önlemlerini önerir. Sürdürülebilir iş sağlığı ve güvenliği yönetimi için risk değerlendirmesinin sürekli izlenmesi ve düzenlenmesi esastır (Zanko & Dawson, 2012). Karmaşık operasyonların yer aldığı tersane faaliyetlerin, risklerin önceliklendirilmesi, kontrol önlemlerinin belirlenmesinde kritik önem taşır. Literatür bu amaç için çok sayıda risk analizi metodolojisi ortaya koymuştur. Daha yakından incelendiğinde, bu yaklaşımların uzman yargısına ve değerlendirmesine dayandığı görülmektedir. En yaygın kullanılan risk değerlendirme tekniği olan matris yaklaşımı, olasılık ve şiddet parametrelerinin skaler çarpımı yoluyla risk büyüklüğünü belirler. Risklerin büyüklüğünü belirlemek için skaler çarpımı kullanan risk değerlendirme tekniklerinin etkinliği, doğrudan değerlendirmeyi yapan uzman ekibin deneyim düzeyine bağlıdır. Kazaların meydana gelmesi, düşük kayıplardan, ciddi felaketle sonuçlanabilen olaylara veya çevresel boyutta krizlere kadar çeşitli sonuçlara yol açabilir. Uzman ekibin kararları, bu olayların şiddetini belirlerken tutarsız

kalmaktadır. Örneğin Makine kullanım sıklığı, operasyonel görevlerin doğasına göre değişebilir ve risklerin tespit edilebilirliği rutin operasyonlar ve bakım faaliyetleri arasında farklılık gösterebilir. Kontrol önlemlerinin uygulanmasıyla bile, kazaların olasılığı ve ciddiyeti tam olarak azaltılamayabilir veya ortadan kaldırılamayabilir. Uzman değerlendirmelerindeki belirsizlikler nedeniyle riskin büyüklüğü değişebilir ve değerlendirme sürecinde tutarsızlık ve öznellik yaratabilir. Bu değişkenliği hesaba katmak, risk derecesini daha doğru bir şekilde belirlemek esastır. Bu amaçla literatürde, çok kriterli karar verme tekniklerinin risk değerlendirme yöntemleriyle bütünleştirilmesi daha yaygın hale gelirken, bu zorlukları etkili bir şekilde ele alabilecek tek bir yaklaşım hala belirsizliğini korumaktadır. Risk büyüklüğünü, Tehlike Derecelendirme Sayı Sistemi (HRNS) dört parametre ile, Fine Kinney (FK) yöntemi ise üç parametreye göre tanımlar. HRNS yönteminde, risk büyüklüğü oluşma olasılığı, maruz kalma sıklığı, olası hasar derecesi, ve tehlike altındaki kişi sayısı parametrelerine göre hesaplanırken, FK yöntemi olasılık, şiddet ve sıklık parametrelerini kullanır. Tehlike altındaki kişi sayısı ve sıklık, değişken operasyonlarda risk büyüklüğünün belirlenmesinde çalışan odaklı bir değerlendirme için önemli bir rol oynar. Potansiyel zarara maruz kalan kişi sayısı ve tehlikeli olayın sıklığı, ilişkili riskin büyüklüğüyle doğru orantılıdır. Bu çalışmada olasılık, frekans, şiddet ve tehlike altındaki kişi sayısı kriterlerinden oluşan yeni bir risk analizi karar modeli önerilmektedir. Risk değerlendirme sürecindeki tutarsızlıkları ve öznellikleri dikkate almak için önerilen karar modeli küresel bulanık kümeler (SFSs) ile genişletilmektedir. Risk kriterlerinin büyüklüğünü hesaplamak için SFSs'ler, üye olma ($\mu$), üye olmama ($\nu$) ve tereddüt ($\pi$) derecesi üyelik derecelerini kullanarak bir olay üzerinde uzman değerlendirmesinin farklı boyutlarını dikkate almaktadır. Önerilen bu çalışma kapsamında, risk kriterlerinin büyüklüğünü elde ederken, 4 kriter küresel bulanık kümeler kullanılarak ağırlıklandırılmaktadır.

Bu çalışma, geleneksel risk değerlendirme yöntemlerine farklı bir boyut ekleyerek ve bu yöntemlerin dezavantajlarını avantajlara dönüştürerek yenilikçi ve sektöre özgü teknikler geliştirmeyi amaçlar. Çok kriterli karar alma metodolojileri bu sınırlamaları giderir. Ek olarak, uzmanların ağırlıklı risk parametreleriyle ilişkili mesleki tehlikeler ve riskler hakkındaki değerlendirmeleri genellikle hem önyargıyı

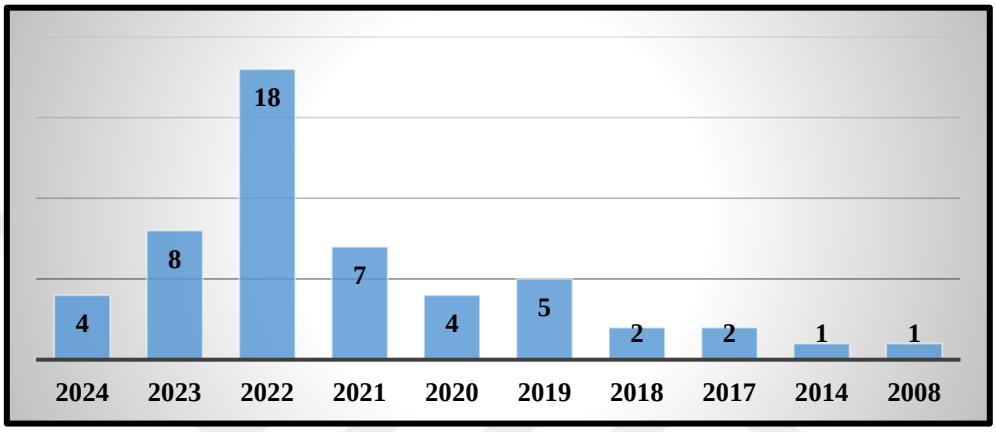
hem de nesnelliği kapsadığından dilsel değişkenleri kullanmayı seçtik (L. Liu vd., 2023).

Bu tez çalışmasında, gemi bakım ve onarım faaliyetlerinin yürütüldüğü bir tersanenin çeşitli bölümlerine uygulanan yeni bir risk analizi ve değerlendirme yaklaşımı sunduk. Elde edilen sonuçlar üzerinde duyarlılık analizi ve karşılaştırmalı analiz yapılmış ve her bir mesleki tehlike için kontrol önlemleri ve düzeltici eylemler önerilmiştir. Çalışmanın ilk bölümü, incelenen çalışmaların özet tablosunu içeren literatürün geniş bir incelemesini sunar ve tezin amacını ve orijinal katkısını açıklar. İkinci bölüm, sürdürülebilir mesleki sağlık ve güvenlik bağlamında mesleki riskleri değerlendirmenin yönetim sürecini açıklayarak, tersane sektöründe sürdürülebilirlik, mesleki sağlık ve güvenlik kavramını ve risk değerlendirme ve yönetim ilkelerini tartışır. Üçüncü bölüm, önerilen yöntemde kullanılan bulanık mantık ve küresel bulanık küme teorisinin geliştirilmesi, küresel bulanık kümelerde kullanılan matematiksel işlemler ve bulanık çıkarım sistemlerinin ve çok kriterli karar alma yöntemlerinin uygulanması dahil olmak üzere metodolojiyi ana hatlarıyla açıklamaktadır. Dördüncü bölüm, geliştirilen yöntemin temelini oluşturan küresel bulanık küme tabanlı karar modelinin geliştirilmesinin beş aşamalı sürecini ayrıntılı olarak açıklamaktadır. Ayrıca tersane bölümleri ve operasyonları hakkında teknik bilgilere yer vermektedir. Beşinci bölüm, çalışmanın uygulama alanı hakkında bilgi sağlamakta ve bir tersanenin gemi bakım ve onarım faaliyetlerinde risk analizi yönteminin uygulanmasını açıklamaktadır. Bu bölüm ayrıca geliştirilen risk analizi modelinin diğer bulanık çok kriterli karar verme yaklaşımlarıyla karşılaştırılmasını da içermektedir. Son olarak, altıncı bölüm çalışmanın sonuçlarını tartışmakta, katkılarını ve sınırlamalarını vurgulamakta ve gelecekteki araştırmalar için potansiyel alanları önermektedir.

## 1.1 Literatür Özeti

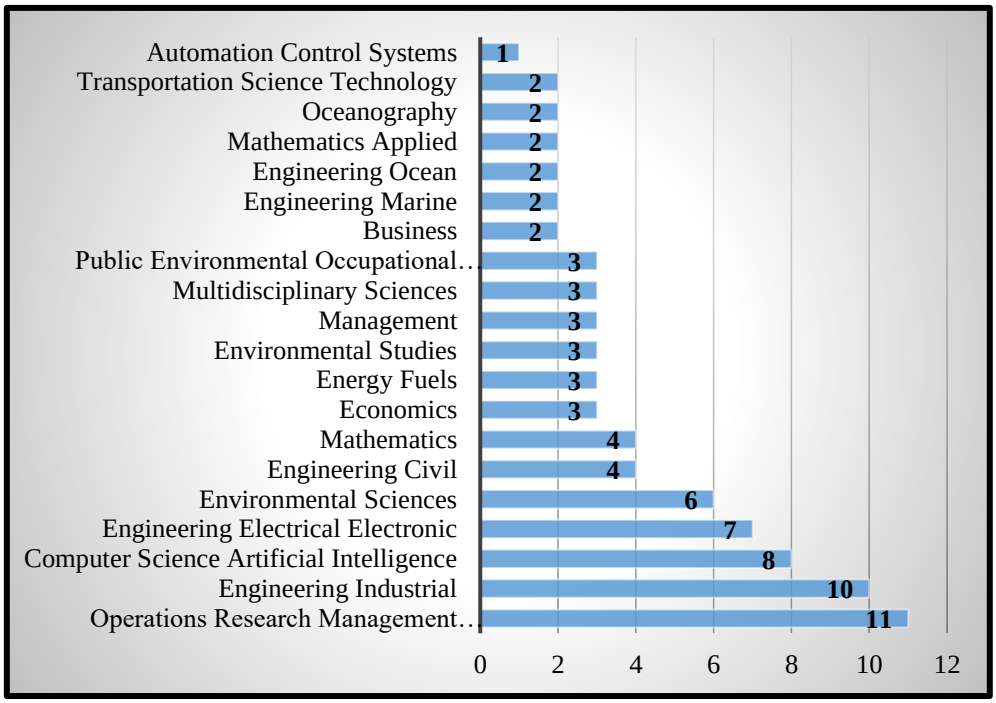
Literatürde, gemi bakım ve onarımında sürdürülebilir iş sağlığı ve güvenliği yönetimi kapsamında mesleki tehlikelerin tespiti ile risklerin ortadan kaldırılması veya en az risk düzeyine düşürülmesi noktasında hızlı ve uygun bir yanıt vermenin önemi üzerinde durulmuştur. Özellikle çalışan güvenliğini ve işyeri operasyonel süreçlerinin sürekliliğini etkileyecek risk faktörlerinin ortadan kaldırılmasını

amaçlayan mesleki tehlikeleri belirlemek için kapsamlı risk değerlendirme yaklaşımları araştırılmaktadır. İlgili bilimsel literatüre erişmek için yüksek kaliteli makaleleriyle bilinen Web of Science (WOS) veritabanı kullanılmıştır. WOS veritabınında tersane, tersane bakım ve onarım, risk değerlendirmesi, risk analizi anahtar kelimeleri aratılmış ve 2019-2023 yılları arasında SCI-E indeksli 52 adet makaleye ulaşılmıştır. Yıllara göre makalelerin dağılımı Şekil 1.1'de gösterilmektedir.



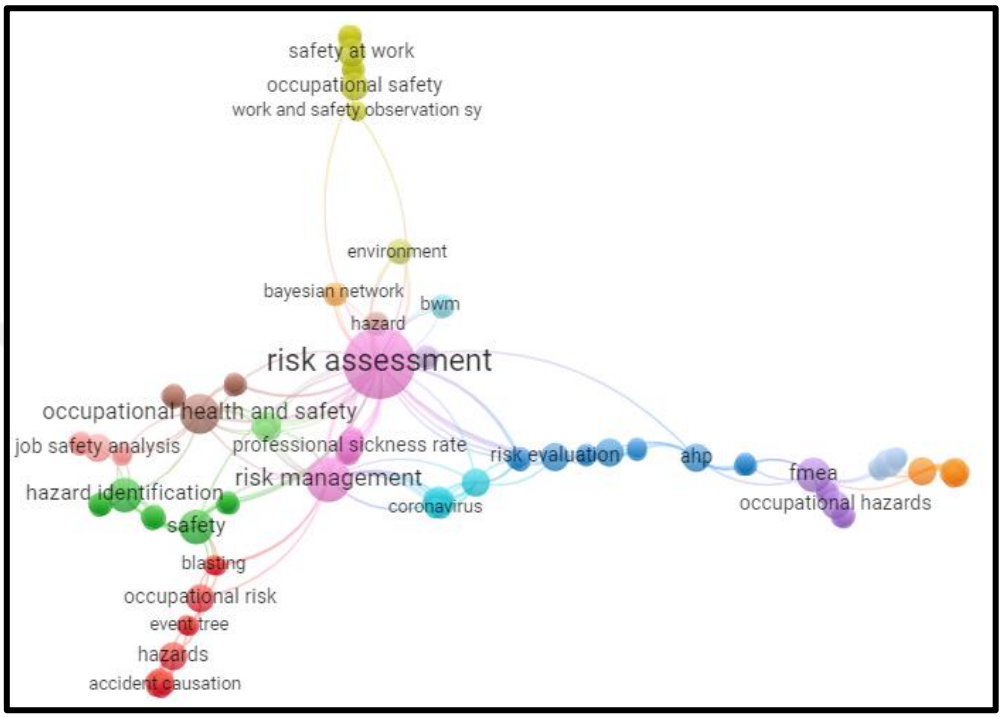

**Şekil 1.1** Literatür araştırması sonucu ulaşılan çalışmaların yıllara göre dağılımı

Literatür araştırması sonucunda ulaşılan yayınların konularına göre dağılımı Şekil 1.2'de gösterilmektedir.




**Şekil 1.2** Literatür araştırması sonucu ulaşılan çalışmaların konularına göre dağılımı

WOS'da "Gemi Bakım Onarım Faaliyetleri Risk Analizi" araması yapıldığında bulunan makaleler bibliyometrik analiz yöntemiyle incelendiğinde, anahtar kelimeler arasında "Risk Değerlendirmesi" 13 oluşum ve toplam 57 bağlantı gücü ile ilk sırada yer almaktadır. İkinci sırada 5 oluşum ve toplam 30 bağlantı gücü ile "Risk Yönetimi" anahtar kelimesi gelmektedir.




**Şekil 1.3** Anahtar kelimelerin sıklığı ve birlikte bulunmaları

Şekil 1.3 incelendiğinde bu çalışmaların odaklandığı bölgeler görülmektedir. Ayrıca bu bölgelerin birkaçında FMEA, Fine-Kinney, Olay Ağacı ve Hata Ağacı yöntemleri, Bulanık Küme, Aralıklı Tip-2 Bulanık Küme, Küresel Bulanık Küme yöntemleri ve DEMATEL, AHP ve VIKOR yöntemlerinin olduğu görülmektedir. Bu bölümde, hem risk analizi yöntemlerine yönelik yeni yaklaşımlar, hem de çok kriterli karar verme yöntemleri ve bulanık kümeler ile entegre edilerek geliştirilmiş yenilikçi risk analizi yöntem ve yaklaşımları irdelenmiştir (Tablo 1.1). Bu kapsamda gerçekleştirilmiş geliştirme çalışmaları şu şekildedir.

Papadakis ve Chalkidou tarafından, 2008 yılında hazırlanan "Tehlikeli maddeler içeren işyerlerinde mesleki riskin nicelleştirilmesinde maruz kalma zarar yaklaşımı" adlı çalışması, tehlikeli nesnelerle uğraşan endüstriyel operasyonel için risklerin yönetimine yönelik yeni bir yöntem önermektedir. Yazarlar, geleneksel nitel yöntemlerin doğru risk değerlendirmesi için yetersiz olduğunu savunmaktadır.

Dört temel değişkeni "bireysel karlılık riski" tabanlı yenilikçi bir risk analizi olarak önermektedir. Bu dört temel değişken; tehlike sıklığı, çalışanların bulunma olasılığı, çalışma bölümleri için tehlikenin meydana gelme potansiyeli ve etki dağılımı, çalışanların tehlikeli maddeye maruz kalmalarında zarar görme olasılıkları (Papadakis & Chalkidou, 2008).

Çelik ve Gül tarafından, 2021 yılında hazırlanan "Aralık tipi-2 bulanık kümeler ortamında entegre BWM ve MARCOS yaklaşımı kullanılarak baraj inşaatı güvenliği için tehlike tanımlama, risk değerlendirmesi ve kontrolü" adlı çalışma, baraj inşaatı sırasında patlatma işlemi yapılmasında etkili bir güvenlik yönetimi sağlamayı amaçlamaktadır. Yazarlar tehlike tanımlama, risk değerlendirmesi ve kontrolü için yeni bir risk analizi yaklaşımı önermektedir. Yöntemleri iki çok kriterli karar verme tekniğini birleştirir: BWM (En İyi-En Kötü) yöntemi, iki temel risk parametresinin göreceli önemini belirlemek için kullanılır; meydana gelme olasılığı ve sonuçların ciddiyeti. MARCOS (Alternatiflerin Ölçülmesi ve Uzlaşma Çözümüne Göre Sıralama) ağırlıklandırılmış risk parametrelerine göre belirlenen tehlikeleri önceliklendirmek için kullanılır. Ayrıca yazarlar görüşlerinde sıklıkla yer alan belirsizlik ve öznelliği hesaba katmak için yazarlar, BWM ve MARCOS çerçevesi içinde Aralık Tip-2 Bulanık Kümeleri (IT2FS) kullanırlar. Çalışmanın temel katkısı, IT2FS'ler altında BWM ve MARCOS'u entegre eden baraj inşaatı güvenliği için yeni, sektöre özgü bir yaklaşımın geliştirilmesidir (Celik & Gul, 2021).

Saedi ve diğerleri, 2014 yılındaki, "Hidroelektrik güç üretim tesisinde güvenlik ve risk değerlendirmesi için bir HIRARC modeli" adlı çalışmalarında, Malezya'daki bir hidroelektrik güç santralindeki güvenlik ve sağlık risklerini değerlendirmeye odaklanmaktadır. Yazarlar, tehlike tanımlama, risk değerlendirmesi ve risk kontrolünü içeren sistematik bir yaklaşım olan HIRARC modelini kullanmaktadır. Çalışma, kontrol listeleri, denetimler ve olay analizi yoluyla tesis içindeki potansiyel tehlikeleri belirler. Bu tehlikeler daha sonra düşük, orta ve yüksek risk seviyelerine göre kategorize edilmek üzere olasılıkları ve ciddiyetleri açısından değerlendirilir (Saedi vd., 2014).

Oliveira ve diğerleri, 2018 yılında "Karar analizi yoluyla mesleki sağlık ve güvenlik risk değerlendirmesini iyileştirme" adlı çalışmalarında, geleneksel risk matrislerinin sınırlamalarını belirler ve bir çözüm olarak IRIS yaklaşımını önerir.

IRIS yaklaşımı, yalnızca etki şiddetini değil, "etki değerini" de dikkate alarak riskin daha doğru ve ayrıntılı bir temsilini sağlamak için "değer risk matrislerini" kullanır. Çalışma, paydaş katılımını, eşleme araçlarını, karşılıklı bağımlılıkları modellemek için MACBETH-Choquet prosedürünü ve olasılık değerlendirmesi için bir sistemi içeren çok adımlı bir yöntemi ayrıntılı olarak açıklamaktadır. İSG'de risk değerlendirmesinin doğruluğunu ve etkinliğini artırmayı, daha iyi karar alma ve risk yönetimi stratejilerine yol açmayı amaçlamaktadır (Oliveira vd., 2018).

Gül ve diğerleri, 2017 yılındaki çalışmalarında, iki aşamalı bulanık çok kriterli bir yaklaşım kullanarak bir Türk hastanesindeki iş sağlığı ve güvenliği risklerini araştırmaktadır. Yazarlar, beş temel risk parametresini tartmak için Bulanık AHP kullanmaktadır. Kriterler şiddet, oluşum, tespit edilemezlik, bakıma duyarlılık ve kişisel koruyucu ekipmana duyarlılıktır. Daha sonra, her hastane bölümündeki tehlike türlerini sıralamak için Bulanık VIKOR'u kullanmaktadırlar. Bu araştırma, sağlık hizmetleri ortamlarında mesleki tehlikeleri değerlendirmek ve önceliklendirmek için yeni bir risk analizi yaklaşımı sunmaktadır (Gul vd., 2017).

Kokangül ve diğerleri, 2017 yılındaki "AHP ve Fine Kinney metodolojilerini kullanarak risk değerlendirmesi için yeni bir yaklaşım" adlı çalışmalarında, AHP ve Fine Kinney yöntemini birleştirerek risk değerlendirmesine yönelik yeni bir yaklaşım önermektedir. Yazarlar, Fine Kinney yönteminin risk değerlendirmesi için yaygın olarak kullanılmasına rağmen, AHP yönteminin dahil edilmesinin tehlikeler hakkında daha kapsamlı bir analiz sağlayabileceğini savunmaktadır. AHP yöntemi, tehlikeleri önemlerine göre önceliklendirmeye yardımcı olur ve Fine Kinney yöntemi tarafından belirlenen risk sınıflarıyla birlikte kullanılabilir. Yazarlar, bu iki yöntemin entegre edilmesinin iş sağlığı ve güvenliğindeki riskleri değerlendirmek ve yönetmek için daha etkili bir yol olduğunu sunmaktadır (Kokangül vd., 2017).

Adem ve diğerleri, 2018 yılındaki çalışmalarında, özellikle üretim aşamasında, rüzgar türbini endüstrisindeki mesleki güvenlik risklerini değerlendirmeye ve azaltmaya odaklanmaktadır. Yazarlar, endüstrinin hızla büyümesine rağmen, yüksek riskli yapısı nedeniyle sağlam güvenlik önlemlerine ihtiyaç duyduğunu savunmaktadır. Çalışma, rüzgar türbini üretimine göre uyarlanmış kapsamlı bir risk değerlendirme modelinin eksik olduğu mevcut literatürde bir boşluk tespit etmektedir. Bunu ele almak için yazalar, SWOT analizini HFLTS (Tereddütlü

Bulanık Dil Terim Seti) ile birleştiren yeni bir metodoloji önermektedir. SWOT analizi ve HFLTS'nin kullanımı risklerin daha kapsamlı ve ayrıntılı bir şekilde anlaşılmasını sağlarken, gerçek dünyadaki uygulama modelin pratikliğini ve etkinliğini göstermektedir (Adem vd., 2018).

Koulinas ve diğerleri, 2019 tarafından hazırlanan çalışmada, özellikle Yunan inşaat sektöründe inşaat sahalarındaki riskleri değerlendirmek ve önceliklendirmek için yeni bir çerçeve önerilmektedir. Yazarlar, önerdikleri yöntemde iki farklı yaklaşımı bir araya getirmektedir. Bulanık AHP, potansiyel ciddiyet ve olasılıklarına göre riskleri değerlendirmek ve önceliklendirmek için uzman bilgisinden ve deneyiminden yararlanır. Yöntemin bulanık tabanda genişletilmesi, uzman yargılarındaki belirsizliğin ele alınmasına olanak tanır. Orantılı Risk Değerlendirme Tekniği ise farklı risk faktörlerinin göreceli önemini hesaplamak için geçmiş kaza verilerini kullanır. Yazarlar, önerdikleri yöntemin uygulamasını bir vaka çalışmasıyla göstererek, Yunan inşaat sektöründe güvenliği ve karar vermeyi iyileştirmeye yönelik pratik etkilerini vurgulamaktadır (Koulinas vd., 2019).

Liu ve diğerleri 2019 yılındaki, çalışmalarında uzman yargılarındaki belirsizlikleri daha etkili bir şekilde ele almak için iyileştirilmiş bir FMEA (Hata Modu ve Etki Analizi) yöntemi sunar. Geleneksel FMEA genellikle risk değerlendirmelerinin öznel doğasını doğru bir şekilde yansıtmayabilecek net sayılara dayanır. Bu çalışma, uzmanların görüşlerini bir dizi değer ve tereddüt derecesiyle ifade etmelerine olanak tanıyan IVIFS (Aralık Değerli Sezgisel Bulanık Kümeler) kullanarak bu sınırlamayı ele alır (H. C. Liu vd., 2019).

Yılmaz ve Ozcan, 2019 yılında hazırladıkları çalışmalarında, inşaat sahalarındaki kaldırma araçlarının risk değerlendirmesi için yeni bir hibrit yöntem önermektedir. Bu yöntem, Fine-Kinney yaklaşımını AHP ile birleştirir. Fine-Kinney yöntemi, potansiyel tehlikelerin olasılığını, sıklığını ve ciddiyetini dikkate alarak toplam risk puanını hesaplamak için kullanılır. Daha sonra, uzman yargısına göre bu tehlikeleri önceliklendirmek için AHP kullanılır. Bu birleşik yaklaşım, kaldırma araçlarıyla ilişkili riskleri belirlemek, analiz etmek ve sıralamak için sistematik ve kapsamlı bir yol sağlar ve nihayetinde inşaat sahalarındaki güvenliği iyileştirmeyi amaçlar (Yılmaz & Özcan, 2019).

Yücesan ve Kahraman, 2019 yılında yayınladıkları çalışmalarında Pisagor Bulanık AHP kullanarak hidroelektrik santrali operasyonlarında risk değerlendirmesi ve önleme için bir model sunmaktadır. Yazarlar, azalan rezervler ve geleneksel enerji kaynaklarının artan fiyatları nedeniyle hidroelektrik santralinin artan önemini vurgulamaktadır (Yucesan & Kahraman, 2019).

Bakioğlu ve Atahan, 2021 yılındaki çalışmalarında, otonom araçlarda riskleri önceliklendirmek için yeni bir hibrit çok kriterli karar verme modeli önermektedir. Model, AHP ve TOPSIS (İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Sıra Tercihi Tekniği) ve VIKOR (Vlse Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) yöntemlerini entegre eder. Yazarlar uygulamada risk değerlendirmesiyle ilişkili içsel belirsizliği ele almak için PFS'lerden (Pisagor Bulanık Kümeler) yararlanır. Çalışma, uzman bilgisini alternatiflerin pratik değerlendirmeleriyle birleştirerek, mevcut yöntemlerde genellikle göz ardı edilen kriterler ve alternatifler arasındaki karşılıklı bağımlılığı ele alır (Bakioglu & Atahan, 2021).

Çelik ve Gül, 2021 yılındaki çalışmalarında, IT2FS'ler (Aralık Tipi-2 Bulanık Kümeler) altında BWM ve MARCOS yöntemlerini entegre ederek baraj inşaatı güvenliği için yeni bir yaklaşım önermektedir. Yazarlar, baraj inşaatı sırasında tehlike tanımlama, risk değerlendirmesi ve kontrole odaklanarak, bu yönlerin iş sağlığı ve güvenliği için önemini vurgulamaktadır (Celik & Gul, 2021).

Mo, 2021 yılında hazırladığı çalışmasında, rüzgar türbinlerinin yaşam döngüsündeki, özellikle üretim aşamasındaki güvenlik risklerini değerlendirmek için D-SWOT yöntemini tanıtmaktadır. Bu çalışma, riskleri işlemek ve sıralamak için D sayı teorisiyle risk faktörlerini belirlemek için SWOT analizini birleştirir. Yazar, bu yöntemin HFLTS gibi önceki yöntemlerden daha sezgisel ve özlü olduğunu ve bilgi işlemeyi basitleştirdiğini savunmaktadır. Bir rüzgar türbini firmasının vaka çalışması, yöntemin uygulamasını göstererek uzmanların riskleri nasıl belirlediğini ve D sayı teorisinin bunları nasıl nicelleştirdiğini ve sıraladığını göstermektedir. Çalışma ayrıca D sayı teorisinin pignistik olasılık dönüşümünün yeni bir özelliğini önermektedir (Mo, 2021).

Akram ve diğerleri, 2022 yılındaki çalışmalarında, tereddütlü pisagor bulanık kümeleri ve ELECTRE-I çok kriterli karar verme yaklaşımını kullanarak arıza modu ve etki analizinde risk değerlendirmesi için yeni bir yöntem önermektedir.

HPFS'ler (Tereddütlü Pisagor Bulanık Kümeler), olası birden fazla üye olma ve üye olmama derecesine izin vererek, olası arızaların ve risk faktörlerinin belirsiz değerlendirmelerini temsil etmede esneklik sağlar. Ortaya çıkan tereddütlü pisagor bulanık ELECTRE-I tekniği, arızaları değerlendirmek için tereddütlü Pisagor bulanık uyum/uyumsuzluk matrisleri oluşturur ve en kritik arıza modunu belirlemek için bir üstünlük karar grafiği kullanır. Önerilen yöntemin etkinliği, bebek kaçırma önleme ve kan nakli risk değerlendirmesindeki uygulamaları yoluyla gösterilmiş ve üstünlüğü, mevcut tekniklerle karşılaştırılarak vurgulanmıştır (Akram vd., 2022).

Chen ve diğerleri, 2022 yılındaki çalışmalarında, mesleki sağlık ve güvenlik risk değerlendirmesi için Fermatean bulanık dil kümelerini (FFLS), Kombine Uzlaşma Çözümü (CoCoSo) yöntemi ile entegre etmektedir. Ayrıca kriterlerin ağırlıklandırılması için BRAW yöntemini dahil etmişlerdir. Önerilen model, mesleki tehlikelerin daha iyi tanımlanmasını, değerlendirilmesini ve önceliklendirilmesini sağlayarak çalışma koşullarının ve işçi sağlığının iyileştirilmesine katkıda bulunmaktadır (Chen vd., 2022).

Ghoushchi ve diğerleri, 2022 yılındaki çalışmalarında, rüzgar türbinlerindeki arıza modlarını değerlendirmeye ve önceliklendirmeye odaklanmaktadır. Çalışma, küresel bulanık kümelere (SFS) dayalı hibrit çok kriterli karar verme yaklaşımını kullanır. Kriter ağırlıklarını belirlemek için Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oranı Analizi (SWARA) yöntemini ve arıza modlarını sıralamak için Kombine Uzlaşma Çözümü (CoCoSo) yöntemini birleştirir. Özellikle, kriter ağırlıklarını elde etmek için küresel bulanık bir SWARA yöntemi geliştirilir ve küresel bulanık bir ortamda arıza modlarını önceliklendirmek için küresel bulanık bir CoCoSo yöntemi kullanılır. Önerilen yaklaşım, arıza modlarının önceliklendirilmesini iyileştirmeyi, daha etkili bakım stratejilerine olanak sağlamayı ve nihayetinde rüzgar türbinlerinin güvenilirliğini ve performansını artırmayı amaçlamaktadır (Ghoushchi vd., 2022).

Wang ve diğerleri, 2022 yılındaki çalışmalarında, FMEA risk değerlendirmesi BWM ve TOPSIS yöntemlerini entegre eden PHFS (Olasılıklı Tereddütlü Bulanık Kümeler) tabanlı çok kriterli karar verme yöntemini önermektedir. Yöntem, net değerlerin kullanımı ve risk öncelik numarasının sınırlamaları gibi geleneksel FMEA'nın bazı eksikliklerini ele almaktadır (Z. C. Wang vd., 2022).

Badi ve Bouraima, 2023 yılındaki çalışmalarında, Libya'daki ulaşım kazaları için kritik risk faktörlerini yönetmek için bir karar modeli geliştirmeye odaklanmaktadır. Önerilen model, en kritik risk faktörlerini belirlemek amacıyla Geliştirilmiş Bulanık Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oranı Analizi (IMF-SWARA) yöntemini ve bu riskleri azaltma stratejilerini sıralamak amacıyla Kombine Uzlaşma Çözümü (CoCoSo) yöntemini kullanan bir hibrit yaklaşımdan oluşmaktadır (Badi & Bouraima, 2023).

Salamai, 2023 yılındaki çalışmasında, nötrosofik çok kriterli karar verme yaklaşımı kullanarak sel risklerini yönetmek için yeni bir yöntem önermektedir. Önerilen yöntem, Kombine Uzlaşma Çözümü (CoCoSo) tekniğini tek değerli nötrosofik kümeler ortamına entegre eder. Metodoloji iki temel prosedürü içerir. Ortalama Teknik ile kriter ağırlıklarının bilinmediği veya kesin olarak tanımlanmasının zor olduğu durumları ele alarak kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için kullanılır. Tek Değerli Nötrosofik Küme Tabanlı (SVNS) CoCoSo yöntemi, alternatifleri önceliklendirmek ve en uygun sel riski yönetim stratejisini seçmek için kullanılır (Salamai, 2023).

Wang ve diğerleri, 2023 yılındaki çalışmalarında, doğal gaz boru hattı inşaat projelerinde mesleki riskleri değerlendirmek için yeni bir yöntem önermektedir. Yazarlar, geleneksel Fine-Kinney modellerinin bu tür projelerin karmaşıklıklarını ve belirsizliklerini ele alma yeteneklerinin sınırlı olduğunu savunmaktadır. Bu nedenle, SFS (Küresel Bulanık Kümeler) ve CRADIS yöntemine dayalı yeni bir yöntem sunmaktadırlar. CSFS, risk bilgilerinin hem genliğini hem de periyodikliğini dahil ederek riskin daha ayrıntılı bir şekilde temsil edilmesini sağlar. Yöntem ayrıca, risk değerlendiricilerinin değişen uzmanlıklarını hesaba katmak için öncelikli ağırlıklı ortalama operatörü kullanır. Dahası, farklı risk faktörleri arasındaki etkileşimi dikkate almak için Choquet integrali dahil edilmiştir. Yazarlar, önerilen yöntemin uygulanabilirliğini ve etkinliğini bir doğal gaz boru hattı inşaat projesinin vaka çalışması aracılığıyla göstermektedir. Ayrıca, yaklaşımlarının sağlamlığını ve avantajlarını doğrulamak için duyarlılık ve karşılaştırmalı analizler yürütmektedirler. Makale, özünde, doğal gaz boru hattı inşaatı gibi karmaşık mühendislik projelerinde mesleki risklerin değerlendirilmesi için daha kapsamlı ve doğru bir yol sunmaktadır (W. Wang vd., 2023).

Eftekharzadeh ve diğerleri, 2024 yılındaki çalışmalarında, En İyi-En Kötü Yöntemi (BWM) ve Küresel Bulanık Kombine Uzlaşma Çözümünü (KB-CoCoSo) birleştiren entegre bir yaklaşım kullanarak laboratuvar hatalarını önceliklendirmeyi ve değerlendirmeyi amaçlamaktadır. BWM uygulanarak, şiddet, tespit edilebilirlik ve meydana gelme olasılığı gibi kriterler laboratuvar hatalarının doğasını hesaba katmak için ağırlıklandırılır. Daha sonra KB-CoCoSo, belirsizliği azaltarak ve karar vermeyi geliştirerek onsekiz tanımlanmış laboratuvar hatasını değerlendirmek ve önceliklendirmek için kullanılır. Sonuçları MOORA ve COPRAS gibi güvenilir yöntemler ile karşılaştırmışlardır (Eftekharzadeh vd., 2024).

Ju ve diğerleri, 2024 yılındaki çalışmalarında, geleneksel FMEA yöntemlerinin bazı eksikliklerini ele alan yeni bir yaklaşım öneriyor. İlk olarak, uzman görüşlerindeki belirsizlikleri ve muğlaklıkları ele almak için DST (Dempster-Shafer Teorisi) kullanıyorlar ve dilsel değişkenleri aralık inanç yapılarına dönüştürüyorlar. Bu, net sayılara dayanan geleneksel yöntemlere kıyasla belirsizliğin daha nüanslı bir temsiline olanak tanıyor. İkinci olarak, risk faktörlerinin ağırlıklarını belirlemek için BWM yöntemini tanıtıyorlar. Bu yöntem, inanç yapılarının aralıklarını dikkate alarak farklı risk faktörlerinin öneminde değişikliklere izin veriyor. Üçüncüsü, arıza modlarını önceliklendirmek için SMAA (Stokastik Çok Kriterli Kabul Edilebilirlik Analizi) ve MARCOS (Uzlaşma Çözümüne Göre Alternatiflerin Ölçümü ve Sıralama) yönteminin bir kombinasyonunu kullanmaktadırlar. Bu yaklaşım, risk değerlendirmesinde hem esnekliği hem de sağlamlığı dikkate alarak daha kapsamlı bir sıralama sağlamayı amaçlamaktadır. Önerilen çerçevelerinin, özellikle Endüstri 4.0 gibi karmaşık ortamlarda değerli olan FMEA'ya daha nesnel, sağlam ve esnek bir yaklaşım sunduğu sonucuna varırlar (Ju vd., 2024).

Yu ve diğerleri, 2024 yılındaki çalışmalarında, sıvılaştırılmış doğal gaz depolama tankı sızıntısı riskini değerlendirmek için geliştirilmiş bir Arıza Modu ve Etki Analizi yöntemi (FMEA) önermektedir. FFCCS-FMEA olarak adlandırılan yöntem, Fermatean Bulanık Kümeleri (FFLS) ve Kombine Uzlaşma Çözümü (CoCoSo) yöntemini entegre etmektedir. Çin'in Tangshan kentindeki bir doğalgaz depolama tankı sızıntısı olayının bir vaka çalışması, önerilen yöntemin uygulanabilirliğini ve etkinliğini göstermek için kullanılmıştır (Yu vd., 2024).

Literatür araştırması, denizcilik ve gemi inşa endüstrisindeki risk analizi araştırma çalışmaları ile devam etmektedir. Zhang ve arkadaşları 2019 yılındaki çalışmalarında, buzla kaplı sularda buz kırıcılar ve yardımlı gemiler arasındaki çarpışmalarla ilişkili risk faktörlerini araştırmaktadır. Yazarlar, bu risk faktörlerini beş seviyeye ayırmak için HFACS-SIBCI olarak adlandırılan değiştirilmiş bir İnsan Faktörleri Analizi ve Sınıflandırma Sistemi çerçevesi kullanmaktadır. Bu beş seviye güvenli olmayan eylemler, güvenli olmayan eylemler için ön koşullar, güvenli olmayan denetim, örgütsel faktörler ve dış faktörlerdir. Kaza raporlarını analiz ederek ve uzman bilgisini dahil ederek, çalışma bu özel denizcilik bağlamında çarpışmalara neden olan en önemli faktörleri belirlemekte ve sınıflandırmaktadır. Araştırma ayrıca, bu kazaların temel nedenlerini sistematik olarak değerlendirmek ve çarpışmalara yol açan en kritik unsurları belirlemek için FTA (Hata Ağacı Analizi) kullanmaktadır. Bulgular, buzkırma operasyonlarının karmaşıklıkları hakkında değerli bilgiler sağlıyor ve zorlu buzla kaplı sularda güvenliği artırmak ve kazaları önlemek için etkili risk kontrol stratejilerinin geliştirilmesine yönelik rehberlik sunuyor (M. Zhang vd., 2019).

Gündoğdu ve Shishavan 2021 yılındaki çalışmalarında, küresel bulanık kümeleri kullanan, AHP ve VIKOR yöntemlerini birleştiren Türkiye'deki tersaneler için yeni bir iki aşamalı risk değerlendirme yöntemi önermektedir. Yazarlar, bu yaklaşımın yüksek riskli tehlikeleri belirlemede ve iş güvenliğini sağlamada makul sonuçlar sağladığını ve sonuçların güvenilirliğini ve geçerliliğini göstermek için bir duyarlılık analizi ile desteklendiğini savunmaktadır. Önerilen yöntem, özellikle yüksek kaza oranları nedeniyle tersanelerde olmak üzere tüm endüstrilerde iş sağlığı ve güvenliğinin artan önemini vurgulamaktadır. Türk gemi inşa endüstrisinin büyümesi ve tersane operasyonlarının karmaşıklığı, sağlam risk değerlendirme prosedürlerine olan ihtiyacı daha da vurgulamaktadır (Gündoğdu & Seyfi-Shishavan, 2021).

Chang ve diğerleri, 2021 yılındaki çalışmalarında, Deniz Otonom Yüzey Gemileriyle (MASS) ilişkili potansiyel tehlikeleri araştırmaktadır. Yazarlar, MASS'ın denizcilik sektöründe artan güvenlik ve verimlilik vaat ederken, aynı zamanda yeni riskler de getirdiğini savunmaktadır. Bu riskleri ölçmek için çalışma, Kanıtsal Muhakeme ve Kural Tabanlı Bayes Ağı ile birleştirilmiş FMEA yöntemini kullanmaktadır. Bulgular, "insanlı gemilerle etkileşim ve nesnelerin tespiti"nin

MASS operasyonları için en önemli riski oluşturduğunu, bunu siber saldırılar, insan hatası ve ekipman arızasının izlediğini vurgulamaktadır. Çalışma, bu riskleri anlamanın, bunları azaltmak ve MASS'ın güvenli bir şekilde çalışmasını sağlamak için stratejiler geliştirmek açısından çok önemli olduğu sonucuna varmaktadır (C. H. Chang vd., 2021).

Tang ve diğerleri, 2020 yılındaki çalışmalarında, Fine-Kinney için genişletilmiş TODIM ve BWM yöntemini IT2FS (Aralıklı Tip-2 Bulanık Kümeler) ile birleştiren bir hibrit risk önceliklendirme yaklaşımı önermektedir. Bu yaklaşım, Fine-Kinney ekip üyelerinin psikolojik davranışlarını ve risk değerlendirmesinde bulunan yüksek belirsizliği hesaba katarak mevcut risk önceliklendirme yöntemlerinin sınırlamalarını ele almayı amaçlamaktadır. Yöntem, ekip üyelerinin risk değerlendirmelerindeki belirsizliği temsil etmek için IT2FS kullanır. BWM, risk parametrelerinin ağırlıklarını belirler ve TODIM yöntemi, önceliklendirme sürecinde ekip üyelerinin psikolojik davranışlarını modeller. Balast tankı bakımının bir vaka çalışması, önerilen yaklaşımın uygulamasını göstermektedir (Tang vd., 2021).

Xiang ve diğerleri, 2021 yılındaki çalışmalarında, yolcu gemisi inşaatı bağlamında mesleki sağlık ve güvenlik risklerini değerlendirmek için geliştirilmiş Sezgisel Bulanık TOPSIS modelinin geliştirilmesine odaklanmaktadır. Yolcu gemisi inşaatı, karmaşık süreçleri, uzun inşaat süreleri ve birden fazla paydaşın katılımı nedeniyle benzersiz zorluklar sunar. Geleneksel risk değerlendirme yöntemleri genellikle bu tür projelerdeki içsel belirsizlikler ve muğlaklıklarla mücadele edemez. Bu nedenle yazarlar, uzman görüşlerini dahil ederek ve risk değerlendirmelerinin belirsizliğini temsil etmek için sezgisel bulanık kümeleri kullanarak bu zorlukları ele almaktadır. Önerilen model, uzman yargılarından elde edilen öznel ağırlıklandırmayı, verilerin kendisinden türetilen nesnel ağırlıklandırmayla birleştirir. Modelin etkinliği, gerçek dünyadaki bir yolcu gemisi inşaat projesine pratik bir uygulama yoluyla gösterilmiş ve sonuçlar duyarlılık analizi ve diğer yerleşik risk değerlendirme yöntemleriyle karşılaştırma yoluyla doğrulanmıştır. Çalışma, geliştirilmiş sezgisel bulanık TOPSIS modelinin yolcu gemisi inşaatında mesleki sağlık ve güvenlik risk değerlendirmesine daha doğru ve sağlam bir yaklaşım sağladığı, daha iyi risk yönetimine ve nihayetinde daha güvenli çalışma koşullarına katkıda bulunduğu sonucuna varmıştır (Ziquan vd., 2021).

Zhang ve diğerleri, 2022 yılındaki çalışmalarında, iç su yollarındaki deniz trafiği akışının karmaşıklığını tahmin etmek için yeni bir yöntem sunmaktadır. Bu yöntem, AIS verilerinden elde edilen gemi seyahat süresi dizilerini kullanır ve Lempel-Ziv karmaşıklık algoritması ile TOPSIS'in bir kombinasyonunu kullanır. Lempel-Ziv algoritması, gemi seyahat süresi dizilerinin düzensizliğini ve öngörülemezliğini niceliksel olarak belirlerken, TOPSIS bu dizilerin karmaşıklığını sıralamak için kullanılır. Araştırmacılar, Yangtze Nehri'nden gerçek dünya verilerini kullanarak yöntemlerini doğruladılar ve çeşitli coğrafi konumlar ve zaman aralıkları arasında trafik akışı karmaşıklığını ayırt etmedeki etkinliğini gösterdiler. Çalışma, daha yüksek trafik akışı karmaşıklığı değerlerinin deniz trafiğinde artan düzensizlik ve öngörülemezlikle ilişkili olduğu ve bunun da daha yüksek kaza riskine yol açabileceği sonucuna varmıştır. Bu yöntem, özellikle yüksek trafik akışı karmaşıklığına sahip alanlarda trafik yönetimini optimize etmek ve deniz güvenliğini artırmak için değerli bilgiler sağlar (M. Zhang vd., 2022).

Ventikos ve diğerleri, 2023 yılındaki çalışmalarında, yolcu gemileri ve RoPax feribotları gibi büyük yolcu gemilerinin tahliyesiyle ilişkili riskleri analiz etmek ve değerlendirmek için tasarlanmış kapsamlı bir risk modeli sunmaktadır. Model, potansiyel güvenlik açıklarını belirlemek ve risk kontrol seçeneklerinin etkinliğini değerlendirmek için tüm tahliye sürecine odaklanarak onu farklı aşamalara ayırır. AB tarafından finanse edilen SafePASS projesinin bir parçası olarak geliştirilen model, mevcut araştırma ve uzman girdilerinden yararlanarak ETA (Olay Ağacı Analizi) ve Bayes ağları gibi tekniklerin bir kombinasyonunu kullanır. Acil durumlarda karar alma için yapılandırılmış bir çerçeve sağlamayı ve nihayetinde denizcilik sektöründeki güvenlik prosedürlerinin ve uygulamalarının iyileştirilmesine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Model, uygulamasını ve potansiyel faydalarını göstermek için bir temel senaryo ve belirli bir Risk Kontrol Seçeneği (RCO) ile gösterilmiştir (Ventikos vd., 2023).

Mao ve diğerleri, 2024 yılındaki çalışmalarında, derin denizlerde yüzen açık deniz rüzgar enerjisi projeleri için risk değerlendirmesine odaklanmaktadır. Uzman yargılarında bulunan belirsizliği ele almak için Tereddütlü Bulanık Dilsel Terim Kümelerini (HFLTS) ve Üçgen Bulanık Sayıları (TFN) içeren çok kriterli bir karar alma çerçevesi önermektedir. Önerdikleri modelde Analitik Ağ Prosesi (ANP) ve

Kriterlerin Kaldırma Etkilerine Dayalı Yöntem (MEREC: Method based on the Removal Effects of Criteria) yöntemlerini entegre etmişlerdir (Mao vd.,2024).

Mevcut literatür araştırmaları, Tablo 1.1'de özetlendiği gibi, mesleki riskleri değerlendirmek için bulanık kümelerin ve çok kriterli karar verme yaklaşımlarının kullanımı olmak üzere, risk değerlendirme yöntemlerini diğer tekniklerle kapsamlı bir şekilde entegre etmektedir. Ancak, çalışmalar iş ortamındaki operasyonel faaliyetlerle ilişkili risklere ilişkin üye olma, üye olmama ve tereddüt derecelerini dikkate almamaktadır. Mesleki risk değerlendirmelerinde uzman görüşlerini önemli ölçüde analiz sonuçlarına dahil etmektedir.

Literatürde yöntemlerin tespit edilen eksiklikleri şunlardır:

1. Artık Risk Değerlendirmesindeki Yetersizlik: İncelenen çalışmalarda (örneğin Fine Kinney kullanan Kokangül vd., 2017; Yılmaz & Ozcan, 2019; Wang vd., 2023) risk oluşma olasılığı değerlendirilirken yalnızca kontrol önlemlerinin alınmadığı durumlar dikkate alınmaktadır. Kontrol önlemleri uygulandıktan sonra bile kalan artık riskin değerlendirilmemesi, risk büyüklüğünün gerçekçi hesaplanmasını engellemektedir. FMEA kullanan (Liu vd., 2019; Ghoushchi vd., 2022; Eftekharzadeh vd., 2024) çalışmalarda da benzer şekilde artık risk değerlendirmesi eksiktir.

2. Potansiyel Hasar Değerlendirmesindeki Sınırlılıklar: Risk analizi yöntemlerinde (FMEA, Fine Kinney, HIRARC), riskin neden olabileceği potansiyel hasar yalnızca kontrol önlemlerinin alınmadığı durum için tanımlanmaktadır. Kalan riskin şiddetinin risk büyüklüğü hesaplamasına dahil edilmemesi, özellikle (Gündoğdu & Shishavan, 2021) gibi tersane çalışmalarında ve (Wang vd., 2023) gibi boru hattı inşaatı çalışmalarında önemli bir eksikliktir. Tehlikeli kimyasal deposu (Papadakis & Chalkidou, 2008) ve doğalgaz depo tankı (Yu vd., 2024) gibi yüksek riskli alanlarda bu eksiklik daha kritik hale gelmektedir.

3. Risk Altındaki Kişi Sayısı Parametresinin Yetersiz Değerlendirilmesi: Tablodaki çalışmalarda risk altındaki kişi sayısı kriteri hiç dikkate alınmamaktadır. Çalışma ortamındaki risklerden etkilenebilecek kişi sayısının risk büyüklüğüne etkisi, özellikle sağlık sektörü (Gul vd., 2017; Liu vd., 2019; Akram vd., 2022) ve inşaat sektörü (Koulinas vd., 2019; Yılmaz & Ozcan, 2019) çalışmalarında değerlendirilmemiştir. Denizcilik sektöründeki çalışmalarda (Gündoğdu &

Shishavan, 2021; Tang vd., 2021; Mao vd., 2024) bu kriter daha kritik olmasına rağmen, detaylı analizi eksiktir.

4. Sıklık Parametresinin Yetersiz Modellenmesi: Mevcut: Risk değerlendirmesinde sıklık parametresi genellikle basit kategorik değerlerle ifade edilmekte, zamansal boyutu yeterince yansıtmamaktadır. Günlük ve yıllık kullanım sıklığının risk büyüklüğüne etkisi, özellikle sürekli operasyonların olduğu üretim (Kokangül vd., 2017; Ju vd., 2024) ve enerji sektörü (Yucesan & Kahraman, 2019; Adem vd., 2018; Mo, 2021) çalışmalarında yeterince modellenememektedir. Laboratuvar (Eftekharzadeh vd., 2024) ve karayolları taşımacılığı (Badi & Bouraima, 2023) gibi farklı sıklık parametrelerine sahip alanlarda bu eksiklik daha belirgindir.

5. Belirsizlik Modellemesindeki Eksiklikler: Tablodaki çalışmalarda farklı belirsizlik modelleme yaklaşımları (TFN, PFS, SFS, IVIF) kullanılsa da, bu yaklaşımların risk değerlendirme kriterlerine entegrasyonu sınırlıdır. Özellikle artık risk, potansiyel hasar, kişi sayısı ve sıklık parametrelerindeki belirsizliklerin kapsamlı modellenememesi, risk değerlendirme sonuçlarının güvenilirliğini azaltmaktadır. SFS kullanan çalışmalarda (Ghoushchi vd., 2022; Wang vd., 2023; Gündoğdu & Shishavan, 2021) bile, bu modelleme yaklaşımının tüm risk parametrelerine entegrasyonu sınırlıdır.

Yukarıda belirtilen eksiklikler göz önüne alındığında, küresel bulanık küme tabanlı bir karar modeli, hem analiz ortamındaki belirsizliği hem de farklı operasyonlardan kaynaklanan ve çalışanları etkileyen tehlikeli durumları daha kapsamlı ele alabilir. Özellikle AHP ve CoCoSo gibi güçlü ÇKKV yöntemlerinin küresel bulanık kümelerle entegrasyonu, risk değerlendirme süreçlerinde daha sağlam ve gerçekçi sonuçlar elde edilmesini sağlayabilir.

**Tablo 1.1** Literatür araştırması özet tablo

| Referans | Risk Analizi Yöntemleri | Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi | Modelleme | Uygulama Alanı |
|---|---|---|---|---|
| (Papadakis & Chalkidou, 2008) | - | AHP, BWM | TFN | Tehlikeli Kimyasal Deposu |
| (Saedi vd., 2014) | HIRARC | - | - | Hidroelektrik Güç Santrali |
| (Gul vd., 2017) | - | AHP, VIKOR | TFN | Sağlık Sektörü |
| (Kokangül vd., 2017) | Fine Kinney | AHP | - | Makine İmalatı |
| (Oliveira vd., 2018) | - | IRIS, MACBETH | - | - |
| (Adem vd., 2018) | - | SWOT | HFS | Rüzgar Enerji Santrali |
| (Yucesan & Kahraman, 2019) | - | AHP | PFS | Hidrpelektrik Güç Santrali |
| (Koulinas vd., 2019) | - | AHP | TFN | İnşaat |
| (Liu vd., 2019) | FMEA | MABAC | IVIF | Sağlık Sektörü |
| (Yılmaz & Ozcan, 2019) | Fine Kinney | AHP | - | İnşaat |
| (Bakioglu & Atahan, 2021) | - | AHP, TOPSIS, VIKOR | PFS | Otomotiv Sektörü |
| (Mo, 2021) | - | SWOT | D Sayı Teorisi | Rüzgar Enerjisi Santrali |
| (Celik & Gul, 2021) | - | BWM, MARCOS | IT2F | Baraj İnşaatı |
| (Akram vd., 2022) | - | ELECTRE-I | HPFS | Sağlık Sektörü |
| (Chen vd., 2022) | - | BRAW, CoCoSo | FFLS | Doğalgaz Boru İnşaatı |
| Ghoushchi vd., 2022) | FMEA | SWARA, CoCoSo | SFS | Rüzgar Türbini |
| (Badi & Bouraima, 2023) | - | SWARA, CoCoSo | TFN | Karayolları Taşımacılığı |
| (Salamai, 2023) | - | CoCoSo | SVNS | Afet Riski |
| (Eftekharzadeh vd., 2024) | FMEA | BWM, CoCoSo, MOORA, COPRAS | SFS | Laboratuvar |
| (Yu vd., 2024) | FMEA | CoCoSo | FFLS | Doğalgaz Depo Tankı |
| (Wang vd., 2022) | FMEA | BWM, TOPSIS | PHFS | Makine İmalatı |
| (Wang vd., 2023) | Fine Kinney | CRADIS | SFS | Boru Hattı İnşaatı |
| (Ju vd., 2024) | FMEA | BWM, SMAA-MARCOS | - | Üretim |
| (Zhang vd., 2019) | HFACS, FTA | - | - | Denizcilik |
| (Gündoğdu & Shishavan, 2021) | Fine Kinney, FMEA | AHP, VIKOR | SFS | Tersane |
| (Chang vd., 2021) | FMEA | TODIM, BWM | Bayes Teoremi | Denizcilik |

**Tablo 1.1** Literatür araştırması özet tablo (devamı)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| (Tang vd., 2021) | Fine Kinney | TOPSIS | IT2F | Tersane |
| (Ziquan vd., 2021) | - | SWARA, TOPSIS | IFS | Denizcilik |
| (Zhang vd., 2022) | - | - | Lempel–Ziv Algoritması | Denizcilik |
| (Ventikos vd., 2023) | ETA | - | Bayes Teoremi | Denizcilik |
| (Mao vd., 2024) | - | ANP, MEREC | HFLTS, TFN | Denizcilik |

## 1.2Tezin Amacı

Sürdürülebilir iş sağlığı ve güvenliği yönetiminde, iş kazası ve meslek hastalıklarını meydana gelmeden önleyebilmek için sektöre özgü olarak hazırlanmış risk değerlendirmesinin yeri oldukça önemlidir. Mevcut risk analiz yöntemleri ve uygulamaları yetersiz kalmakta, risklerin daha derinlemesine analizi için yenilikçi yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle tez çalışmasında, çok tehlikeli sektörde yer alan tersane işletmeleri için kapsamlı bir mesleki tehlike tespitine yer veren, riskleri önceliklendirme, düzeltici ve önleyici faaliyetleri organize etmeye yönelik küresel bulanık küme tabanlı çok kriterli bütünleşik karar modeli yaklaşımı önerilmiştir. Önerilen karar modeli yaklaşımlarının kullanılması ile risklerin daha güçlü analiz edilmesi, iş sağlığı ve güvenliği yönetiminde sürdürülebilirliğin geliştirilmesine katkıda bulunulması beklenir.

## 1.3 Orijinal Katkı

Bu tez çalışması, çeşitli iş operasyonlarının bir araya geldiği tersane sektörü gibi karmaşık çalışma ortamlarında kapsamlı mesleki sağlık ve güvenlik risk değerlendirmesine olanak sağlayan yeni bir karar modeli sunuyor. Literatür taramasında risk değerlendirme çalışmalarının çoğunlukla sağlık, üretim ve inşaat sektöründe uygulandığı, tersane sektöründe olan çalışmaların ise incelenen çalışmaların küçük bir kısmını oluşturduğu görülmektedir. AHP, literatürde en yaygın kullanılan ÇKKV yöntemlerinden biridir. (Papadakis ve Chalkidou, 2008), (Gul vd., 2017), (Kokangül vd., 2017), (Yucesan & Kahraman, 2019), (Koulinas vd., 2019), (Yılmaz & Ozcan, 2019), (Bakioglu & Atahan, 2021) ve (Gündoğdu & Shishavan, 2021) çalışmalarında kullanılmıştır. Genellikle TFN (Üçgensel Bulanık Sayılar) modellemesi ile birlikte kullanılmıştır. CoCoSo daha yeni bir yöntem

olarak (Chen vd., 2022), (Ghoushchi vd., 2022), (Badi & Bouraima, 2023), (Salamai, 2023), (Eftekharzadeh vd., 2024) ve (Yu vd., 2024) çalışmalarında görülmektedir. Farklı modelleme yaklaşımlarıyla (FFLS, SFS, TFN, SVNS) entegre edilmiştir. SFS, daha yeni bir modelleme yaklaşımı olarak (Ghoushchi vd., 2022), (Eftekharzadeh vd., 2024), (Wang vd., 2023) ve (Gündoğdu & Shishavan, 2021) çalışmalarında ve genellikle CoCoSo, CRADIS, VIKOR gibi ÇKKV yöntemleriyle birlikte kullanılmıştır. Küresel Bulanık Kümeler (SFS), AHP, ve CoCoSo entegrasyonu, risk analizi ve çok kriterli karar verme literatüründe belirgin bir boşluğu dolduracak potansiyele sahiptir. Bu entegrasyon kriter ağırlıklandırmada karar vericilerin belirsizliklerini ortadan kaldırmada KBAHP, mesleki riskleri sıralamada BCoCoSo aşamalarını bütünleşik bir çerçevede ele alarak metodolojik bir yenilik sunacaktır. Özellikle karmaşık ve çok boyutlu risk değerlendirme problemlerinde daha kapsamlı ve sağlam sonuçlar elde edilmesini sağlayabilecektir. Henüz bu üçlü entegrasyonun test edilmediği sektörlerde (tersane, enerji, ulaşım, sağlık vb.) uygulanarak, sektöre özgü risk değerlendirme ve karar verme süreçlerine yeni bir bakış açısı getirecektir. Bu nedenle bu çalışmanın özgün yönü ise aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

i. Fine- Kinney ve Tehlike Derecelendirme Sayı Sistemi (HRNS) yöntemlerinden dört risk unsuru Şiddet, Frekans, Olasılık ve Tehlike Altındaki Kişi Sayısı risk değerlendirme kriteri olarak ilk kez beraber kullanılmıştır.
ii. Tersane sektöründe mesleki risklerin değerlendirmesinde Küresel Bulanık AHP ve Bulanık CoCoSo entegresyonu ile literatürde risk değerlendirme yaklaşımlarına yenilikçi bir karar modeli eklenmiştir.
iii. Tersane sektörü ve İş güvenliği yöneticileri için somut ve kullanılabilir bir karar destek sistemi sunulmuştur.
iv. Mesleki Risklerin daha doğru önceliklendirilmesiyle kazaların ve meslek hastalıklarının azaltılmasına katkı sağlanmıştır.
v. Mesleki risklerin güçlü analizi ile operasyonel maliyetlerin düşürülmesi ve verimliliğin artırılması sonucu sürdürülebilir İSG yönetiminin güçlendirilmesi sağlanmıştır.

# 2

# SÜRDÜRÜLEBİLİR SAĞLIK VE GÜVENLİK YÖNETİMİNDE MESLEKİ RİSKLERİN DEĞERLENDİRMESİ

## 2.1 Sürdürülebilirlik Kavramı

"Sürdürülebilir" kavramı, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğini tehlikeye atmadan bugünün ihtiyaçlarını karşılama fikrini savunur. Sosyal ilerleme, ekonomik kalkınma ve çevresel koruma konularında bir denge kurmakla ilgilenir. Sürdürülebilirliğin temel yönlerini üç başlık altında toplayabiliriz. Bunlar çevresel sürdürülebilirlik, sosyal sürdürülebilirlik ve ekonomik sürdürülebilirliktir (Jain vd., 2024).

### 2.1.1 Çevresel Sürdürülebilirlik

Çevresel sürdürülebilirlik tüm insanlar ve gelecek nesiller için doğal kaynakları ve ekosistemi korunma çalışmalarını kapsar. Temelinde, yenilenebilir kaynakları tasarruflu bir şekilde kullanmak ve yenilenemeyen kaynakların tükenmesini en aza indirmek, çevresel bozulmayı önlemek için atığı, emisyonu ve kirliliği en aza indirmek, sera gazı emisyonlarını azaltmak ve iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlamak, ekosistem ve yaşam çeşitliliğini korumak yer alır.

### 2.1.2 Sosyal Sürdürülebilirlik

Sosyal sürdürülebilirliğin temelinde dil, din, cinsiyet ve ırk ayırt etmeksizin herkes için kaynaklara, fırsatlara ve iyi bir yaşam kalitesine adil erişim sağlamak, temel insan haklarını korumak ve sosyal adaleti teşvik etmek, toplumun tüm üyeleri için

fiziksel, ruhsal ve sosyal refahı destekleyen koşullar yaratmak, kişisel ve profesyonel gelişim için kaliteli eğitime ve fırsatlara erişim sağlamak bulunur.

### 2.1.3 Ekonomik Sürdürülebilirlik

Ekonomik sürdürülebilirlik kapsayıcı, dayanıklı, insanlara veya gezegene zarar vermeyen ekonomik büyüme ve gelişmeyi hedefler. Temelinde, çevresel etkiyi ve kaynak kullanımını en aza indiren iş uygulamalarını teşvik etmek, adil ücretler, güvenli çalışma koşulları ve eşit istihdam fırsatları sağlamak, sürdürülebilir teknolojilerin ve çözümlerin araştırılmasına ve geliştirilmesine yatırım yapmak ve hem kısa vadeli hem de uzun vadeli sonuçları göz önünde bulunduran ekonomik kararlar almayı gerektirir.

Sürdürülebilirliğin bu üç başlığının birbirine bağlı olduğunu belirtmek önemlidir. Örneğin, çevresel bozulma yoksulluk ve işsizlik gibi sosyal sorunlara yol açabilirken, ekonomik eşitsizlik çevreyi koruma çabalarını engelleyebilir. Çalışanların refahını korumak için güvenli ve sağlıklı bir çalışma ortamı yaratmak, tüm iş ilişkilerinde dürüstlük, şeffaflık ve adaletle çalışmak, işletmelerin faaliyet gösterdiği topluluklara olumlu katkıda bulunmak iş sağlığı ve güvenliği kavramının sürdürülebilirlik için önemini göstermektedir.

Sürdürülebilirlik, sürekli iyileştirmenin devam ettiği bir süreçtir. Herkes için daha adil ve sürdürülebilir bir dünya yaratmak için zihniyetlerde, davranışlarda ve sistemlerde bir değişim gerektirir.

## 2.2 Sürdürülebilir İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetimi

Mesleki sağlık ve güvenlikte sürdürülebilirlik, yalnızca anlık riskleri en aza indirmenin ötesine geçer ve uzun vadede çalışanların refahını koruyan ve geliştiren bir çalışma ortamı yaratmayı amaçlar. Çalışmanın yalnızca bugün güvenli olmasını değil, aynı zamanda gelecekte sağlıklı ve üretken bir iş gücüne katkıda bulunmasını sağlamak için çevresel, sosyal ve ekonomik faktörleri entegre eder. İş sağlığı ve güvenliğinde sürdürülebilirliğin en temel unsuru çalışanların sağlığını korumaktır. Sürdürülebilir iş sağlığı ve güvenliği yönetimi mesleki tehlikeleri tanımlayarak, risk değerlendirmesi ve kontrol önlemleri yoluyla iş kaynaklı yaralanmaları, hastalıkları ve ölümleri önlemeyi amaçlar. Sürdürülebilir bir yaklaşım, fiziksel, zihinsel ve sosyal faktörleri göz önünde bulundurarak çalışan sağlığını ve refahını teşvik eder.

Sürdürülebilir İSG uygulamaları, iş faaliyetlerinin çevresel etkisinide dikkate alır. Bu nedenle çevresel sorumluluk atıkların en aza indirilmesi, emisyonların azaltılması, enerji tasarrufu ve çevre dostu malzemeler kullanılmasını gerektirmektedir. Çevre yönetim sistemleri iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemleriyle entegrasyonunu ele alarak bu alanların birbiriyle bağlantılı olduğunu gösterir (Mohamad vd., 2014).

Ortak refah hedefi ve sosyal eşitlik, tüm çalışanlar için adil çalışma uygulamalarını, eşit fırsatları ve makul çalışma koşullarını içerir. Çeşitlilik, kapsayıcılık ve çalışan hakları gibi konuları ele alır (Bourahla vd., 2024).

Ekonomik boyutta sürdürülebilir iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları, sağlıklı ve üretken bir iş gücünün uzun vadeli ekonomik başarı için gerekli olduğunu savunur. Bu nedenle, iş sağlığı ve güvenliğine yapılan yatırımın yaralanmalar, hastalıklar ve kaybedilen üretkenlikle ilişkili maliyetleri azalttığını kabul eder (Elsawy & Youssef, 2023).

Sürdürülebilirlik devam eden bir süreçtir. Bu nedenle değişen çalışma ortamlarına ve ortaya çıkan yeni risklere karşı tedbirler geliştirmek ve uyum sağlamak için iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının düzenli olarak izlenmesini, değerlendirilmesini ve sürekli iyileştirilmesini gerektirir (Alkaissy vd., 2022).

## 2.3 Tersane Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği

Tersaneler ağır ve tehlikeli işlerle donatılmıştır; ağır makineler, yüksekte çalışma, tehlikeli maddelere maruz kalma ve zorlu fiziksel iş gücü bunlardan bazılarıdır. Tersane çalışmaları, bireyleri ciddi yaralanmalara veya ölümlere yol açabilecek çok sayıda tehlikeye maruz bırakacak etkilere sahiptir. İş sağlığı ve güvenliği önlemleri, bu riskleri azaltmak ve güvenli bir çalışma ortamı sağlamak için gereklidir. Tersaneler, çalışan güvenliği ve sağlığı ile ilgili katı yasal çerçeveler ve düzenlemeler altında faaliyet gösterir. Çünkü, sağlık ve güvenlik uygulamalarına uymak yalnızca ahlaki bir gereklilik değil, aynı zamanda yasal bir zorunluluktur. Güvenli ve sağlıklı bir iş gücü, üretken bir iş gücünü temsil etmektedir. İş kazaları ve mesleki hastalıklar, tersanenin kârını etkileyen, duruş sürelerine, tazminat taleplerine ve üretkenliğin azalmasına yol açan faktörlerdir. Güçlü sağlık ve güvenlik kayıtlarına sahip tersaneler; çalışanlar, müşteriler ve toplum üzerinde

güven oluşturur. Bu durum, etik ve sürdürülebilir uygulamalara olan bağlılığı gösterir (Okumus vd., 2023).

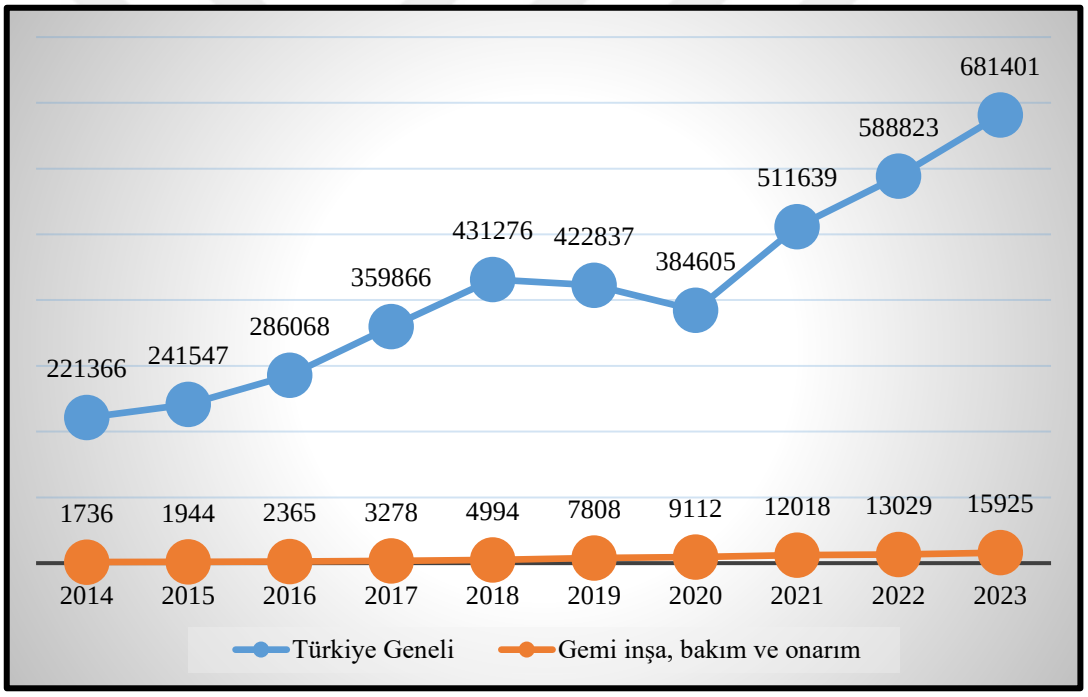
2014-2023 yılları arasındaki SGK istatistikleri ‘Gemi ve Teknelerin Bakım ve Onarımı’, ‘Gemilerin ve Yüzen Yapıların İnşası’ ve ‘Eğlence ve Spor Amaçlı Teknelerin Yapımı’ konu başlıkları altında incelenmiştir. Türkiye genelinde ve gemi inşa, bakım ve onarım faaliyetleri kapsamında ölümlü ve iş gücü kayıplı iş kazası verileri Tablo 2.1’de sunulmaktadır.

**Tablo 2.1** 2014-2023 Yılları arasında gemi inşa, bakım ve onarım sektöründe yaşanan iş kazaları (İnternet: SGK İstatistik Yılları, 2024)

| Yıllar | Sigortalı Çalışan Sayısı | | İş Kazası Sayısı | | Ölümlü İş Kazası Sayısı | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Türkiye Geneli | Gemi inşa, bakım ve onarım | Türkiye Geneli | Gemi inşa, bakım ve onarım | Türkiye Geneli | Gemi inşa, bakım ve onarım |
| 2014 | 19821822 | 46356 | 221366 | 1736 | 1626 | 9 |
| 2015 | 20773227 | 44657 | 241547 | 1944 | 1252 | 7 |
| 2016 | 21131838 | 42622 | 286068 | 2365 | 1405 | 4 |
| 2017 | 22280463 | 46680 | 359866 | 3278 | 1636 | 4 |
| 2018 | 22072840 | 53158 | 431276 | 4994 | 1542 | 6 |
| 2019 | 22000964 | 66696 | 422837 | 7808 | 1149 | 8 |
| 2020 | 23344547 | 76319 | 384605 | 9112 | 1240 | 12 |
| 2021 | 22434929 | 79886 | 511639 | 12018 | 1394 | 4 |
| 2022 | 26344234 | 174171 | 588823 | 13029 | 1517 | 10 |
| 2023 | 25358022 | 166317 | 681401 | 15925 | 1966 | 13 |

2014 yılında gemi inşa, bakım ve onarım iş kollarında 1 736 adet iş kazası ve 9 adet ölümlü iş kazası meydana gelmiştir. 2023 yılı içinde 15 925 iş kazası ve 13 ölümlü iş kazası yaşanmıştır. Türkiye genelinde 2014 yılı sigortalı çalışan sayısı, 2023

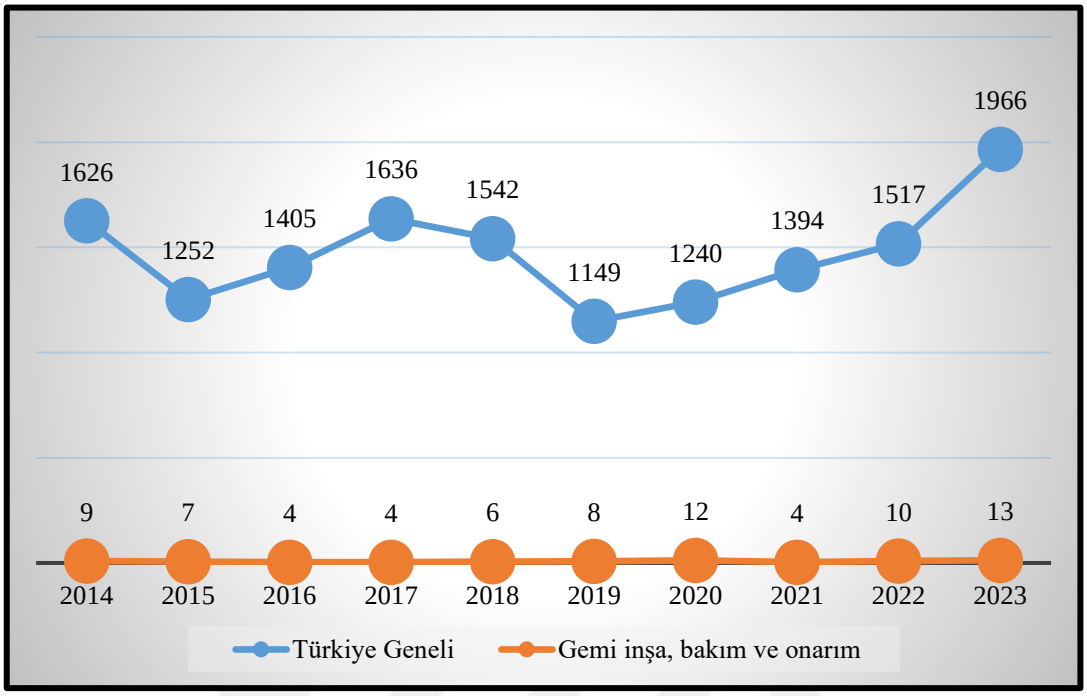
yılında yaklaşık 1/4 kat artış gösterirken iş kazası sayıları 3 kattan fazla artışa uğramıştır. SGK istatistiklerine göre; 2023 yılında Türkiye'de istihdam sayısı 2014 yılına kıyasla % 27,9 artarken iş kaza sayısı % 207,8 artışa uğramıştır, gemi inşa, bakım ve onarım sektöründe ise istihdam % 258 artarken kaza sayıları % 814 oranda artışa uğramıştır. Bu yüzde oranlar gemi inşa, bakım ve onarım sektöründe yaşanan kazaların çok ciddi boyutta olduğunu ve sektörün Türkiye'deki genel duruma göre daha kötü bir vaziyette olduğunu kanıtlamaktadır. Özellikle son üç yıl içinde ciddi bir oranda yükseliş olduğu kesindir. Tersanelerde yaşanan ölümlü iş kazaları Türkiye genelindeki verilere oranla daha düşük olasada, sektörde istihdam eden çalışan sayısına oranla oldukça fazladır. Yaşanan ölümlü ve ölümlü olmayan iş kazalarının sayıca fazla olması sektörün Türkiyedeki genel duruma kıyasla daha kötü bir durumda bulunduğunu göstermektedir.




**Şekil 2.1** 2014-2023 Yılları arasında gemi inşa, bakım ve onarım iş kollarında yaşanan iş kazaları (İnternet: SGK İstatistik Yılları, 2024)

2014 yılında gemi inşa, bakım ve onarım sektöründeki iş kazası sayısı Türkiye genelindeki iş kazaları sayısının % 0,78'ini oluştururken, 2023 yılında bu oran % 2,33'e yükselerek %1,55 artış göstermiştir (Şekil 2.1). 2014 yılında gemi inşa, bakım ve onarım sektöründe ölümlü iş kazası sayısı Türkiye genelindeki ölümlü iş kazası sayısının % 0,55'ini oluştururken, 2023 yılında bu oran % 0,66 'ya yükselerek % 0,11 oranında bir artış meydana gelmiştir. Ölümlü iş kazalarının

yaşanması bakımından bu oran sektörde sürdürülebilir sağlık ve güvenlik yönetimi çalışmalarının geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir (Şekil 2.2).




**Şekil 2.2** 2014-2023 Yılları arasında gemi inşa, bakım ve onarım iş kollarında yaşanan ölümlü iş kazası oranları (İnternet: SGK İstatistik Yılları, 2024)

## 2.4 Tersanelerde İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları

Tersanelerdeki iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları, çalışanları bu sektörde mevcut olan birçok tehlikeden korumak için tasarlanmıştır. Bu uygulamalar çok yönlü bir çok faktörü kapsar ve farklı tersane faaliyetleriylede ilişkili belirli riskleri ele alacak şekilde düzenlenir (R. Liu vd., 2023). Tersanelerde yaygın olarak uygulanan bazı temel iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları şunlardır:

- Tehlike tanımlama ve risk değerlendirmesi

Potansiyel mesleki tehlikeleri belirlemek için tersanede düzenli rutin denetimler yapılmalıdır. Örneğin: yüksekte çalışma, kapalı alanlarda çalışma, sıcak çalışma (kaynak, kesme), makine kullanımı, tehlikeli maddelere maruz kalma (boyalar, çözücüler, asbest), gürültü ve titreşim gibi. Mesleki tehlikelerin tanımlanması sonrası, kontrol önlemlerine öncelik vermek için risk analizi çalışmaları yapılır. Bu çalışmalar tehlikelinin potansiyel sonucunun olasılığını ve ciddiyetini değerlendirmek için gerçekleştirilir (İnanlı & Özbakır, 2024).

- Kontrol önlemleri

Tehlikeleri ortadan kaldırmak veya azaltmak için işyerinde öncelikle mühendislik önlemlerine başvurulur. Örneğin: hareketli parçalarla teması önlemek için makine korumaları, duman ve tozu gidermek için havalandırma sistemleri, yüksekten düşmeyi önlemek için koruma sistemleri (koruyucu korkuluklar, yaşam ağları), gürültü seviyelerini azaltmak için gürültü bariyerleri gibi uygulamalardır. Mühendislik önlemleri ile beraber idari kontrol önlemleri uygulanmalıdır. Bunlar güvenli çalışma prosedürleri, politikaları ve eğitim programlarını kapsayan çalışmalardır. İdari kontroller sırasıyla; tehlikeli görevler için çalışma izni sistemleri, tekrarlayan görevlere veya tehlikeli maddelere maruziyeti en aza indirmek için iş rotasyonu, iş sağlığı ve güvenliği kurul toplantıları şeklinde tanımlanmaktadır. Son olarak toplu koruma yöntemlerini uyguladıktan sonra kişisel koruma önlemleri alınmalıdır. Çalışanlara mesleki riskleri önlemeye yönelik kişisel koruyucu ekipman temin etmek ve bunların doğru kullanımını sağlamak ile ilgili çalışmaları kapsayan uygulamalardır. Örneğin; baret kullanımı, göz koruyucuları, işitme koruması, solunum koruması, koruyucu giysiler (eldivenler, tulumlar), emniyet kemeri ve iş ayakkabıları gibi (Söner & Kandemir, 2022).

- Acil durum hazırlığı

Tüm işyerleri kendi organizasyon yapılarına uygun acil durum müdahale planı hazırlamakla yükümlüdür. Bu planlar genel olarak deprem, yangın, patlama, kimyasal sızıntı, tıbbi acil durum, terör ve saldırı gibi çeşitli senaryoları kapsar. 6331 Sayılı Kanun, işyerlerinde acil durumlar hakkında yönetmelik gereğince, işverenler çalışanlarına acil durumlar hakkında eğitim programları hazırlamakla yükümlüdür. Bu eğitimler sırasıyla, tahliye yolları ve toplanma noktaları, arama, kurtarma, koruma, ilk yardım ve yangın söndürme cihazı kullanımı gibi konuları içermelidir. Ayrıca, acil durum hazırlığı çalışmalarının yetkinliğinden emin olmak için düzenli olarak her yıl acil durum tatbikatları yapılması zorunludur (Tümer, 2024).

- Periyodik sağlık hizmetleri

Çalışanların gürültü kaynaklı işitme kaybı veya asbest maruziyeti gibi belirli tehlikelere maruz kalma durumlarını izlemek için gerekli olan işe girişlerden önce sağlık raporu alınması ve periyodik sağlık muayene uygulanmalıdır. Tersane

sektörü çok tehlikeli sınıfta yer aldığı için çalışanlar işe girişlerde ağır ve tehlikeli işlerde çalışır raporuna sahip olmalıdır. İşe girişlerinden sonra her yıl periyodik sağlık muayeneleri işyeri hekimi tarafından gerçekleştirilmelidir. Çalışanların meslek hastalığına yakalanmaması için bu tür tıbbi muayeneler oldukça önemlidir (Jones vd., 2019).

- Eğitim ve öğretim çalışmaları

Tüm yeni çalışanlara işe başlamadan önce kapsamlı sağlık ve güvenlik oryantasyon eğitimi verilmelidir. Ayrıca makinelerin güvenli bir şekilde çalıştırılması, tehlikeli maddelerin kullanımı ve diğer sektöre özel güvenlik prosedürleri hakkında işe özel eğitim programları hazırlanması ve çalışanlara periyodik olarak bu eğitimler tekrarlanmalıdır. Güvenlik protokollerini güçlendirmek ve çalışanları yeni tehlikeler veya düzenlemeler hakkında güncellemek için düzenli yenileme eğitimleri verilmelidir. Çok tehlikeli sektörler için temel iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri her yıl tekrarlanır (T. E. Kim & Gausdal, 2020).

- Sürekli iyileştirme faaliyetleri

Kök nedenleri belirlemek ve düzeltici eylemleri uygulamak için tüm kazaları, kazaya yakın durumları ve tehlikeli olayları kapsamlı bir şekilde araştırmak gerekmektedir. Kök neden analizi çalışmaları ile iş kazalarının önüne geçilebilir. İş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının etkinliğini değerlendirmek ve iyileştirme alanlarını belirlemek için düzenli saha denetimleri yapılmalıdır. Saha denetimleri ile birlikte çalışanlar ile daha iyi iletişim kurmak mümkün olup, güvenlik kültürünü teşvik etmek için çalışanları güvenlik komitelerine ve tehlike raporlamasına dahil etmeye teşvik etmek iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarının sürdürülebilirliği için oldukça önemlidir. Mesleki risklerin analizi ve kabul edilebilir düzeye getirilmesi için yapılan düzeltici ve önleyici faaliyetler de sürekli iyileştirmeyi destekleyen çalışmalardır (Çoban vd., 2021).

Dünya çapındaki hükümetler, gemi yapımı gibi tehlikeli endüstrilerde çalışanların sağlığını ve güvenliğini korumak için katı yasalar ve düzenlemeler çıkarmıştır. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) gibi kuruluşlar, birçok ülkenin benimsediği ve uyguladığı iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili olanlar da dahil olmak üzere uluslararası çalışma standartları belirlemektedir. Gemi inşa dernekleri ve sınıflandırma toplulukları genellikle sektör içinde güvenlik kültürü oluşumunu teşvik ederek iş

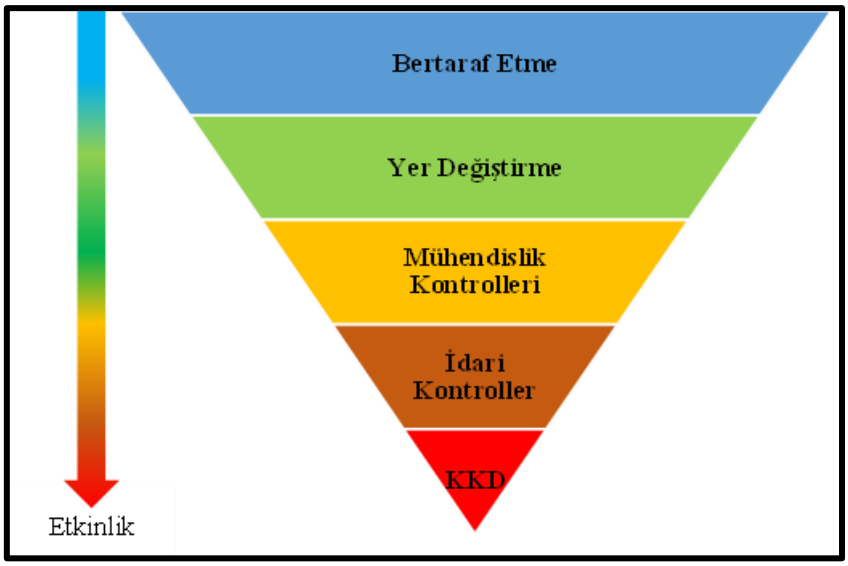
sağlığı ve güvenliği için en iyi uygulamaları ve yönergeleri belirlemeyi amaçlamaktadır.

Ülkemizde ise tüm sektörler dahil olmak üzere tersane sektörü içinde geçerli olmakla beraber iş sağlığı ve güvenliği kurallarının uygulanması için geniş bir iş sağlık ve güvenlik mevzuatı mevcuttur. 6331 Sayılı Kanun ve yönetmelikleri işveren ve çalışanları kapsayan görev, yetki ve sorumlulukları açıklamaktadır.

## 2.5 Risk Değerlendirmesi ve Yönetimi

Risk değerlendirmesi, potansiyel tehlikeleri belirlemek ve bunların oluşturduğu riskleri analiz etmek için kullanılan sistematik bir yönetim sürecini temsil eder. Kazaları, yaralanmaları ve mesleki hastalıkları önlemeyi amaçlayan güvenlik yönetimine yönelik proaktif bir yaklaşımdır. Tüm yönetim sistemleri ortak olarak altı yönetim stratejisini kullanır. Bunlar; liderlik taahhüdü, yönetim sistemi politikası ve planla, uygula, kontrol et, önlem al (PUKÖ) döngüsünün tekrarıdır. Yönetim sistemleri belli bir riski sistematik bir yaklaşımla ele alarak kurumsal performansı iyileştirmeyi hedefler. PUKÖ yaklaşımı W. Edward Deming tarafından 1950'lerde Japonya' da ortaya çıkmıştır. PUKÖ döngüsünün başarılı olabilmesi için, politikaların bir sonraki döngü içinde yeniden ele alınması, veri toplama yönteminin geliştirilmesi ve dikkatin sürecin farklı bir aşamasına verilmesi gerekebilir. Bir yönetim sisteminin faydaları, belirli bir riskin yönetimini ayrı bir iş olarak değil, işyerinin günlük bir operasyonu şeklinde tasarlar ve çalışmalara entegre eder, yönetim sistemleri belirli bir riskin birinci denemede iyileştirilemeyeceğini kabul eder ve sürekli iyileştirmeyi savunur ve bir yönetim sisteminin verimliliği ve tutarlı gelişimi sürdürülebilirliği kolaylaştırır (García-Gómez vd., 2020).

İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi ISO 45001:2018 risklerin ortadan kaldırılması hususunda PUKÖ yaklaşımını uygular. Ayrıca ANSI/ASSP Z10.0 Amerika İş Sağlığı ve Güvenliği Standardı risk değerlendirmesi ve risklerin kontrolü çalışmalarına daha fazla dikkat çekmektedir (Manuele, 2012). Bu standartlara göre risklerin kontrol hiyerarşisi Şekil 2.3'de gösterilmektedir.




**Şekil 2.3** Risk kontrol hiyerarşisi (İnternet: osha.gov/safetymanagement, 2024)

Risk yönetimi aşamalarını beş ana başlık altında incelemek mümkündür. Bunlar; tehlikelerin tanımlanması, risklerin belirlenmesi ve analizi, risk kontrol adımları, dokümantayon ve yenileme (García-Gómez vd., 2020).

- Tehlikelerin tanımlanması

İşyerleri tasarım ve kuruluş aşamasından itibaren tehlikelerini tanımlamalı, risklerini belirlemeli ve analiz etmelidir. Bu aşamada çalışanların görüşlerine başvurmak oldukça önemlidir. Bir iş yerinde zarara neden olma potansiyeli olan her türlü faaliyeti belirlemek için aşağıdaki bilgileri toplamak gerekmektedir.

a. İşyeri planı, üretim binaları ve eklentileri
b. İş uygulamalarına yönelik prosesler ve operasyonlar
c. Üretim faaliyetlerinde kullanılan yöntemler
d. İşyerinde mevcut iş ekipmanları
e. Üretimde kullanılan kimyasallar ve malzeme güvenlik bilgi formları
f. Atıklar ile ilgili bilgiler
g. İşyeri organizasyonel yapısı
h. Çalışanların demografik bilgileri,
i. Özel politika gerektiren çalışanların bilgisi
j. İşyerinin geçirmiş olduğu önceki sağlık ve güvenlik denetimleri
k. Sağlık kayıtları ve meslek hastalığı kayıtları
l. Daha önceden yaşanmış iş kazası kayıtları

m. Ramak kala olay kayıtları.
n. İş hijyeni ölçüm raporları
o. Patlamadan korunma dokümanı ve önceki risk değerlendirmesi dokümanları

- Risklerin belirlenmesi ve analizi

Tehlikeler belirlendikten sonraki adım, her bir mesleki tehlike ile ilişkili riski değerlendirmektir. Tehlikenin zarar veya hasar meydana getirme olasılığı ile zarar veya hasar veren olayın sonuçlarının neler olacağı, çalışanların veya işletmenin nasıl etkileneceği gibi sorularının ifade edilmesi gerekmektedir. Tehlikenin meydana gelme olasılığı ve sonucunun ciddiyeti analiz edildikten sonra, riskin kabul edilebilir olup olmadığını veya daha fazla kontrol önlemine ihtiyaç olup olmadığını belirlemek için risk analiz edilir. Bu genellikle risk düzeyinin belirlenmiş risk kriterleri, yasal mevzuata uygunluk veya ulusal yada uluslarası standartlarıyla karşılaştırılmasını içerir (Oral & Bayhun, 2021).

- Risk kontrol adımları

Risk kabul edilemez olarak değerlendirilirse, riski ortadan kaldırmak veya en aza indirmek için kontrol önlemleri uygulanır. Kontrol hiyerarşisi genellikle en etkili düzeltici ve önleyici faaliyetleri önceliklendirmek için kullanılır:

a. Bertaraf etme (eliminasyon): Tehlikeyi tamamen ortadan kaldırmak.
b. Yer değiştirme (İkame): Tehlikeyi daha az tehlikeli bir alternatifle değiştirmek.
c. Mühendislik kontrolleri: İş yerinde fiziksel değişiklikler uygulamak (örneğin, makine koruması, havalandırma).
d. İdari kontroller: Çalışma prosedürlerini gözden geçirmek veya yenilemek, eğitim vermek, uyarı levhalarından faydalanmak.
e. Kişisel koruyucu ekipman: Çalışanlara kendilerini korumaları için ekipman sağlamak (örneğin, kasklar, eldivenler, solunum cihazları).

- Dokümantasyon

Risk değerlendirme süreci, belirlenen tehlikeler, risk analizi, kontrol önlemleri ve gereken diğer eylemler dahil olmak üzere belgelenmelidir. Risk değerlendirmeleri, özellikle iş yerinde, süreçlerde veya kullanılan malzemelerde herhangi bir değişiklik varsa düzenli olarak gözden geçirilmelidir.

# 3

# METODOLOJİ

## 3.1 Bulanık Mantık

Dünya üzerindeki bir çok kavram doğası gereği bulanıktır (örneğin, boy, iyi kredi). Bulanık mantık, bu kavramları daha gerçekçi bir şekilde modellemek, bunlar hakkında akıl yürütmek ve açık veya kesin olmayan bilgiler hakkında çalışmak için geliştirilmiştir. Verilerin eksik, tereddütlü veya kesin olmadığı durumlarla başa çıkmak için kullanılır. Bulanık mantık, insanların genellikle nasıl düşündüğünü ve karar aldığını, dilbilimsel terimler kullanarak çözüm bulmaya çalışır. Doktorların bir dizi semptomu ve bunların şiddetini göz önünde bulundurarak tanı koymalarına yardımcı olabilir. Bulanık mantık, yatırım risklerini değerlendirmek ve ticaret kararları almak için kullanılabilir. Ayrıca bulanık mantık risklerin en doğru biçimde analizi içinde karar verme yöntemleri ile entegre edilebilir (Trillas & Eciolaza, 2015).

"Doğru" veya "yanlış" gibi mutlak değerlerle ilgilenen geleneksel mantığın aksine, bulanık mantık gri tonları benimser. Geleneksel kümeler (örneğin, tüm çift sayıların kümesi) gibi keskin sınırlara sahip olmak yerine, bulanık kümeler kademeli üyeliğe izin verir. Bir öğe kısmen bir kümeye ait olabilir. Örneğin, 25°C'lik bir sıcaklık 0,7 dereceye kadar "sıcak" ve 0,3 dereceye kadar "soğuk" olarak kabul edilebilir. Bulanık mantık, bu bulanık kümeleri temsil etmek dilsel değişkenler kullanır. Örneğin, "Sıcaklık = 25°C" demek yerine, "hava sıcak" veya "hava biraz sıcak" diyebiliriz. Bir elemanın bulanık bir kümeye ne kadar ait olduğu matematiksel olarak üyelik fonksiyonları ile tanımlar. Bulanık mantık, giriş değerlerini (sıcaklık gibi) 0 ile 1 arasındaki bir üyelik derecesine eşler. Bulanık mantığın kurallarını, dilsel değişkenler ve bulanık kümeler kullanan "eğer-ise" ifadeleri ile açıklarız. Örneğin, "EĞER sıcaklık ılıksa O ZAMAN fan hızı ortadır." Karar vermek veya

sonuç çıkarmak için bulanık kuralları ve giriş değerlerini birleştirme sürecini ise bulanık çıkarım olarak tanımlamaktayız.

Bulanık mantığın belirsizlik hakkında geleneksel düşünme biçimlerine meydan okuyan tarihsel gelişim sürecini aşağıdaki şekilde açıklayabiliriz:

- Early Seeds (1960'lardan Önce):

Her şeyin "doğru" veya "yanlış" kategorilerine tam olarak uymadığı fikri yüzyıllardır var olmuştur. Platon gibi Antik Yunan filozofları doğruluk dereceleri kavramlarını araştırmışlardır. 20. yüzyılın başlarında, Jan Łukasiewicz ve Alfred Tarski gibi mantıkçılar, ikili "doğru" ve "yanlış"ın ötesine geçerek çok değerli mantığın resmi sistemlerini geliştirmişlerdir.

- Bulanık Mantığın Doğuşu (1960'lar):

Bulanık mantığı resmen tanıtma imkanı, UC Berkeley'de elektrik mühendisi ve profesör olan Lotfi A. Zadeh'e aittir. Çığır açan 1965 tarihli "Fuzzy Sets" adlı makalesinde, belirsiz kavramları matematiksel olarak ifade etmiş ve manipüle etme konusunda temelleri atmıştır.

- Büyüme ve Şüphecilik (1970'ler-1980'ler):

Bulanık mantık, özellikle Japonya'da endüstriyel kontrol sistemlerinde ciddi başarılar elde etmiştir. Bulanık mantık tabanlı denetleyiciler, çimento fırınlarından metro sistemlerine kadar her şeyde kullanılmıştır. Sağladığı başarılara rağmen, Batı'daki bazı matematikçiler ve bilgisayar bilimcilerinden tarafından dirençle karşılaşmıştır.

- Daha Geniş Kabul ve Uygulamalar (1990'lar-Günümüz):

Bilgisayarlar daha güçlü hale geldikçe, bulanık mantık sistemlerini uygulamak ve denemek daha kolay hale gelmiştir. Araştırmacılar, daha güçlü hibrit sistemler oluşturmak için bulanık mantığı, sinir ağları ve genetik algoritmalar gibi diğer yapay zeka teknikleriyle birleştirmeye başlamışlardır.

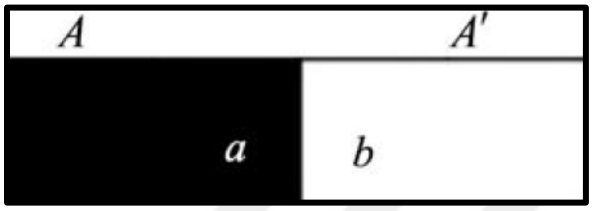
- Bugün Bulanık Mantık:

Günümüzde bulanık mantık daha güçlü bir teorik temele ve çok çeşitli pratik uygulamalara sahip köklü bir bilimsel çalışma alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bilim insanları, özellikle veri madenciliği, makine öğrenimi ve belirsizlik altında

karar alma gibi alanlarda bulanık mantığın yeni uygulamalarını ve uzantılarını keşfetmeye devam etmektedir.

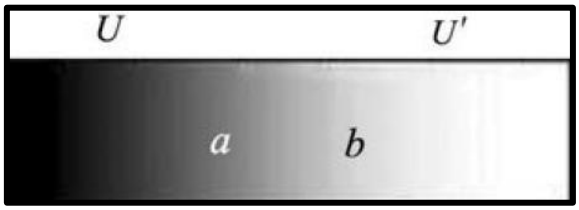
## 3.2 Bulanık Kümeler

Mantık ve matematiğin temelini kümeler kuramı ile açıklarız. Klasik kümeler iyi tanımlanmış sınırlarla karakterize edilir (Şekil 3.1). Buna karşılık, bulanık kümeler ise belirsiz sınırlara sahiptir (Şekil 3.2) (Zadeh, 1965).




**Şekil 3.1** Klasik küme

Bulanık kümeler, öğeleri üye derecelerine sahip kümelerdir. Klasik küme teorisinde, bir öğe bir kümeye aittir veya ait değildir. Bulanık kümeler, bir öğenin belirli bir dereceye kadar bir kümeye ait olabileceği kısmi üyeliğe izin verir. Bu derece genellikle 0 ile 1 arasında bir sayı ile gösterilir. 1 üye derecesi tam üyeliği gösterirken, 0 üye olmamayı gösterir. Aradaki değerler kısmi üyeliği ifade eder (Kaya & Kahraman, 2009). Örneğin, "uzun insanlar" kümesini ele alalım. Klasik küme teorisinde, herkesin "uzun" kabul edildiği belirli bir yükseklik (örneğin, 1,80 cm) tanımlarsınız. Ancak bu keskin bir sınır oluşturur. 1,65 cm boyundaki biri uzun kabul edilmezken, 1,70 cm boyundaki biri uzun kabul edilir, fark çok az olsa bile. Bulanık kümeler, kademeli bir geçişe izin vererek bunu ele alır. 1,75 cm boyundaki birinin "uzun insanlar" kümesinde üye olma derecesi 0,2 olabilir, 1,80 cm boyundaki birinin üye derecesi 0,8 olabilir ve 1,88 cm boyundaki birinin üye derecesi 1,0 olabilir. Bu kavram, içsel belirsizlik veya kesinsizlik bulunan durumlarda faydalıdır.




**Şekil 3.2** Bulanık küme

Saaty' ait "kırmızı güller" örneği bunu iyi bir şekilde göstermektedir. Bir kırmızılık yelpazesi vardır ve bazı güller diğerlerinden "daha kırmızıdır". Bulanık kümeler, bu sürekli değişimi modellemenize olanak tanır (Furkan Keskenler & Keskenler, 2017). Bulanık kümenin resmi tanımı, söylem evrenindeki her bir öğeyi kümedeki üye derecesine eşleyen bir üyelik fonksiyonunu içerir. Bu fonksiyon, kümenin "bulanıklığını" belirleyendir (Kahraman & Kaya, 2009).

### 3.2.1 Bulanık kümelerin özellikleri

Bulanık kümenin temel nitelikleri üye olma, kapsam ve büyüklük gibi kavramları barındırır. Üye olma kavramı, bulanık bir kümeye ait olma derecesini tanımlar. Bulanık bir küme içindeki üyeliğin maksimum derecesi, onun yüksekliğini belirler. Bulanık kümenin yüksekliği 1'e eşit olduğunda küme normal bulanık küme olarak kabul edilir. Bulanık bir kümenin yüksekliği 1'den küçükse küme subnormal olarak kabul edilir (Beliakov, 1996). Bulanık kümelerin özelliklerini aşağıdaki gibi açıklayabiliriz.

Üyelik fonksiyonu: Bulanık kümenin temel kavramı, μA(x) ile gösterilen üyelik fonksiyonudur; burada A bulanık kümedir ve x söylem evrenindeki bir öğedir. Bu fonksiyon, her x öğesini, x'in A'daki üye olma derecesini temsil eden aralıktaki bir değere eşler.

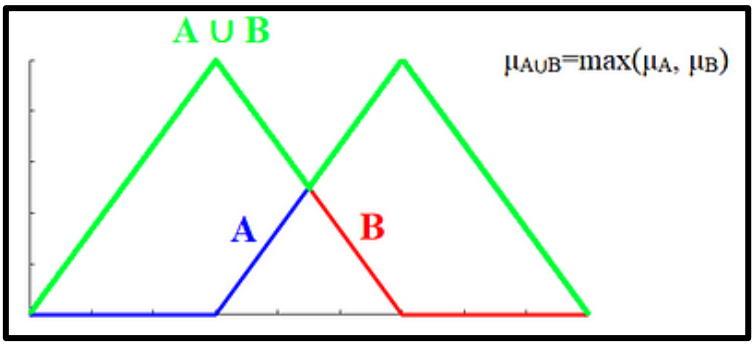
μA(x) = 0, x'in A'ya hiç ait olmadığını gösterir.

μA(x) = 1, x'in A'ya tamamen ait olduğunu gösterir.

0 ile 1 arasındaki değerler kısmi üyeliği temsil eder.

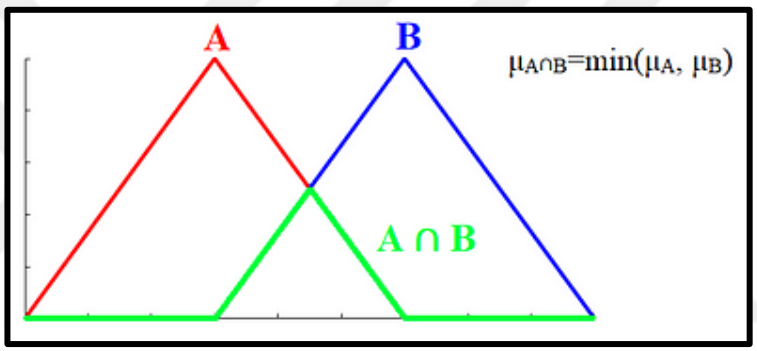
Küme İşlemleri: Birleşim, kesişim ve tamamlayıcı gibi bulanık küme işlemleri, klasik küme teorisindekinden farklı şekilde tanımlanır. Bunlar genellikle t-normları ve s-normları (t-conormlar olarak da bilinir) içerir (Prokopowicz vd., 2017).

- Birleşim: İki bulanık küme A ve B'nin birleşiminin üyelik fonksiyonu bir s-norm ile verilir: μA∪B(x) = S(μA(x), μB(x)). Yaygın s-normları maksimum ve cebirsel toplamı içerir.




**Şekil 3.3** Bulanık $\tilde{A} \cup \tilde{B}$ kümesi

- Kesişim: İki bulanık küme A ve B'nin kesişiminin üyelik fonksiyonu bir t-norm ile verilir: μA∩B(x) = T(μA(x), μB(x)). Yaygın t-normları minimum ve çarpımı içerir.




**Şekil 3.4** Bulanık $\tilde{A} \cap \tilde{B}$ kümesi

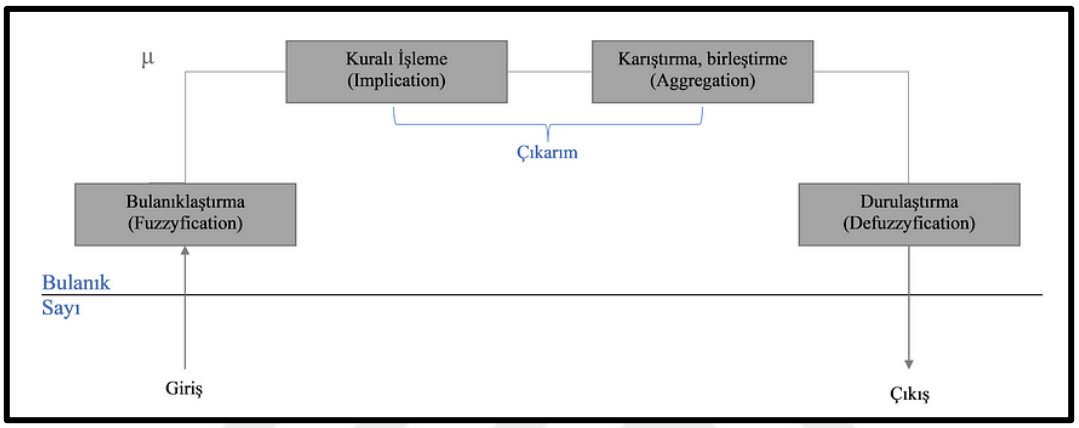
- Tamamlayıcı: Bir bulanık küme A'nın tamamlayıcısının üyelik fonksiyonu genellikle μA'(x) = 1 - μA(x) ile verilir.

Dahil etme: Bulanık küme dahil etme, üyelik fonksiyonlarına göre de tanımlanır. Bulanık bir küme A, ancak ve ancak söylem evrenindeki tüm x için $\mu A(x) \leq \mu B(x)$ ise bulanık bir küme B'nin alt kümesidir.

Bulanık Kümelerin Standart Cebirleri: Bulanık kümelerin standart cebirlerini ve bunların değişmelilik, birleştiricilik, nötr elemanlar, emici elemanlar ve monotonluk gibi özelliklerini ele alır. Ancak, klasik küme teorisindeki tüm yasaların bulanık kümelerin tüm standart cebirlerinde geçerli olmadığını belirtmek önemlidir (Trillas & Eciolaza, 2015).

## 3.3 Durulaştırma

Bulanık kümeler üzerinde gerçekleştirilen işlemlerden elde edilen kümelere bulanık çıkarım kümeleri denir. Kontrol ve sınıflandırma sistemlerinin çoğunda kesin çıktılar zorunlu olduğundan, sistem çıktısının sayısal bir değer olması gerekir. Bunun sonucu olarak, bulanık kümeler kesin sayısal değerlere dönüştürülmelidir (Şekil 3.4). Bu amaçla literatürde çeşitli durulaştırma yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemler aşağıda açıklanmaktadır (Tepe, 2018).




**Şekil 3.5** Bulanık sistemlerin çözümlemesinde kullanılan çevrim

Ağırlık merkezi yöntemi: Literatürde en yaygın kullanımı olan durulaştırma yöntemidir. $X^*$ durulaştırılmış değeri, $\mu_A(X)$ bulanık üyelik fonksiyonunu ifade etmektedir. Ağırlık merkezi yöntemi Denklem (3.1) ile açıklanmaktadır.

$$X^* = \frac{\int \mu_A(X).xdx}{\int \mu_A(X).dx} \tag{3.1}$$

Ağırlık ortalama yöntemi: Denklem (3.2) ile açıklanmaktadır.

$$X^* = \frac{\sum \mu_A(X).x}{\sum \mu_A(X)} \tag{3.2}$$

Toplamların merkezi yöntemi: Tercih edilen kullanımı kolay bir yöntemdir. İki bulanık kümenin birleşimini değil, onların cebirsel toplamını dikkate alır. Denklem (3.3) ile açıklanmaktadır.

$$X^* = \frac{\int x.\sum \mu_A(X).dx}{\int \sum \mu_A(X).dx} \tag{3.3}$$

En büyük alanın merkezi yöntemi: Bulanık çıkarım kümesi birden fazla dışbükey alt bulanık kümeyi kapsıyorsa, dışbükey bulanık kümelerin en büyük alana sahip

olanının ağırlık merkezi durulaştırma işlemine dahil edilir. En büyük alanın merkezi yöntemi Denklem (3.4) ile açıklanmaktadır

$$X^* = \frac{\int \mu_{A_m}(X).xdx}{\int \mu_{A_m}(X).dx} \tag{3.4}$$

## 3.4 Küresel Bulanık Küme Teorisi ve Gelişimi

Geleneksel Bulanık Kümeler: 0'dan 1'e kadar bir ölçek kullanır, burada 0 "hiç" ve 1 "tamamen" anlamına gelir. Geleneksel bir bulanık küme, bir şeyin bir kümeye ne kadar ait olduğunu ifade etmek için bu ölçekte tek bir sayı (üyelik derecesi) kullanır. Örneğin, yemeğin tadını 0,8 (lezzetli) olarak derecelendirebilirsiniz. Küresel bulanık Kümeler ise, düşünceyi tanımlamak için üç değer kullanır:

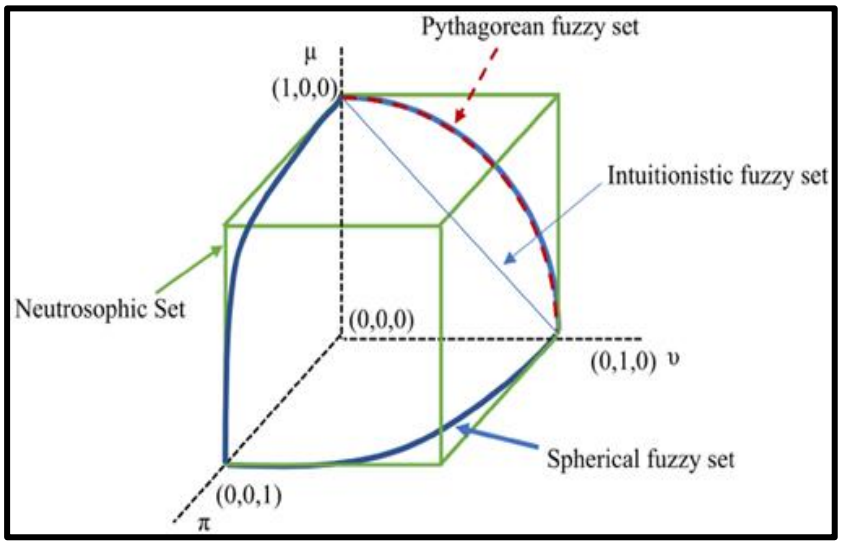
- Üye Derecesi (μ): Bir ifadeye ne kadar katıldığınız (0 ile 1). Örneğin, "Bu yemek lezzetli" için μ = 0,7.
- Üye Olmama Derece (ν): İfadeye ne kadar katılmadığınız (0 ila 1). Örneğin, "Bu yemek lezzetli" için ν = 0,4 (bazı kusurlar bulduğunuz anlamına gelir).
- Tereddüt Derecesi (π): İfade hakkında ne kadar emin olmadığınız (0 ila 1). Örneğin, "Bu yemek lezzetli" için π = 0,2 (belki bazı malzemeler tanıdık değildir).

Küresel bulanık kümelerde, bu üç değer (μ, ν, π) birbirine bağlıdır. Bunları bir küre içindeki noktalar olarak düşünebiliriz. $\mu^2 + \nu^2 + \pi^2 \leq 1$ denklemi, bunların kürenin sınırları içinde kalmasını sağlamaktadır (Haseli vd., 2024).

Örnek olarak; μ = 0.7, ν = 0.4, π = 0.2 olsun, bu şekildeki bir gösterim, tek bir değerlendirme puanından daha gerçekçi bir sonuca ulaşmamızı sağlayacaktır. Küresel Bulanık Kümelerin üstün yönleri; İnsan görüşlerinin veya gerçek dünya durumlarının belirsizliğini ve karmaşıklığını çözmemize yardımcısı olur. Ayrıca, geleneksel bulanık kümelere kıyasla daha geniş bir ifade yelpazesine sahiptir.

## 3.5 Küresel Bulanık Kümelerde İşlemler

Bu bölümde Küresel Bulanık Kümeler (KBK) tanımlanmaktadır. Bunlarla ilişkili küresel mesafe ölçümü, aritmetik işlemler, toplama ve bulanıklaştırma işlemleri aşağıda sıralanmaktadır (Kutlu Gundogdu and Kahraman, 2019).




**Şekil 3.6** Küresel bulanık kümelerin görselleştirilmesi.

$\widetilde{A}_S$ sayılar her x için sırasıyla $\mu_{\widetilde{A}_s}(x), \nu_{\widetilde{A}_s}(x)$ ve $\pi_{\widetilde{A}_s}(x)$ x'in üye olma derecesi, üye olmama derecesi ve tereddütlük derecesidir. KBK'lerin şematik gösterimi Şekil 3.6'da gösterilmektedir (Yang and Chiclana, 2009).

**Tanım 1:** KBK, Denklem (3.1)' de belirtildiği gibi parçacık küre koşulunu yerine getirerek karar vericiler için kapsamlı bir seçenek sunar.

X söylem evrenine ait tek değerli bir KBK değeri aşağıdaki gibi hesaplanır (Denklem (3.1)): $\widetilde{A}_S$

$$\widetilde{A}_S = \{x, \mu_{\widetilde{A}_s}(x), \nu_{\widetilde{A}_s}(x), \pi_{\widetilde{A}_s}(x) \mid x \in X\}, \tag{3.1}$$

Burada, $\mu_{\widetilde{A}_s}(x), \nu_{\widetilde{A}_s}(x), \pi_{\widetilde{A}_s}(x)$:U $\rightarrow$ [0,1] $\widetilde{A}_S$ sırasıyla x'ten itibaren üye, üye olmama ve tereddütlük derecelerini temsil eder (Denklem (3.2)).

$$0 \leq \mu^2_{\widetilde{A}_s}(x) + \nu^2_{\widetilde{A}_s}(x) + \pi^2_{\widetilde{A}_s}(x) \leq 1, \forall x \in U \tag{3.2}$$

daha sonra $\sqrt{1 - \left[\mu^2_{\widetilde{A}_s}(x) + \nu^2_{\widetilde{A}_s}(x) + \pi^2_{\widetilde{A}_s}(x)\right]}$ x'in reddedilme derecesi olarak tanımlanır.

**Tanım 2:** İki küresel bulanık sayı $\widetilde{A}_S$ ve $\widetilde{B}_S$ üye olma, üye olmama ve tereddüt dereceleri içerir. Küresel bulanık kümelerin temel süreçleri Denklem (3.3)'den Denklem (3.6)'ya kadar verilmiş olan matematiksel denklemler ile tanımlanır.

$$\widetilde{A}_S \oplus \widetilde{B}_S = \left\{ \sqrt{\mu_{\widetilde{A}_s}^2 + \mu_{\widetilde{B}_s}^2} - \mu_{\widetilde{A}_s}^2 \mu_{\widetilde{B}_s}^2,\ \nu_{\widetilde{A}_s} \nu_{\widetilde{B}_s},\ \sqrt{\left(1 - \mu_{\widetilde{B}_s}^2\right) \pi_{\widetilde{A}_s}^2 + \left(1 - \mu_{\widetilde{A}_s}^2\right) \pi_{\widetilde{B}_s}^2 - \pi_{\widetilde{A}_s}^2 \pi_{\widetilde{B}_s}^2} \right\} \tag{3.3}$$

$$\widetilde{A}_S \otimes \widetilde{B}_S = \left\{ \mu_{\widetilde{A}_s} \mu_{\widetilde{B}_s},\ \sqrt{\nu_{\widetilde{A}_s}^2 + \nu_{\widetilde{B}_s}^2} - \nu_{\widetilde{A}_s}^2 \nu_{\widetilde{B}_s}^2,\ \sqrt{\left(1 - \nu_{\widetilde{B}_s}^2\right) \pi_{\widetilde{A}_s}^2 + \left(1 - \nu_{\widetilde{A}_s}^2\right) \pi_{\widetilde{B}_s}^2 - \pi_{\widetilde{A}_s}^2 \pi_{\widetilde{B}_s}^2} \right\} \tag{3.4}$$

$$k\,\widetilde{A}_S = \left\{ \sqrt{1 - (1 - \mu_{\widetilde{A}_s}^2)^k},\ \nu_{\widetilde{A}_s}^k,\ \sqrt{(1 - \mu_{\widetilde{A}_s}^2)^k - (1 - \mu_{\widetilde{A}_s}^2 - \pi_{\widetilde{A}_s}^2)^k} \right\};\ k > 0 \tag{3.5}$$

$$\widetilde{A}_s^k = \left\{ \mu_{\widetilde{A}_s}^k,\ \sqrt{1 - (1 - \nu_{\widetilde{A}_s}^2)^k},\ \sqrt{(1 - \nu_{\widetilde{A}_s}^2)^k - (1 - \nu_{\widetilde{A}_s}^2 - \pi_{\widetilde{A}_s}^2)^k} \right\};\ k > 0 \tag{3.6}$$

**Tanım 3:** w = ( $w_1$, $w_2$, …, $w_n$); $w_n$' ye göre Küresel Bulanık Ağırlıklı Aritmetik Ortalama (SFWAM) $w_1$,... $w_i \in [0,1]$; $\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$; SFWAM Denklem (3.7) ile tanımlanır:

$$\mathrm{SFWAM}_w\left(\widetilde{A}_{S1}, \widetilde{A}_{S2}, \ldots\ldots, \widetilde{A}_{Sn}\right) = w_1 \widetilde{A}_{S1} + w_2 \widetilde{A}_{S2} + \cdots + w_n \widetilde{A}_{Sn} =$$

$$\left\{ \sqrt{(1 - \prod_{i=1}^{n} (1 - \mu_{\widetilde{A}_{si}}^2)^{w_i}},\ \prod_{i=1}^{n} \nu_{\widetilde{A}_{si}}^{w_i},\ \sqrt{\prod_{i=1}^{n} (1 - \mu_{\widetilde{A}_{si}}^2)^{w_i} - \prod_{i=1}^{n} (1 - \mu_{\widetilde{A}_{si}}^2 - \pi_{\widetilde{A}_{si}}^2)^{w_i}} \right\} \tag{3.7}$$

**Tanım 4:** w = ( $w_1$, $w_2$, …, $w_n$); $w_n$' ye göre Küresel Bulanık Ağırlıklı Geometrik Ortalama (SFWGM) $w_1$, $w_i \in [0,1]$; $\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$ ;SFWGM Denklem (3.8) ile tanımlanır.

$$\mathrm{SFWGM_w}\left(\widetilde{A}_{S1}, \widetilde{A}_{S2}, \ldots\ldots, \widetilde{A}_{Sn}\right) = {\widetilde{A}_{S1}}^{w_1} + {\widetilde{A}_{S2}}^{w_2} + \cdots + {\widetilde{A}_{Sn}}^{w_n}$$

$$= \left\{ \prod_{I=1}^{n} \mu_{\widetilde{A}_{s}i}^{w_i} \;,\; \sqrt{1 - \prod_{I=1}^{n}(1 - \nu_{\widetilde{A}_{s}i}^{2})^{w_i}} \;,\; \sqrt{\prod_{I=1}^{n}(1 - \nu_{\widetilde{A}_{s}i}^{2})^{w_i} - \prod_{I=1}^{n}(1 - \nu_{\widetilde{A}_{s}i}^{2} - \pi_{\widetilde{A}_{s}}^{2})^{wi}} \right\} \tag{3.8}$$

**Tanım 5:** Küresel bulanık kümelerin puanlama ve doğruluk fonksiyonları Denklem (3.9) ve (3.10) ile tanımlanır:

$$\text{Skor Puanı}\left(\widetilde{A}_S\right) = \left(\mu_{\widetilde{A}_s} - \pi_{\widetilde{A}_s}\right)^2 - \left(\nu_{\widetilde{A}_s} - \pi_{\widetilde{A}_s}\right)^2 \tag{3.9}$$

$$\text{Doğruluk Değeri}\left(\widetilde{A}_S\right) = {\mu^2}_{\widetilde{A}_s} + {\nu^2}_{\widetilde{A}_s} + {\pi^2}_{\widetilde{A}_s} \tag{3.10}$$

## 3.6 Küresel Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi

Küresel Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (KBAHP), Gündoğdu ve Kahraman tarafından 2019 yılında geliştirilmiştir (Gündoğdu & Kahraman, 2019). Geleneksel AHP, karmaşık faktörleri önceliklendirmeye ve karar almaya yardımcı olmaktadır. Ancak, genellikle öznel veya kesin olmayan bilgilerle uğraşırken zor olabilen yargılara kesin sayısal değerler atamak gerekir. Bu noktada, KB-AHP, küresel bulanık kümeleri dahil ederek geleneksel yöntemi geliştirir. Öncelikli olarak, problem sorusuna karar verilir. Karar, bir kriter ve alt kriter hiyerarşisine bölünür (örneğin, "Arazi Maliyeti", "İnşaat Maliyeti" gibi alt kriterlere sahip bir kriter olarak "Maliyet"). Küresel bulanık sayılarla ikili karşılaştırmalar, bir kriterin diğerinden "3 kat daha önemli" olduğunu söylemeye zorlamak yerine, üye olma, üye olmama ve tereddüt derecelerini ifade etmek için küresel bulanık sayıları kullanır. Örneğin, "Müşterilere Yakınlık"ın "Arazi Maliyeti"ne kıyasla "çok önemli" olduğunu söyleyebilirsiniz. Küresel bulanık sayılar, bir miktar belirsizlik veya anlaşmazlık olduğunu kabul ederken "çok" ifadesinin yoğunluğunu bulmamıza imkan sağlar. KBAHP, bu çiftler arası karşılaştırmaları sentezlemek ve her kriterin ve alt kriterin göreli ağırlıklarını hesaplamak için matematiksel işlemler kullanır (Donyatalab vd., 2020).

Risklerin analizi için risk parametrelerinin ağırlıklandırılması oldukça önemlidir. Bu nedenle, risk parametrelerinin ağırlıklarını hesaplamak için etkili bir yöntem

olan KBAHP tercih edilmiştir (Kieu vd., 2021). Uygulama adımları aşağıda sıralanmaktadır:

**Adım 1:** Hiyerarşik bir yapının oluşturulması.

Bulanık analiz için kriterler (i, j=1, 2, …, n), tehlikeler (h=1, 2, …, m), uzmanlar (k=1, 2, ..., p) ve çiftler arası karşılaştırma matrisleri (s=1, 2, …, o) ile dilsel karşılaştırmalı karar matrisi oluşturulmuştur.

**Adım 2:** Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisleri küresel bulanık ifadeler ve dilsel terimler kullanılarak oluşturulur. Küresel Bulanık dilsel terimler Tablo 3.1'de sunulmaktadır.

**Tablo 3.1** Küresel bulanık dil terimleri

| **Dilsel Değişkenler** | **Küresel Bulanık Sayılar** | | | **Score Index** |
|---|---|---|---|---|
| | $\boldsymbol{\mu}$ | $\boldsymbol{\nu}$ | $\boldsymbol{\pi}$ | **SI** |
| Kesinlikle daha önemli (AMI) | 0,9 | 0,1 | 0,0 | 9 |
| Çok yüksek önem (VHI) | 0,8 | 0,2 | 0,1 | 7 |
| Yüksek önemli (HI) | 0,7 | 0,3 | 0,2 | 5 |
| Biraz daha önemli (SMI) | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 3 |
| Eşit derecede önemli (EI) | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 1 |
| Biraz düşük önem (SLI) | 0,4 | 0,6 | 0,3 | 1/3 |
| Düşük önemli (LI) | 0,3 | 0,7 | 0,2 | 1/5 |
| Çok düşük önem (VLI) | 0,2 | 0,8 | 0,1 | 1/7 |
| Kesinlikle düşük önemli (ALI) | 0,1 | 0,9 | 0,0 | 1/9 |

Her kriter için puan endekslerini hesaplamak için Denklem (3.11) ve (3.12) kullanılır:

AMI, VHI, HI, SMI ve EI için;

$$\mathrm{SI} = \sqrt{\left|100 \times \left[\left(\mu_{\tilde{\mathrm{A}}_s} - \pi_{\tilde{\mathrm{A}}_s}\right)^2 - \left(\nu_{\tilde{\mathrm{A}}_s} - \pi_{\tilde{\mathrm{A}}_s}\right)^2\right]\right|} \tag{3.11}$$

SLI, LI, VLI ve ALI için;

$$\frac{1}{\mathrm{SI}} = \frac{1}{\sqrt{\left|100 \times \left[\left(\mu_{\tilde{\mathrm{A}}_s} - \pi_{\tilde{\mathrm{A}}_s}\right)^2 - \left(\nu_{\tilde{\mathrm{A}}_s} - \pi_{\tilde{\mathrm{A}}_s}\right)^2\right]\right|}} \tag{3.12}$$

**Adım 3:** Tüm çiftler arası karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının kontrol edilmesi.

Tutarlılık hesaplaması, %10 Tutarlılık Oranı (CR) eşiği Denklem (3.13) kullanılarak aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\mathrm{CR} = \mathrm{CI}/\mathrm{RI} \tag{3.13}$$

Burada RI rastgele indeksi ifade eder. Tutarlılık indeksi (CI), Denklem (3.14)'e göre hesaplanır:

$$\mathrm{CI} = (\lambda_{\max} - \mathrm{n})/\,(\mathrm{n} - 1) \tag{3.14}$$

Burada $\lambda_{max,}$ matrisin en büyük öz değerini ve n, kriter sayısını temsil eder.

**Adım 4:** Bulanık kriter ağırlıklarının elde edilmesi.

Her kriterin göreceli ağırlığı, Denklem (3.9) ve (3.10) kullanılarak hesaplanır.

**Adım 5:** Hiyerarşik katman sıralamasını kullanarak genel ağırlıkların hesaplanması.

Son sıralama, her hiyerarşik seviyedeki küresel ağırlıkların toplanmasıyla belirlenir. Denklem (3.15), kriter ağırlıklarını berraklaştırmak için kullanılır.

$$\mathrm{S}\,(\widetilde{\mathrm{w}}_{\mathrm{j}}^{\mathrm{S}}) = \sqrt{\left|100 \times \left[\left(3\mu_{\widetilde{\mathrm{A}}_{\mathrm{s}}} - \frac{\pi_{\widetilde{\mathrm{A}}_{\mathrm{s}}}}{2}\right)^2 - \left(\frac{\nu_{\widetilde{\mathrm{A}}_{\mathrm{s}}}}{2} - \pi_{\widetilde{\mathrm{A}}_{\mathrm{s}}}\right)^2\right]\right|} \tag{3.15}$$

Kriter ağırlıklarının normalleştirilmesi ve küresel bulanık sonuçlar için Denklem (3.16) ve Denklem (3.17) kullanılır.

$$\overline{\mathrm{w}}_{\mathrm{j}}^{\mathrm{S}} = \frac{\mathrm{S}\left(\widetilde{\mathrm{w}}_{\mathrm{j}}^{\mathrm{S}}\right)}{\sum_{\mathrm{j}=1}^{\mathrm{n}} \mathrm{S}\left(\widetilde{\mathrm{w}}_{\mathrm{j}}^{\mathrm{S}}\right)} \tag{3.16}$$

$$\widetilde{\mathrm{A}}_{\mathrm{S}_{\mathrm{ij}}} = \overline{\mathrm{w}}_{\mathrm{j}}^{\mathrm{S}} \times \widetilde{\mathrm{A}}_{\mathrm{S}_{\mathrm{i}}} \tag{3.17}$$

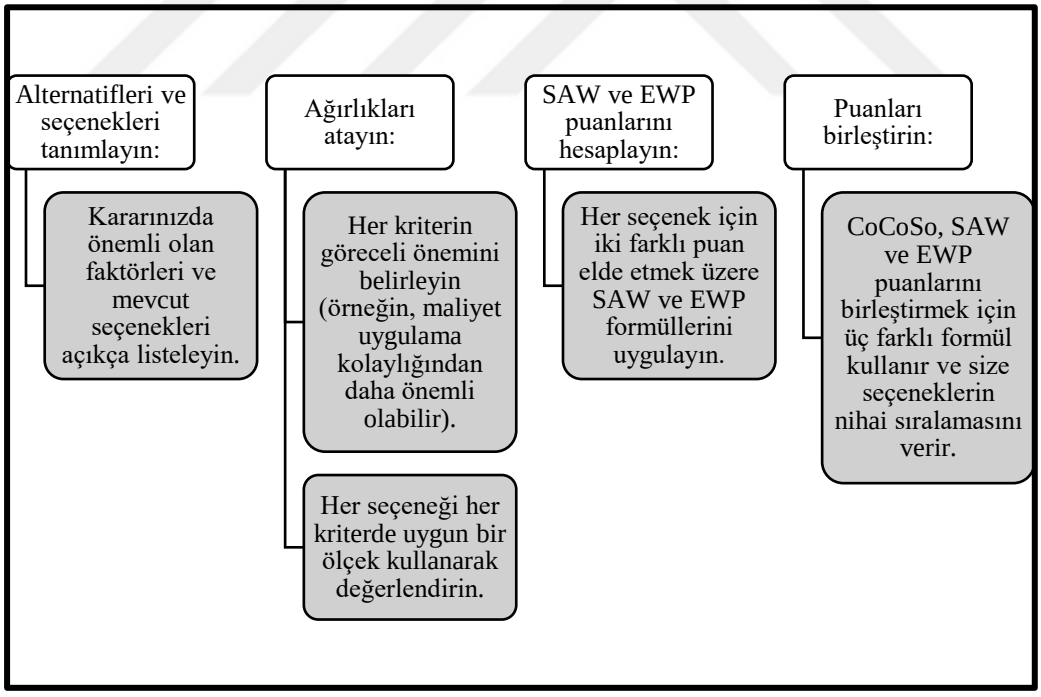
## 3.7 Bulanık Kombine Uzlaşma Çözümü

Kombine Uzlaşma Çözümü (CoCoSo) yöntemi, basit eklemeli ağırlıklandırma ve üstel ağırlıklı ürünü bir araya getirerek, diğer yöntemlere kıyasla kararlılığı ve güvenilirliği sayesinde uzmanlara etkili karar alma fırsatları sunmaktadır (Yazdani vd., 2019). CoCoSo, bir uzlaşma çözümü bulmak için iki temel yaklaşımı birleştirir: Basit Eklemeli Ağırlıklandırma (Simple Additive Weighting: SAW) ve Üstel Ağırlıklı Ürün (Exponentially Weighted Product: EWP). Bunlar sırası ile şu şekilde

açıklanır; her alternatifin önemini (ağırlığını) dikkate alarak her seçenek için ağırlıklı bir toplam hesaplar ve birden fazla alternatif için iyi performans gösteren seçenekleri vurgulamak için çarpmayı kullanır (Chen vd., 2022b). CoCoSo uygulama adımları Şekil 3.7'de gösterilmektedir.

Bulanık CoCoSo yönteminin avantajları aşağıdaki şekilde açıklanabilir (Hashemkhani Zolfani vd., 2019) :

- Belirsizliği giderir: Gerçek dünya kararları belirsizliklerle doludur. Bulanık CoCoSo, derecelendirmelerinizde ve ağırlıklarınızda bu belirsizliği temsil etmek için bulanık sayılar (örneğin, sadece "7" yerine "yaklaşık 7") kullanmanıza olanak tanır.
- Tahminleri dengeler: Hem bireysel kriter performansını hem de tüm kriterlerdeki genel performansı dikkate alarak bir uzlaşma çözümü bulmanıza yardımcı olur.
- Birden fazla formülü birleştirerek herhangi bir tek formülün önyargısının etkisini azaltır ve daha güvenilir sonuçlara yol açar.




**Şekil 3.7** Kombine uzlaşma çözümü yöntemi çözüm adımları

**Adım 1:** Bulanık bir karar matrisinin elde edilmesi ($\tilde{Z}$).

Karar matrisi oluşturmak, $D = \{d_1, d_2, \dots, d_p\}$ uzman görüşlerine dayalı çok kriterli karar vermedeki ilk adımdır. Bu varsayılan ölçüt kümesi $C = \{C_1, C_2, \dots C_J \dots, C_q\}$, ve için $C_j \in C,\ w_j \in [0,1]$ ölçüt ağırlığıdır.

$\tilde{Z} = [\tilde{Z}_{ij}]_{pxq}$ uzmanlar tarafından seçilen n ölçüte ilişkin dilsel terimlere dayalı olarak oluşturulan bir matris kullanılarak m seçiminin değerlendirilmesini temsil eder (Demir vd., 2022). Bulanık dil terimleri Tablo 3.2'de sunulmaktadır.

$$\tilde{Z} = [\tilde{Z}_{ij}]_{pxq} = \begin{bmatrix} \tilde{z}_{11} & \cdots & \tilde{z}_{1q} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{z}_{p1} & \cdots & \tilde{z}_{pq} \end{bmatrix}, c = 1,2, \dots p;\ d = 1,2, \dots q \tag{3.18}$$

**Tablo 3.2** Bulanık dil terimleri

| Dilsel ölçek | Üçgen bulanık sayı |
|---|---|
| Çok Yüksek (ÇY) | (0,9, 1,0, 1,0) |
| Yüksek (Y) | (0,7, 0,9, 1,0) |
| Orta Yüksek (OY) | (0,5, 0,7, 0,9) |
| Orta (O) | (0,3, 0,5, 0,7) |
| Orta Düşük (OD) | (0,1, 0,3, 0,5) |
| Düşük (D) | (0,0, 0,1, 0,3) |
| Çok Düşük (ÇD) | (0,0, 0,0, 0,1) |

**Adım 2:** Dilsel değişkenlerin bulanık sayılara dönüştürülmesi.

Adım 1'deki karar matrisi, dilsel değişkenler kullanılarak bulanık sayılara dönüştürülür (Tablo 3.2) ve $\left(\tilde{Z}_{ij} = (z^l{}_{ij}, z^m{}_{ij}, z^u{}_{ij}\right)$, i'nin bir alternatifi, j'nin bir kriteri ifade ettiği bir karar matrisi elde edilir (Denklem (3.19)).

$$[\tilde{Z}_{ij}]_{pxq} = \begin{bmatrix} l_{11}m_{11}u_{11} & \cdots & l_{1q}m_{1q}u_{1q} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ l_{p1}m_{p1}u_{p1} & \cdots & l_{pq}m_{pq}u_{pq} \end{bmatrix} \tag{3.19}$$

**Adım 3:** Normalleştirilmiş bulanık karar matrisinin elde edilmesi ($\tilde{R}$).

Karar matrisi fayda ve zarar kriterlerine göre normalleştirilir (Denklem (3.20) ve (3.21)) (Ghoushchi vd., 2022).

$$\widetilde{R} = \left[\tilde{r}_{ij}\right]_{pxq} = \tilde{r}_{ij} = \left(r^{l}{}_{ij}, r^{m}{}_{ij}, r^{u}{}_{ij}\right) = \frac{\max(\tilde{z}_{ij}) - \tilde{z}_{ij}}{\max(\tilde{z}_{ij}) - \min(\tilde{z}_{ij})}$$

$$= \left(\frac{\max\left(z^{u}{}_{ij}\right) - z^{u}{}_{ij}}{\max\left(z^{u}{}_{ij}\right) - \min\left(z^{l}{}_{ij}\right)}, \frac{\max\left(z^{u}{}_{ij}\right) - z^{m}{}_{ij}}{\max\left(z^{u}{}_{ij}\right) - \min\left(z^{l}{}_{ij}\right)}, \frac{\max\left(z^{u}{}_{ij}\right) - z^{l}{}_{ij}}{\max\left(z^{u}{}_{ij}\right) - \min\left(z^{l}{}_{ij}\right)}\right) \tag{3.20}$$

$$\widetilde{R} = \left[\tilde{r}_{ij}\right]_{pxq} = \tilde{r}_{ij} = \left(r^{l}{}_{ij}, r^{m}{}_{ij}, r^{u}{}_{ij}\right) = \frac{\tilde{z}_{ij} - \min(\tilde{z}_{ij})}{\max(\tilde{z}_{ij}) - \min(\tilde{z}_{ij})}$$

$$= \left(\frac{z^{l}{}_{ij} - \min\left(z^{l}{}_{ij}\right)}{\max\left(z^{u}{}_{ij}\right) - \min\left(z^{l}{}_{ij}\right)}, \frac{z^{m}{}_{ij} - \min\left(z^{l}{}_{ij}\right)}{\max\left(z^{u}{}_{ij}\right) - \min\left(z^{l}{}_{ij}\right)}, \frac{z^{u}{}_{ij} - \min\left(z^{l}{}_{ij}\right)}{\max\left(z^{u}{}_{ij}\right) - \min\left(z^{l}{}_{ij}\right)}\right) \tag{3.21}$$

**Adım 4:** Her alternatif için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ($\widetilde{S}_i$) ve Üstel ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ($\widetilde{P}_i$) dizilerinin toplamının hesaplanması (Denklem (3.22) ve (3.23)).

$$\tilde{S}_i = \left(S_i^l, S_i^m, S_i^u\right) = \sum_{j=1}^{n} \tilde{\omega}_{jc}\tilde{r}_{ij} = \left(\sum_{j=1}^{n} \omega^{l}{}_{jc} r^{l}{}_{ij}, \sum_{j=1}^{n} \omega^{m}{}_{jc} r^{m}{}_{ij}, \sum_{j=1}^{n} \omega^{u}{}_{jc} r^{u}{}_{ij}\right) \tag{3.22}$$

$$\widetilde{P}_i = \left(P_i^l, P_i^m, P_i^u\right) = \sum_{j=1}^{n} (\tilde{r}_{ij})^{\tilde{\omega}_{jc}} = \left(\sum_{j=1}^{n} (r^{l}{}_{ij})^{\omega^{u}_{jc}}, \sum_{j=1}^{n} (r^{m}{}_{ij})^{\omega^{m}_{jc}}, \sum_{j=1}^{n} (r^{u}{}_{ij})^{\omega^{l}_{jc}}\right) \tag{3.23}$$

**Adım 5:** Üç farklı strateji için bulanık değerlendirme puanlarının hesaplanması.

WSM (Ağırlıklı Toplam Yöntemi) ve WPM' nin (Ağırlıklı Çarpım Yöntemi) karşılaştırmalı puanları Denklem (3.24) ve (3.25) kullanılarak hesaplanır. Denklem (3.26), WSM ve WPM'yi dengelemek için kullanılır.

$$\tilde{f}_{ia} = (f_{ia}^{l}, f_{ia}^{m}, f_{ia}^{u}) = \frac{\widetilde{P}_{i+}\,\tilde{S}_{i}}{\sum_{i=1}^{k}(\widetilde{P}_{i+}\,\tilde{S}_{i})}$$

$$= \left(\frac{P_i^l + S_i^l}{\sum_{i=1}^{k}(P_i^u + S_i^u)}, \frac{P_i^m + S_i^m}{\sum_{i=1}^{k}(P_i^m + S_i^m)}, \frac{P_i^u + S_i^u}{\sum_{i=1}^{k}(P_i^l + S_i^l)}\right) \tag{3.24}$$

$$\tilde{f}_{ib} = (f_{ib}^{l}, f_{ib}^{m}, f_{ib}^{u}) = \frac{\tilde{S}_i}{\min(\tilde{S}_i)} + \frac{\widetilde{P}_i}{\min(\widetilde{P}_i)}$$

$$= \left(\frac{S_i^l}{\min(S_i^l)} + \frac{P_i^l}{\min(P_i^l)}, \frac{S_i^m}{\min(S_i^l)} + \frac{P_i^m}{\min(P_i^l)}, \frac{S_i^u}{\min(S_i^l)} + \frac{P_i^u}{\min(P_i^l)}\right) \tag{3.25}$$

$$\tilde{f}_{ic} = (f_{ic}^{l}, f_{ic}^{m}, f_{ic}^{u}) = \frac{\lambda(\tilde{S}_i) + (1-\lambda)\widetilde{P}_i}{\lambda\max(\tilde{S}_i) + (1-\lambda)\max(\widetilde{P}_i)}$$

$$= \left(\frac{\lambda(S_i^l) + (1-\lambda)(P_i^l)}{\lambda\max(S_i^u) + (1-\lambda)\max(P_i^u)}, \frac{\lambda(S_i^m) + (1-\lambda)(P_i^m)}{\lambda\max(S_i^u) + (1-\lambda)\max(P_i^u)}, \frac{\lambda(S_i^u) + (1-\lambda)(P_i^u)}{\lambda\max(S_i^u) + (1-\lambda)\max(P_i^u)}\right) \tag{3.26}$$

Denklem (3.26)'daki λ değeri karar vericiler tarafından λ = 0,5 olarak kabul edilir.

**Adım 6:** Bulanık değerlendirme puanlarının net değerlendirme puanlarına dönüştürülmesi.

Denklem (3.27)'den Denklem (3.29) kadar olan formüller kullanılarak net sonuçlar elde edilir.

$$f_{ia} = \frac{f_{ia}^{l}, f_{ia}^{m}, f_{ia}^{u}}{3} \tag{3.27}$$

$$f_{ib} = \frac{f_{ib}^{l}, f_{ib}^{m}, f_{ib}^{u}}{3} \tag{3.28}$$

$$f_{ic} = \frac{f_{ic}^{l}, f_{ic}^{m}, f_{ic}^{u}}{3} \tag{3.29}$$

**Adım 7:** Nihai görece performans değerlerinin hesaplanması.

Nihai puanlar Denklem (3.30) kullanılarak hesaplanır. Belirlenen bu puanlar, üç hesaplanan stratejinin aritmetik ortalamasının ve geometrik ortalamasının

toplamını temsil eder. Bu nedenle, öncelikli alternatif en yüksek puana sahip olandır (Yazdani vd., 2019).

$$f_i = \sqrt[3]{f_{ia} f_{ib} f_{ic}} + \frac{f_{ia} + f_{ib} + f_{ic}}{3} \quad (3.30)$$

## 3.8 Bulanık TOPSIS

Bulanık TOPSIS, çok kriterli karar almada kullanılan geleneksel TOPSIS yönteminin bir uzantısıdır. Geleneksel TOPSIS net değerlere dayanırken, Bulanık TOPSIS karar verilerindeki belirsizliği ele almak için bulanık mantığı entegre eder. Yöntemin uygulama adımları aşağıdaki şekilde sıralanır:

- Dilsel Değişkenleri Oluşturun: Kesin sayılar yerine, Bulanık TOPSIS kriterleri ve alternatif derecelendirmeleri temsil etmek için dilsel değişkenleri ("iyi", "orta", "zayıf" gibi) kullanılır. Daha sonra bu değişkenler, bir değerin belirli bir kümeye ait olma derecesini gösteren üyelik fonksiyonları ile karakterize edilen bulanık sayılara dönüştürülür.
- Bulanık Karar Matrisi Oluşturun: Geleneksel TOPSIS'e benzer şekilde, satırların alternatifleri, sütunların kriterleri temsil ettiği ve her hücrenin alternatifin o kriter üzerindeki performansını gösteren bulanık bir sayı içerdiği bir matris oluşturulur.
- Bulanık Karar Matrisini Normalleştirin: Bu adım, çeşitli bulanık sayıları genellikle 0 ile 1 arasında karşılaştırılabilir bir ölçeğe dönüştürür.
- Bulanık Pozitif ve Negatif İdeal Çözümleri Belirleyin: Bulanık Pozitif İdeal Çözüm (BPİÇ), tüm kriterlerde mümkün olan en iyi performansı temsil ederken, Bulanık Negatif İdeal Çözüm (BNİÇ) en kötüsünü temsil eder.
- Mesafeleri Hesaplayın: Her alternatif için, BPİÇ ve BNİÇ'e olan mesafe, bulanık sayılar için uygun bir mesafe formülü kullanılarak hesaplanır.
- Yakınlık Katsayısını Hesaplayın: Her alternatif için, BPİÇ'e olan göreceli yakınlığını ve BNİÇ'e olan uzaklığını temsil eden bir yakınlık katsayısı hesaplanır.
- Alternatifleri Sıralayın: Son olarak, alternatifler yakınlık katsayılarına göre sıralanır. En yüksek katsayıya sahip alternatif en çok istenen alternatif olarak kabul edilir.

TOPSIS'te bulanık mantığın kullanılması, karar vericilerin öznel yargıları dahil etmelerine ve belirsizliği etkili bir şekilde ele almalarına olanak tanır ve karmaşık senaryolarda daha sağlam ve güvenilir kararlara yol açar (Bakioglu & Atahan, 2021). Bulanık TOPSIS için hesaplamalar aşağıdaki gibidir (Yılmaz & Yakut, 2022).

**Adım 1:** Yöntem ilk aşamasında karar matrisinin ve ağırlık vektörünün oluşturulmasını içerir. Alternatifler, seçim kriterlerinin ve ağırlık vektörü gösterimi aşağıda verilmiştir.

$$A_i = (1,2,3, \ldots, m)$$

$$K_j = (1,2,3, \ldots, n)$$

$$W = (w_1, w_2, w_3, \ldots, w_n)$$

$X_{ij}^{K}$ alternatiflerine ait kriter değerleri Denklem (3.31) ile hesaplanır.

$$X_{ij} = \frac{1}{K}\left[X_{ij}^{1} + X_{ij}^{2} + \cdots + X_{ij}^{K}\right] \tag{3.31}$$

$W_j^K$ önem ağırlıkları Denklem (3.32) ile hesaplanır.

$$W_j = \frac{1}{K}\left[w_j^1 + w_j^2 + \cdots + w_j^K\right] \tag{3.32}$$

Uzman ekip tarafından dilsel terimler kullanılarak oluşturulan karar matrisi aşağıdaki gibi gösterilir.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & \cdots & x_{2n} \\ x_{31} & \cdots & x_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

$$W = [w_1, \quad w_2, \ldots, \quad w_n]$$

Bu matrislerde $x_{ij}$, $w_j$ Bulanık üçgensel sayıları temsil etmektedir. X ve W sırası ile bulanık karar matrisi ve bulanık ağırlık matrisi temsil eder.

**Adım 2:** Karar matrisinin normalizasyonu gerçekleştirilir. Bu aşamada kriterlerin fayda ve maaliyet özelliklerine göre ayrım yapılır. Normalleştirilmiş kara matrisine ilişkin gösterim aşağıdaki gibidir (Denklem 3.33).

$$R = \left[r_{ij}\right]_{mxn} \tag{3.33}$$

Fayda kriteri: $r_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*}\right), j \in B, c_j^* = \max_i c_{ij}$ (3.34)

Maaliyet kriteri: $r_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}}\right), j \in C, a_j^- = \min_i a_{ij}$ (3.35)

**Adım 3:** Normalleştirilmiş matris ile kriter ağırlıklarının çarpılması ile Denklem (3.36) kullanılarak $V = \left[V_{ij}\right]_{mxn}$ bulanık normalleştirilmiş karar matrisi elde edilir. $\forall i, j$ için $V_{ij}$ matrisinin elemanları normalleştirilmiş olarak üçgensel bulanık sayılardan meydana gelir ve $[0,1]$ aralığında bulunur.

$$V_{ij} = r_{ij} \times w_j \quad (3.36)$$

**Adım 4:** Bu aşamada ideal çözüme olan pozitif ve negatif uzaklıklar Denklem (3.37) ve Denklem (3.38) kullanılarak hesaplanır. Bulanık pozitif ideal çözüm $A^+ = (V_1^+, V_2^+, \dots, V_n^+)$, bulanık negative ideal çözüm $A^- = (V_1^-, V_2^-, \dots, V_n^-)$ şeklinde ifade edilir.

$$d_i^+ = \sum_{j=1}^n d\left(v_{ij}, v_j^+\right), i = 1,2, \dots, m \quad (3.37)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d\left(v_{ij}, v_j^-\right), i = 1,2, \dots, m \quad (3.38)$$

**Adım 5:** Son aşamada yakınlık katsayısı Denklem (3.39) ile hesaplanır. Yakınlık katsayısı 1'e ne kadar yakında o alternatifin önceliği daha yüksek olmaktadır.

$$C_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \text{ ve } i = 1,2, \dots, m \quad (3.39)$$

## 3.9 Bulanık VIKOR

Bulanık VIKOR (VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) dilimizde çok kriterli optimizasyon ve uzlaşık çözüm anlamına gelmektedir. Farklı kriterlere göre değerlendirilen bir dizi alternatif arasından en iyi seçeneği seçmenize yardımcı olan bir karar verme yöntemidir. Özellikle bu kriterler birbirleriyle çeliştiğinde, yani her şeyin en iyisine sahip olamayacağınız durumlarda faydalıdır. Her zaman ideal olana sahip olamayacağımızdan, VIKOR belirli bir kritere göre farklı bir alternatif seçmemenin potansiyel kararsızlığını en aza indirmeye yardımcı olur.

Bulanık VIKOR uygulama adımları:

- Problem Kurulumu: Alternatiflerinizi ve bunları değerlendirmek için kriterleri tanımlayın.
- Bulanık Değerlendirme: Net sayılar yerine, her alternatifi her kriterde derecelendirmek için bulanık sayılar kullanın. Bu, birçok değerlendirmede bulunan belirsizliği yansıtır.
- Ağırlıklar: Her kriterin göreceli önemini belirleyin.
- Bulanık Hesaplamalar:
    - Bulanık En İyi ve En Kötü Değerler: Her kriter için, en iyi ve en kötü olası sonuçların bulanık gösterimleri nelerdir?
    - Bulanık S ve R Değerleri: 'S', bir alternatifin tüm kriterler arasında ideal çözüme ne kadar yakın olduğunu ölçer. 'R', o alternatifi en kötü performans gösteren kriterine göre seçtiğiniz için sahip olabileceğiniz maksimum pişmanlığı temsil eder. Bunlar bulanık aritmetik kullanılarak hesaplanır.
    - Bulanık Q Değeri: Bu, her alternatif için genel bir bulanık puan vermek üzere 'S' ve 'R'yi birleştirir.
- Bulanıklaştırma ve Sıralama: Alternatifleri sıralamak için bulanık 'Q' değerleri net sayılara dönüştürülür. En düşük 'Q' değerine sahip alternatif genellikle en iyi uzlaşma olarak kabul edilir (Das vd., 2024).

VIKOR yönteminin avantajları, karşıt kriterler arasındaki uzlaşmaların göz önünde bulundurulması sağlanır ve hem ideale yakın hem de karar vericiler tarafından kabul edilebilir bir çözüm elde edilir (J. Zhang vd., 2016).

**Adım 1:** Yöntemin ilk adımında alternatifler, karar vericiler ve kriterlere karar verilir.

**Adım 2:** Kriter ağırlıkları ve alternatifleri önceliklendirmek için kullanılan dilsel terimlere karşılık gelen bulanık üçgensel sayılar belirlenir.

**Adım 3:** Bu aşamada karar vericilere ait yorumlar tek bir grup kararına dönüştürülür. Bu işlem Denklem (3.40) ile hesaplanır.

$$w_j = \frac{1}{n}\left[\sum_{e=1}^{n} w_j^e\right], j = 1,2,\dots,k \tag{3.40}$$

Bu denklemdeki n ile ifade edilen karar vericilerdir. Alternatif i'nin, kriter j'ye göre önceliği Denklem (3.41) ile hesaplanır.

$$x_{ij} = \frac{1}{n}\left[\sum_{e=1}^{n} x_{ij}^{e}\right], j = 1,2,\dots,m \quad (3.41)$$

**Adım 4:** Bulanık karar Matrisi ve ağırlık Matrisi aşağıdaki gibi gösterilmektedir.

$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1k} \\ x_{21} & \dots & x_{2k} \\ x_{31} & \dots & x_{3k} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mk} \end{bmatrix}$$

$$W = [w_1, \quad w_2, \dots, \quad w_k]$$

i= 1,2, …, m ve j=1,2, …, k olduğuna göre, $x_{ij}$, $C_j$ kriterine göre, $A_i$ alternatifine olan değerini, $w_j$ kriteri ise j'nin önem derecesini ifade eder.

**Adım 5:** En iyi bulanık ($f_j^*$) ve en kötü bulanık ($f_j^-$) değerlerin tespit edildiği aşamadır. Fayda ve maaliyet kriterleri Denklem (3.42) ve Denklem (3.43) ile hesaplanır.

$$f_j^* = \max_i x_{ij},\ f_j^- = \min_i x_{ij} \quad (3.42)$$

$$f_j^* = \min_i x_{ij},\ f_j^- = \max_i x_{ij} \quad (3.43)$$

**Adım 6:** Bu adımda $S_i$ ve $R_i$ değerleri Denklem (3.45) ve Denklem (3.46) ile hesaplanır. $S_i$ ile ifade edilmek istenen alternatif i'nin optimal bulanık değere olan toplam uzaklığıdır. $R_i$ ise, alternatif i ifadesinin en kötü bulanık değere olan maksimum uzaklığıdır.

$$N_{ij} = (f_j^* - x_{ij})/(f_j^* - f_j^-) \quad (3.44)$$

$$S_i = \sum_{j=1}^{k} w_j\left[(f_j^* - x_{ij})/(f_j^* - f_j^-)\right] \quad (3.45)$$

$$R_i = \max_i\left[w_j(f_j^* - x_{ij})/(f_j^* - f_j^-)\right] \quad (3.46)$$

**Adım 7:** $S^*$, maksimum grup faydası, $S^-$; $R^*$, zıt görüşlerin minimum pişmanlığını, $R^-$; $\overline{Q_i}$ ise her iki ifadeyede bağlıdır. $\overline{Q_i}$ indeksi Denklem (3.47) ile hesaplanır. Bu formulde q değeri karar vermede önemli bir parameter olup, maksimum grup faydasını ifade etmektedir. (q>0,5) iken uzlaşma elde edilir.

$$\overline{Q_i} = \left(q.\frac{S_i - S^*}{S^- - S^*}\right) + (1-q).\frac{R_i - R^*}{R^- - R^*} \quad (3.47)$$

**Adım 8:** Durulaştırılmış değerler elde edilir. Bu adımda elde edilen en iyi alternatifin nihai çözüm olup olmadığı üzerine düşünülür. Bu nedenle aşağıdaki seçenekleri sağlayıp sağlamadığına bakılır.

Seçenek 1, kabul edilebilir avantaj olarak ifade edilir. DQ alternatif sayısına bağlı bir ifadedir ve formuldeki m alternatiflerin sayısını verir. Bu kapsamda seçenek 1, $Q(A^2) - Q(A^1) \geq DQ$, $DQ = \frac{1}{m-1}$ koşullarını kapsar.

Seçenek 2, Kabul edilebilir istikrar olarak ifade edilir. $Q_i$ değerine göre ilk sıradaki alternatif $A^1$, S veya R içinde aynı istikrara sahipse, uzlaşık çözüm karar verme süreci istikrarlıdır.

Her iki seçenek içinde çözüm elde edilemiyorsa, aşağıdaki kurallar uygulanır.

a. Eğer seçenek 2 sağlanamıyorsa alternatiflerden $A^1$ ve $A^2$ uzlaşık çözüm olara kabul edilir.
b. Seçenek 1 sağlanamıyorsa alternatiflerin hepsi uzlaşık çözüm kümesi olarak kabul edilir.

   Burda üst sınır değerleri hesaplamak için Denklem (3.48) kullanılır. En iyi alternatif en düşük Q değerine sahip olandır.

$$Q(A^m)-Q(A^1) < DQ \tag{3.48}$$

## 3.10 Bulanık COPRAS

Bulanık COPRAS, birden fazla kriteri göz önünde bulundurarak alternatifleri göreceli önemlerine göre sıralamanıza yardımcı olan çok kriterli bir karar alma yöntemidir. Bulanık COPRAS, gerçek dünya karar alma senaryolarındaki belirsizliği ele almak için bulanık mantığı içerdiği anlamına gelmektedir. Bulanık COPRAS yönteminin uygulama adımları aşağıdaki şekilde sıralanır:

- Sorunu Tanımlayın: Karar alternatiflerini ve bunları değerlendirmek için kriterleri belirleyin.
- Karar Matrisini Oluşturun: Satırların alternatifleri, sütunların kriterleri temsil ettiği ve her hücrenin alternatifin o kriterdeki performansını temsil eden bulanık bir sayı içerdiği bir matris oluşturun. Dilsel terimler ("iyi", "orta", "zayıf") gibi bulanık sayılar, belirsizliği yakalamak için kullanılır.
- Kriter Ağırlıklarını Belirleyin: Her kriterin göreceli önemini belirleyin.

- Karar Matrisini Normalleştirin: Karar matrisindeki bulanık sayıları genellikle 0 ile 1 arasında karşılaştırılabilir bir ölçeğe dönüştürün.
- Ağırlıklandırılmış Normalleştirilmiş Karar Matrisini Hesaplayın: Her normalleştirilmiş bulanık sayıyı karşılık gelen kriter ağırlığıyla çarpın.
- Bulanık Toplamları Belirleyin: Her alternatif için iki bulanık toplam hesaplayın:
- Yararlı kriterler için ağırlıklı normalleştirilmiş derecelendirmelerin toplamı (Si+): Alternatifin toplam pozitif performansını temsil eder.
- Yararlı olmayan kriterler için ağırlıklı normalleştirilmiş derecelendirmelerin toplamı: Alternatifin toplam negatif performansını temsil eder.
- Göreceli Önemi Hesaplayın: Her alternatifin göreli önemini şu formülü kullanarak belirleyin: $Q_i = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+}$, (i=1, 2, … m) ve $(0 \leq Q_i \leq 1)$ arasındadır.
- Alternatifleri Sıralayın: Alternatifleri Qi değerlerine göre sıralayın. En yüksek Qi değerine sahip alternatif en tercih edilebilir olarak kabul edilir.

Bulanık COPRAS'ın Avantajları: Bulanık mantığı kullanarak belirsizliği ve kesin olmayan durumları etkili bir şekilde ele alması ve birden fazla kritere dayalı olarak alternatiflerin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesine olanak tanımasıdır. Ayrıca alternatiflerin göreceli önemlerine göre net bir sıralama sağlamaktadır (Satici & Mete, 2024). Bulanık COPRAS için hesaplama adımları aşağıdaki açıklanmaktadır (Türkmen & Demirel, 2022).

**Adım 1:** Her bir kriter ve alternatif için karar verici uzman ekip tarafından bulanık dilsel terimler atanır.

**Adım 2:** Birleşik karar matrisi oluşturulur (Denklem 3.49).

$$x_{ij} = (x_{ij1}, x_{ij2}, x_{ij3})$$

$$x_{ij1} = \min\{x_{ijk1}\},\ x_{ij2} = \frac{1}{K}\sum_{k=1}^{K} x_{ij2}\ ,\ x_{ij3} = \max\{x_{ijk3}\} \qquad (3.49)$$

**Adım 3:** Bulanık karar matrisi oluşturulur ve her bir kriter için bulanık ağırlık dereceleri hesaplanır. Bulanık değerler durulaştırılarak nihai sonuçlar elde edilir. Denklem (3.50) ile en iyi bulanık olmayan performans değeri (BNP) hesaplanır.

$$BNP = \frac{(u-l)+(m-l)}{3} + l \quad (3.50)$$

**Adım 4:** Karar matrisinin normalleştirilmesi ve ağırlıklı normalize karar matrisinin elde edilmesi (Denklem (3.51) ve Denklem (3.52)).

$$\overline{x_{ij}} = \frac{x_{ij}}{\sum_{j=1}^{n} x_{ij}}; i = \overline{1,n} \text{ ve } j = \overline{1,m} \quad (3.51)$$

$$x_{ij} = \overline{x_{ij}} \cdot w_j; i = 1, \dots n \text{ ve } j = 1, \dots, m \quad (3.52)$$

**Adım 5:** Fayda ve maaliyet kriterleri için ağırlıklı normalize değerler toplamı Denklem (3.53) ve Denklem (3.54) ile hesaplanır.

$$P_i = \sum_{j=1}^{q} x_{ij} \quad j=1, 2, \dots, q \text{ fayda kriterleri} \quad (3.53)$$

$$R_i = \sum_{j=q+1}^{n} x_{ij} \quad j=q+1, q+2, \dots, n \text{ maaliyet kriterleri} \quad (3.54)$$

**Adım 6:** Alternatifler $Q_i$ değerlerine göre sıralanır. $Q_i$ Denklem (3.55) ile hesaplanır. Sonrasında en yüksek göreli önem değeri K ile her alternatifin fayda derecesi $N_i$ Denklem (3.56) ve Denklem (3.57) ile hesaplanır.

$$Q_i = P_i + \frac{\sum_{i=1}^{m} R_i}{R_i \sum_{i=1}^{m} \frac{1}{R_i}} \quad (3.55)$$

$$K = \max Q_i; i = 1, \dots, m \quad (3.56)$$

$$N_i = \frac{Q_i}{Q_{max}} . 100\% ; i = 1, \dots, m \quad (3.57)$$

## 3.11 Bulanık MABAC

Bulanık MABAC veya bulanık çok nitelikli sınır yaklaşımı alan karşılaştırması, aralarından seçim yapabileceğiniz birden fazla seçeneğiniz olduğunda ve her seçeneğin farklı faktörlere dayalı artıları ve eksileri olduğunda tercih edilen bir karar verme yöntemidir. Bulanık MABAC, gerçek dünya problemlerinde sıklıkla ortaya çıkan belirsizliklerle başa çıkmak için bulanık mantıktan faydalanır (Sivam vd., 2024).

Bulanık MABAC yaklaşımı uygulama adımlarını aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz:

- Bulanık Karar Matrisi: Satırların alternatifler, sütunların kriterler olduğu ve her hücrenin alternatifin o kriterdeki performansını temsil eden bulanık bir sayı içerdiği bir tablo oluşturulur.
- Ağırlıklar: Her kriterin göreceli önemi belirlenir (örneğin, maliyet bazı durumlarda riskten daha önemli olabilir).
- Sınır Yaklaştırma Alanı (BAA): Bu önemli bir kavramdır. Her kriter için iyi performansı kötü performanstan ayıran bir sınır çizgisi hayal edilir. Bulanık MABAC, her alternatifin bu sınıra ne kadar yakın olduğunu hesaplar.
- Mesafeler ve Sıralama: Yöntem, her alternatifin performansı ile BAA arasındaki mesafeleri hesaplar. BAA'nın pozitif tarafına daha yakın olan alternatifler daha iyi bir performansı ifade eder.

Bulanık MABAC yöntemi, birden fazla ve potansiyel olarak çelişen ölçütlere dayalı olarak alternatifleri karşılaştırmak için yapılandırılmış bir yol sağlar. Bulanık MABAC için hesaplama adımları aşağıdaki açıklanmaktadır (Božanic vd., 2019).

**Adım 1:** Karar matrisinin oluşturulması. Alternatifler i olarak ifade edilir, i=1, 2, …, m; $x_{ij}$ i. alternatifin j. kritere kıyasla sahip olduğu değeri oluşturur. Karar matrisi aşağıdaki şekilde gösterilir.

$$\begin{bmatrix} x_{11}\, x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21}\, x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ x_{31}\, x_{23} & \cdots & x_{3n} \\ \cdots & \ddots & \cdots \\ x_{m1}\, x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

**Adım 2:** Fayda ve maliyet kriterleri için karar matrisinin normalleştirilmesi Denklem (3.58) ve Denklem (3.59) kullanılarak hesaplanır.

$$\text{Fayda kriteri: } n_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_j x_{ij}}{\max_j x_{ij} - \min_j x_{ij}} \tag{3.58}$$

$$\text{Maliyet kriteri: } n_{ij} = \frac{x_{ij} - \max_j x_{ij}}{\min_j x_{ij} - \max_j x_{ij}} \tag{3.59}$$

**Adım 3:** Her bir kriter için sınır yakınlık değerleri ($q_j$) Denklem (3.60) ile hesaplanır. Her bir alternatif için j. kriter açısından sınır yakınlık alanına olan uzaklıkların toplamı Denklem (3.61) ile hesaplanır.

$$q_j = \sqrt[m]{\prod_{i=1}^{m} v_{ij}} \quad \forall j \text{ için} \tag{3.60}$$

$$q_{ij} = v_{ij} - q_j \tag{3.61}$$

**Adım 4:** Alternatiflerin sınır yakınlık alanından uzaklıklarının ($S_i$) toplam değeri Denklem (3.62) ile hesaplanır. Sonuç değerlere göre en büyük skor değer en optimal alternatifi ifade eder.

$$S_i = \sum_{j=1}^{n} q_{ij} \tag{3.62}$$

Alternatiflerin önceliklendirilmesi için önerilen CoCoSo yöntemi, TOPSIS, VIKOR, COPRAS ve MABAC yöntemleri ile Tablo 3.3'de temel özellikleri, matematiksel temelleri, güçlü ve zayıf yönleri bakımından karşılaştırılmıştır.

**Tablo 3.3** Önerilen karar modeli yaklaşımında karşılaştırmalı analiz yöntemlerinin değerlendirmesi

| **Yöntem** | **Temel özellikleri** | **Matematiksel temeli** | **Güçlü yönleri** | **Zayıf yönleri** |
|---|---|---|---|---|
| CoCoSo | Basit eklemeli ağırlıklandırma ve çarpımsal fayda fonksiyonlarını birleştirir | Ağırlıklı toplama ve fayda fonksiyonları | Farklı uzlaşık çözüm stratejilerini birleştirerek daha dengeli sonuçlar üretir<br>Hesaplama süreci göreceli olarak basittir<br>Alternatifler arasındaki sıralamayı net bir şekilde ortaya koyar<br>Diğer ÇKKV yöntemleriyle entegrasyona uygundur<br>Kriter ağırlıklarındaki değişimlere karşı daha az duyarlıdır | Yeni bir yöntem olduğundan literatürde daha az test edilmiştir.<br>Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde dışsal yöntemlere ihtiyaç duyabilir.<br>Büyük veri setlerinde hesaplama süresi artabilir. |
| TOPSIS | Alternatifleri ideal çözüme yakınlıklarına göre sıralar | Öklid uzaklığı ve ideal çözümler | Pozitif ve negatif ideal çözümleri dikkate alır.<br>Literatürde en çok test edilmiş yöntemlerden biridir.<br>Hesaplama adımları mantıksal ve anlaşılırdır.<br>Farklı veri tiplerine uygulanabilir. | Öklid mesafesi hesaplaması her zaman en iyi sonucu vermeyebilir.<br>Kriter ağırlıklarının belirlenmesi kritiktir.<br>Alternatif sayısı arttıkça hesaplama yükü artar.<br>İdeal çözüme uzaklık hesaplamasında bazı bilgiler kaybolabilir. |

**Tablo 3.3** Önerilen karar modeli yaklaşımında karşılaştırmalı analiz yöntemlerinin değerlendirmesi (devamı)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| VIKOR | Uzlaşma çözümlerine ve sıralama alternatiflerine odaklanır | Uzlaşma programlama ve fayda teorisi | İdeal çözüme maksimum grup faydası ve minimum bireysel pişmanlık sağlar.<br>Uzlaşık çözüm stratejisi güçlüdür.<br>Alternatifler arasındaki sıralamayı net bir şekilde ortaya koyar.<br>Literatürde yaygın kullanımı vardır. | Hesaplama süreci karmaşıktır.<br>v parametresinin belirlenmesi sübjektif olabilir.<br>Kriter ağırlıklarının hassas belirlenmesi gerekir.<br>Büyük veri setlerinde hesaplama yükü fazladır. |
| MABAC | Alternatifleri sıralamak için sınır yaklaşımını kullanır | Sınır yaklaşımı ve toplama | Sınır yakınlık alanı konsepti ile özgün bir yaklaşım sunar.<br>Hesaplama süreci göreceli olarak basittir.<br>Sonuçların tutarlılığı yüksektir.<br>Kriter değerlerindeki değişimlere duyarlılığı düşüktür. | Literatürde diğer yöntemlere göre daha az kullanılmıştır.<br>Sınır yakınlık alanının belirlenmesi hassasiyet gerektirir.<br>Kriter ağırlıklarına duyarlıdır.<br>Büyük veri setlerinde performans düşebilir. |
| COPRAS | Sıralama için hem pozitif hem de negatif kriterleri dikkate alır | Oran sistemi ve fayda fonksiyonları | Fayda ve zarar kriterleri ayrı ayrı değerlendirir.<br>Hesaplama süreci basit ve anlaşılırdır.<br>Alternatiflerin göreceli önem derecelerini belirler.<br>Farklı ölçek türlerindeki kriterleri değerlendirebilir. | Kriter değerlerinin sıfır olması durumunda sorun yaşanabilir.<br>Kriter ağırlıklarına çok duyarlıdır.<br>Uzlaşık çözüm stratejisi diğer yöntemlere göre daha basittir.<br>Karmaşık problemlerde yetersiz kalabilir. |

Uzlaşık çözüm kalitesinin yüksek olması, hesaplama sürecinin makul karmaşıklıkta olması, sonuçların güvenilirliğinin yüksek olması ve diğer yöntemlerle entegrasyona uygun olması gibi avantajları dikkate alındığında Bulanık CoCoSo yöntemi ve önerilen karar modeli çerçevesi güçlü analiz yeteneğine sahiptir (Tablo 3.3).

# 4

# ÖNERİLEN YÖNTEM VE AŞAMALARI

Bu bölüm, Fine-Kinney ve HRNS yaklaşımlarının altında yatan prosedürel adımlara ve teorik temellere genel bir bakış sağlar. Amacı, önerilen metodolojide kullanılan kriterlerin daha derin bir şekilde anlaşılmasını kolaylaştırmaktır.

## 4.1 Fine Kinney

Fine-Kinney yaklaşımı, işyeri kazalarını ve tehlikelerini değerlendirmek ve ele almak için bir tekniktir. Müdahalelerin etkinliğini risk sıralaması kullanarak değerlendirir ve düzeltici eylemler için kaynak tahsisini yönlendirir. Bir tehdit veya tehlikeyle karşı karşıya kalan bir çalışan için olası sonuçların ciddiyeti, kazanın beklenen sonucuna göre belirlenir (Kinney & Wiruth, 1976). Fine-Kinney yöntemine göre risk puanı, Denklem 4.1 kullanılarak hesaplanır (Gul vd., 2021). Fine-Kinney yöntemine ait dilsel değerlendirmeler Tablo 4.1'de gösterilmektedir.

$$\text{Risk Puanı} = \text{Şiddet (Ş)} \times \text{Frekans (F)} \times \text{Olasılık (O)} \tag{4.1}$$

**Tablo 4.1** Fine Kinney parametresi için dilsel ölçek

| **Olasılık** | **Dilsel Değer** | **Frekans** | **Dilsel Değer** | **Şiddet** | **Dilsel değer** |
|---|---|---|---|---|---|
| Oldukça kuvvetli ihtimal | 10 | Sürekli | 10 | Felaket | 100 |
| Kuvvetle mümkün | 6 | Sıklıkla | 6 | Çok kötü | 40 |
| Nadir fakat mümkün | 3 | Ara sıra | 3 | Çok ciddi | 15 |
| Oldukça düşük ihtimal | 1 | Nadir | 2 | Ciddi | 7 |
| Düşük ihtimal | 0.5 | Oldukça nadir | 1 | Önemli | 3 |
| Pratik olarak mümkün değil | 0.2 | Çok nadir | 0.5 | Dikkate alınmalı | 1 |

## 4.2 Tehlike Derecelendirme Sayı Sistemi (HRNS)

Chris Steel, Safety and Health Practitioner (SHP) dergisinde yayınlanan makalesinde, belirli endüstrilere göre uyarlanabilen risklerin önemini tahmin etmek için kapsamlı bir yöntem olarak Tehlike Derecelendirme Sayı Sistemini (HRNS) yöntemini önermektedir. HRNS yöntemi, dört temel faktörün değerlendirilmesine dayalı olarak genel risk puanını hesaplar: "Oluşma Olasılığı (OO)", "Tehlikeli Bölgede Bulunma Sıklığı (TS)", "Yaralanmanin Şiddeti (YŞ)" ve "Risk Altındaki Kişi Sayısı (KS)". Bu faktörler Tablo 4.2'de gösterilen dilsel ölçek ile değerlendirilir ve daha sonra nihai risk puanları Denklem 2 kullanılarak belirlenir (Paulino, 2019).

$$\text{HRNS Risk Puanı} = LO \times FE \times DPH \times NP \tag{4.2}$$

**Tablo 4.2** Tehlike Derecelendirme Sayı Sistemi parametresi için dilsel ölçek

| **Olayın Meydana Gelme Olasılığı (OO)** | | **Tehlikeli Bölgede Bulunma Sıklığı (TS)** | | **Yaralanmanın Şiddeti (YŞ)** | | **Risk Altındaki Kişi Sayısı (KS)** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0,033 | Neredeyse İmkânsız | 0,5 | Yıllık | 0,1 | Sıyrık ya da ezik | 1 | 1-2 kişi |
| 1 | Çok Zor Olasılık | | | | | 2 | 3-7 kişi |
| 1,5 | Zor Olasılık | 1 | Aylık | 0,5 | Yaralanma ya da orta seviye etki | | |
| 2 | Olası | 1,5 | Haftalık | 2 | Minör kemik kırılması ya da minör rahatsızlık | 4 | 8-15 kişi |
| 5 | Muhtemelen | 2,5 | Günlük | 4 | Majör kemik kırılması ya da majör rahatsızlık | | |
| 8 | Mümkün | 4 | Saatlik | 6 | Bir uzuv kaybı, göz ve işitme kaybı (kalıcı) | 8 | 16-50 kişi |
| 10 | Yüksek İhtimalle | 5 | Sürekli | 10 | İki uzuv kaybı ya da gözlerin (kalıcı) | | |
| 15 | Kesin | | | 15 | Ölüm | 12 | 50+ kişi |

## 4.3 Önerilen Risk Analizi Karar Modeli

Bu bölümde önerilen risk analizi karar modeli metedolojisinin temellerine yer verdik. Literatürdeki bazı risk değerlendirme yöntemleri, Olay Ağacı Analizi (ETA) ve Hata Ağacı Analizinde (HTA) olduğu gibi olasılık parametresine dikkat çeken risk önceliklendirmesi sağlarken, bazı yöntemler olasılık ve şiddet parametrelerine dayanan matris temelli risk değerlendirme yöntemleridir. Tehlike Derecelendirme Sayı Sistemi (HRNS) ve Fine-Kinney yöntemi gibi bazı risk değerlendirmesi yöntemlerinde risk puanı değeri üç ve daha fazla parametreye dayalı olarak elde edilir. Bu parametreye ek olarak HRNS'deki farklı risk parametresi tehlikeli durumun olası ciddi sonuçlarından etkilenecek kişi sayısını dikkate alan risk altındaki kişi sayısı parametresidir. Risk altındaki kişi sayısı, öngörülemeyen risklerin analizinde çalışan faktörünün önemini ortaya koymaktadır. Fine- Kinney yöntemi ise olasılık ve şiddet bileşenlerine ek olarak frekans parametresinden yararlanan diğer bir risk analizi yöntemidir. Frekans parametresi mesleki tehlike ile olan maruziyete dikkat çekmektedir (Marhavilas vd., 2011). Karaşan ve diğerleri tarafından 2018 yılındaki çalışmalarında, Güvenlik ve Kritik Etki Analizi (SCEA); Hata Türü ve Etki Analizi (FMEA) ve Fine Kinney yöntemlerinin risk parametrelerini birleştirerek oluşturulmuş; olasılık, şiddet, tespit edilebilirlik ve frekans parametrelerinin ortak etkilerini dikkate alan dört risk parametresine sahip yenilikçi bir risk değerlendirme kullanmışlardır (Karasan vd., 2018).

Önerilen risk analizi karar modeli mevcut risk analizi yöntemlerinden farklı olarak, çalışan farktörünü odak noktasına koyan, olasılık, frekans, şiddet ve risk altındaki kişi sayısı parametrelerinin çalışma alanlarındaki bileşik etkilerini aynı anda dikkate alan yenilikçi bir risk analizi karar modeli olarak literature sunmaktayız. Böylece, önerilen risk analizi karar modeli ile tersane sektörü için önemli bir etken olan çalışan faktörünü, ek bir boyut olarak, "Risk Altındaki Kişi Sayısı"nı dahil ettik. Eşit önem ağırlıklı risk parametreleri durumunda önerilen karar modelinin matematiksel formülasyonu Denklem (4.3)'te verilmektedir.

$$\text{Risk Puanı} = \text{O x F x Ş x KS} \tag{4.3}$$

Sonrasında, Küresel Bulanık Kümeleri kullanarak dört temel risk parametresini karar vericiler tarafından değerlendirerek ağırlıklandırdık. Risk parametrelerinin

önem derecesini $w_o, w_f, w_ş, w_{ks}$ temsil etmektedir ve bunların toplamı 1'e eşit olması gerekmektedir. Risk parametrelerinin önem derecelerinin ağırlıklandırılması ile Denklem (4.4)'te kullanılabilir.

$$\text{Risk Puanı} = O^{w_o} \text{ x } F^{w_f} \text{ x } Ş^{w_ş} \text{ x } KS^{w_{ks}} \quad (4.4)$$

Elde ettiğimiz risk değerlendirme karar modeline ait kriterler ve açıklamaları aşağıda sunulmaktadır.

- Olasılık (O): Bu faktör, tehlikeli bir olayın meydana gelme olasılığını ifade eder.
- Frekans (F): Bu faktör, tehlikeli olayların meydana gelme oranını tanımlar.
- Şiddet (Ş): Bir çalışanın tehdit veya tehlike durumunda karşılaşacağı sonuçların ciddiyeti, olası bir kaza olasılığını belirlemede birincil faktördür.
- Risk altındaki kişi sayısı (KS): Risk altındaki kişi sayısı, çalışma alanındaki çalışanların yoğunluğunu gösterir.

## 4.4 Tersane Sektöründe Operasyonel Bölgelerin Tanımlanması

Tersane operasyonları, gemilerin ve diğer deniz araçlarının inşası, onarımı ve bakımıyla ilgili çok çeşitli faaliyetleri ve süreçleri kapsar. Bu operasyonlar, yeni gemiler tasarlamak, mühendisliğini yapmak ve inşa etmek; malzeme ve ekipman lojistiğini tedarik etmek ve yönetmek; yeni gemileri monte etmek ve devreye almak; mevcut gemileri ve deniz ekipmanlarını korumak, onarmak, dönüştürmek ve geliştirmek gibi ancak bunlarla sınırlı olmayan faaliyetleri içerir. Tersaneler bugün bu çeşitli ve karmaşık görevleri ele almak için gelişmeye devam etmektedir.

### 4.4.1 Gemi ve Rıhtım Operasyonları

Tersaneler, gemiler, tekneler ve diğer su taşıtları gibi araçların inşası, onarımı ve bakımı için kurulmuş tesislerdir. Bir tersanenin temel bileşeni, bu gemileri desteklemek ve onlara hizmet vermek için tasarlanmış özel bir yapı olan rıhtımdır. Tersane rıhtımları, kuru rıhtımlar, ıslak rıhtımlar ve kızakları kapsayan çeşitli yapılandırmalardan oluşur (Sánchez-Sotano vd., 2020). Kuru rıhtımlar, bir geminin girişine izin vermek için su basabilen ve daha sonra gövdeyi muayene, bakım, onarım veya açığa çıkarmak için boşaltılabilen kapalı yapılardır. Tersine, ıslak rıhtımlar, gemilerin çeşitli işlemler için bağlanabileceği ve erişilebileceği açık su

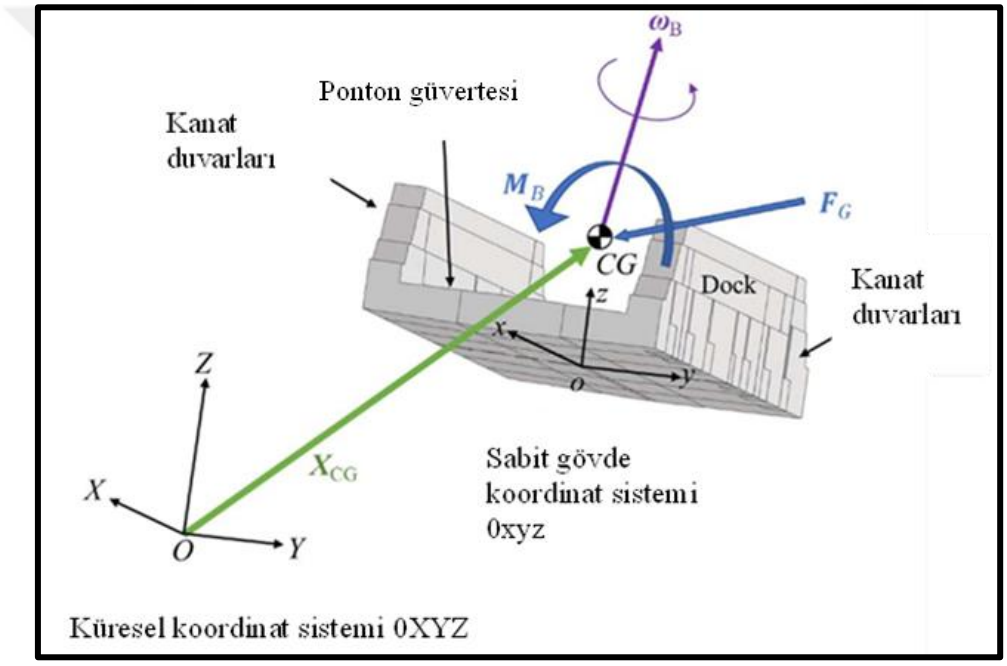
havzalarıdır. Kızaklar, gemileri sudan çıkarmak veya suya indirmek için kullanılan eğimli düzlemler, rampalardır. Tersane rıhtımlarının tasarımı ve işletimi, genel gemi inşa ve onarım endüstrisinin verimliliği ve üretkenliği için çok önemlidir. Bir çalışmanın vurguladığı gibi, gelecekteki deniz kuvvetleri gereksinimleri ve bakım ihtiyaçlarının projeksiyonları, muhtemelen rıhtım mühendisliği faaliyetlerine olan talebi önemli ölçüde artıracak, potansiyel olarak mevcut tesislerin yetersiz kullanımına yol açacak ve bu gelişen gereksinimleri karşılamak için ek kuru havuzlar, kızaklar ve diğer onarım platformlarının inşasını gerektirecektir (Wei ve Hai, 2012). Tersane rıhtımları, gemilerin, feribotların ve açık deniz platformlarının inşa edildiği, bakımının yapıldığı ve onarıldığı gemi inşa endüstrisinin kritik bileşenlerinden olmasına rağmen, özellikle gelişmekte olan ülkelerde gemi geri dönüşüm endüstrisi, mesleki güvenlik ve sağlık sorunlarıyla boğuşmaktadır. Gemi söküm, küresel olarak büyüyen bir endüstridir ve Güney Asya, uluslararası pazarın %70-80'ini oluşturmaktadır. Hindistan, Bangladeş ve Pakistan'daki gemi söküm işçileri genellikle kask, maske veya gözlük gibi uygun koruyucu ekipman olmadan yürütülür ve çalışanların tehlikeli maddeleri kullanma, kaynak makinesi kullanma gibi özel iş kolları konusunda yeterli eğitimleri yoktur (Y. C. Chang vd., 2010). Sağlık ve güvenlik açısından uygun olmayan çalışma koşulları, gemi sökümünün doğasında var olan riskler nedeniyle çalışanları sürekli mesleki kaza tehditlerine maruz bırakır. Ek olarak, bu ülkelerdeki gemi geri dönüşüm endüstrisi, devre dışı bırakılması gereken tehlikeli atıkları yönetmek için gereken yüksek maliyetli standartlardan kaçınmaktadır ve bu da mesleki güvenlik ve sağlık sorunlarını daha da kötüleştirmektedir (Mitra vd., 2020) (Chowdhury, 2020).

### 4.4.2 Havuz Operasyonları

#### 4.4.2.1 Yüzer Havuz

Yüzer havuzlar, gemilerin bakımı, onarımı ve inşası için temel altyapı görevi görerek tersane endüstrisinin kritik bir bileşenidir. Yüzen havuzlar gibi açık deniz yapıları, personelin sağlığını ve güvenliğini sağlamak için sıkı güvenlik gerekliliklerini karşılamalıdır. Bu yapıların tasarımı ve inşası, yapısal bütünlüklerini, kararlılıklarını ve kaldırma kuvvetlerini dikkate almalıdır (J. Zhang vd., 2024) (Stacey ve Sharp, 2011).

Yüzer havuzlarda önemli bir konu olan, yapının alt batardo modülünde burkulma potansiyelidir. Vakumla kurulan batardoların burkulma davranışı üzerine yapılan bir çalışma, burkulma yüklerinin ve modlarının sınır koşullarına bağlı olarak değişebileceğini bulmuştur. Ek olarak, temel çukuru su alma işlemi sırasında geçici batardoların kararlılığı dikkatlice analiz edilmelidir, çünkü bu büyük yatay yer değiştirmelere ve potansiyel arızaya yol açabilir (Yuan ve Chen, 2021). Açık deniz yapılarının dalga yüklerine ve diğer çevresel kuvvetlere maruz kalmasıda güvenlik açısından değerlendirilmesi gereken başka bir konudur. Kuyu sondajlarının, ve üretim prosedürlerinin uygun mühendislik yönetimi, petrol sızıntısı ve kalıcı çevresel hasar gibi riskleri azaltmak için her zaman geliştirilmeye açık olmalıdır (Kim vd., 2018).



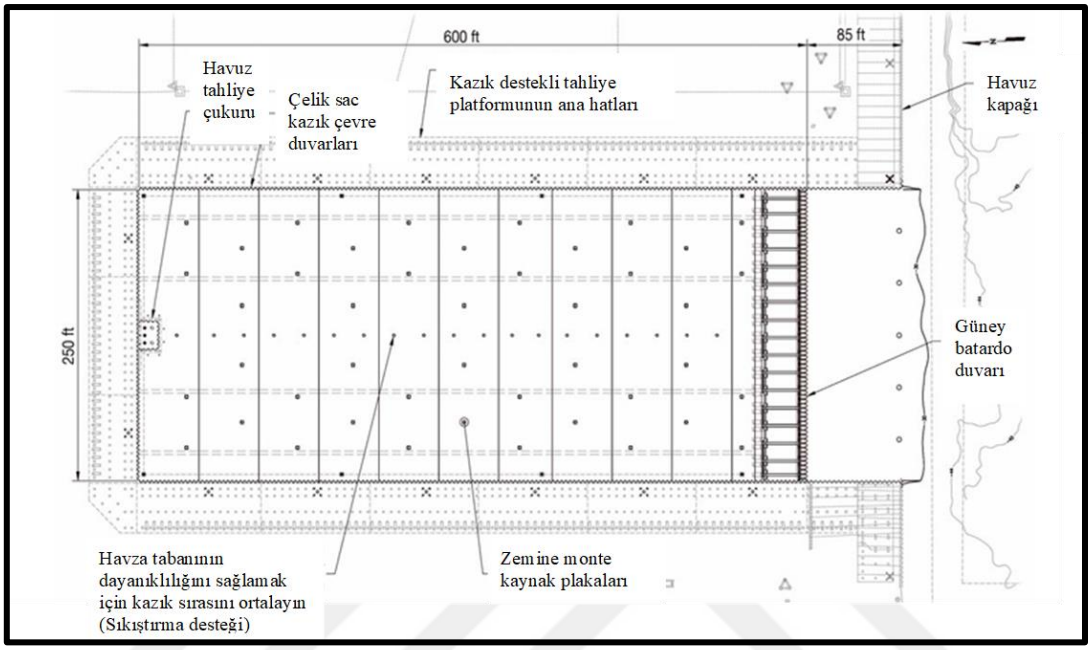

**Şekil 4.1** Yüzer Havuz örnek geometrik planı (J. Zhang vd., 2023)

Mesleki tehlikelerin olası şiddetli sonuçlarını önleyebilmek için, yüzer havuzlar ile çalışırken erken devre dışı bırakma, önemli korozyon tehlikeleri, petrol sızıntısı ve diğer kalıcı çevresel hasarlardan kaçınmak için tüm önlemler alınmalıdır. Tasarımcılar ve mühendisler, yapıların amaca uygun olduğundan emin olmak için Kıyı Kalkınma Teknoloji Enstitüsü (Coastal Development Institute of Technology) ve Japonya Mega-Float Teknolojisi Araştırma Derneği (Mega-Float Technology Research Association of Japan) tarafından üretilenler gibi teknik standartlara uymalıdır (Phillips ve Martyn, 2016) (Szelangiewicz vd., 2024).

#### 4.4.2.2 Taş havuz

Taş havuzlar, gemilerin ve diğer büyük su taşıtlarının inşası, bakımı ve onarımı için kullanılan bir rıhtım türüdür. Bir ucunda geminin yüzdürülmesine izin vermek için su basılabilen ve daha sonra geminin inşaat veya onarım çalışmaları için kuru bir platformda dinlenmesine izin vermek için boşaltılabilen kapıları olan dar, dikdörtgen bir havuzdur. Taş havuzlar genellikle beton veya çelikten inşa edilir ve geminin dibinde dinlenmesinin muazzam ağırlığına ve basıncına dayanacak şekilde tasarlanır (Uddin vd., 2024). Gemi onarımı ve bakımı için elzem olan havuzlar, karmaşık yapıları ve içlerinde yapılan işin doğası nedeniyle bir dizi potansiyel mesleki tehlike barındırı. Havuzlar dar alanlar olarak kabul edilir ve oksijen eksikliği, toksik gaz birikmesi (kaynak dumanları, boya buharları veya temizlik kimyasallarından) ve yangın tehlikeleri oluşturur. İşçilerin genellikle havuz içindeki yüksek alanlara erişmesi gerekir ve bu da iskeleden, merdivenlerden veya geminin kendisinden düşme riskine yol açar. Aletler, ekipmanlar veya malzemeler yüksekten düşerek aşağıdaki işçilere çarpabilir. Vinçler, kaynak ekipmanları ve kesme aletleri gibi ağır makineler havuzlarda yaygın olarak kullanılır ve dolaşma, ezilme veya yanma riskleri oluşturur. Elektrikli ekipman ve kablolama, özellikle potansiyel olarak nemli veya ıslak bir ortamda elektrik çarpması riskleri yaratabilir. Tersane çalışmaları genellikle garip duruşlar, tekrarlayan hareketler ve ağır kaldırmayı içerir ve bu da kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarına yol açar. Makineler, elektrikli aletler ve metal işleme faaliyetleri ile birlikte bir taş havuzunun gürültülü ortamı, gürültü kaynaklı işitme kaybına neden olabilir. Boyalara, çözücülere, kaynak dumanlarına, asbeste (eski gemilerde) ve diğer kimyasallara maruz kalmak sağlık riskleri oluşturabilir. Yanıcı maddeler, kaynak kıvılcımları ve sıcak çalışma, özellikle bir kazı havuzunun dar alanında yangın riskleri oluşturur. Atık su, petrol sızıntıları ve diğer kirleticiler düzgün bir şekilde yönetilmezse çevresel riskler oluşturabilir. Seçilen tesis türünden bağımsız olarak, bir taş havuzun verimli bir şekilde çalışması için rıhtımda bir gemi varken personel ve malzeme hareketini kolaylaştırmak adına taş havuzun içinde ve çevresinde yeterli alan gereklidir. Taş havuzlar ile rıhtımdaki gemiye hızlı ve verimli bir şekilde erişim sağlanmalıdır. Bir gemi yanaştırılacağı zaman, taş havuz sular altında bırakılır ve kapı açılır. Gemi içeri alındıktan, uygun şekilde konumlandırıldıktan ve gergilendikten sonra kapı kapatılır ve havuzdaki su boşaltılır, böylece tekne yavaş yavaş zemine demirlenmiş

destekleyici omurga ve sintine blokları üzerinde dinlendirilir (Izci vd., 2024). Taş havuzların temel unsurları arasında çelik saç kazık duvarlar, kazık destekli betonarme tahliye platformları, 50 ft genişliğinde ve 250 ft uzunluğunda bir batardo, betonarme havuz tabanı ve yüzey drenajı ile alt drenaj toplama sistemleri yer almaktadır (Şekil 4.2).




**Şekil 4.2** Taş havuz örnek plan (Colwell vd., 2010)

### 4.4.3 Atölye Operasyonları

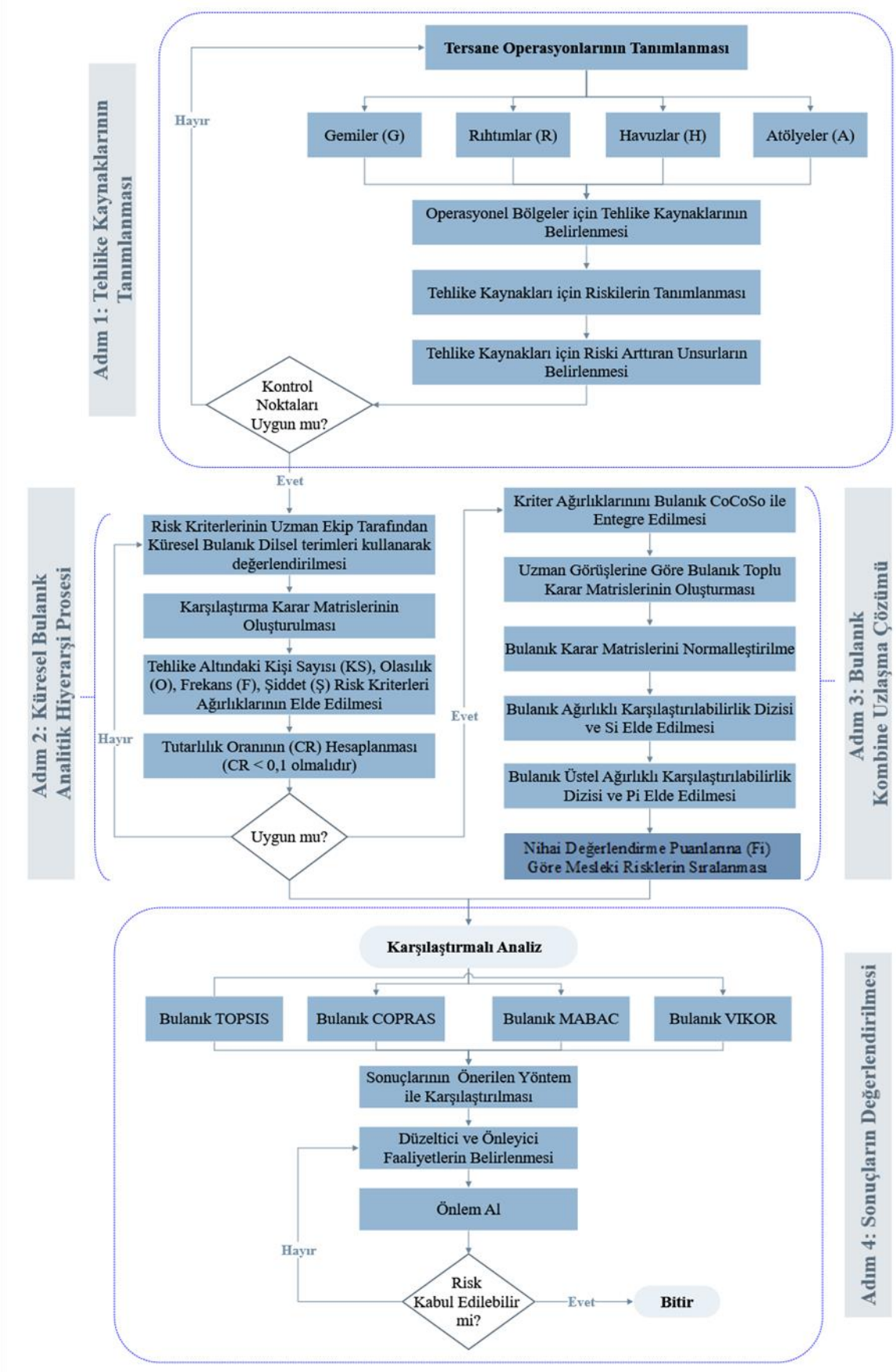
Tersane işletmelerinde yürütülen atölye çalışmaları boru ve valf atölyesi, elektrik motor ve fan atölyesi ve mekanik bakım atölyesi kategorilerinde ele alınmaktadır.

# 5

# UYGULAMA

Maslow'un ihtiyaçlar hiyerarşisi, iş sağlığı ve güvenliği de dahil olmak üzere yaygın olarak kabul görmüş bir insan motivasyonu teorisidir (Hickson vd., 1963). Maslow'un teorisinin özü, bireylerin temel fizyolojik ihtiyaçlardan kendini gerçekleştirmeye yönelik daha yüksek düzeyli ihtiyaçlara kadar uzanan bir ihtiyaçlar hiyerarşisine dayanır (Moneva vd., 2020). En temel düzeyde, çalışanların temiz havaya, suya ve uygun çalışma koşullarına erişim gibi fizyolojik ihtiyaçları, temel refahlarını sağlamak için karşılanmalıdır. Hiyerarşide yukarılara doğru çıktıkça, üretkenliği ve iş tatminini destekleyen bir çalışma ortamı yaratmak için hem fiziksel hem de psikolojik güvenliğe duyulan ihtiyaç büyük önem kazanır. Temel ihtiyaçların ötesinde, Maslow'un teorisi çalışanların sosyal ve saygınlık ihtiyaçlarını karşılamanın önemini vurgular. Aidiyet duygusunu teşvik etmek ve takdir fırsatları sağlamak olumlu bir iş kültürüne ve çalışan katılımına katkıda bulunabilir. Maslow'un hiyerarşisindeki farklı ihtiyaç seviyelerini anlayarak, kuruluşlar yalnızca çalışanların fiziksel refahını korumakla kalmayıp aynı zamanda psikolojik ve duygusal ihtiyaçlarını da destekleyen kapsamlı İSG stratejileri geliştirebilir ve bu da iş memnuniyetini, üretkenliği ve genel kurumsal performansı iyileştirmeye yol açar (Cheng & Yeh, 2009).

28509 resmî gazete sayılı "İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği"ne göre tersane, dok ve kanal havuzu, gemi inşaatı ve tamiri faaliyeti 42.91.03 NACE koduyla çok tehlikeli olarak değerlendirilmektedir. Bu tez çalışması kapsamında Türkiye İstanbul Tuzla tersane bölgesinde faaliyet gösteren bir gemi bakım, onarım ve inşası firmasında gemiler, rıhtımlar, havuzlar ve atölyeler İSG açısından incelenmiş, yeni önerilen karar modeli ile riskler analiz edilmiş, sonuçlar yorumlanmıştır.




**Şekil 5.1** Önerilen mesleki risk analizi karar modeli çerçevesi

## 5.1 Küresel Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi Yardımıyla Risk Kriterlerinin Önem Derecelerinin Belirlenmesi

Risk kriterlerinin değerlendirilmesi için dört kişilik uzman ekip oluşturulmuştur. Uzman ekibin mesleki deneyimlerine dair bilgiler Tablo 5.1' de verilmektedir.

**Tablo 5.1** Uzman ekibin mesleki deneyimlerine ilişkin bilgiler

| **Uzman** | **Görev** | **Deneyim** |
|---|---|---|
| Uzman 1 | Proje Planlama Müdürü | 20 yıl |
| Uzman 2 | İş Sağlığı ve Güvenliği Mühendisi | 20 yıl |
| Uzman 3 | Gemi Havuz Rıhtım Manevraları Planlama Mühendisi | 15 yıl |
| Uzman 4 | Operasyonel Mükemmellik Lideri | 10 yıl |

Uzman ekip tarafından tehlike altındaki kişi sayısı (KS), olasılık (O), frekans (F) ve şiddet (Ş) risk kriterleri Tablo 3.1.'deki küresel bulanık dilsel terimler kullanılarak değerlendirilmiş ve ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur (Tablo 5.2).

**Tablo 5.2** Küresel bulanık AHP risk kriterleri ikili karşılaştırma matrisi

| | **Kriterler** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **U 1** | **Ş** | **F** | **O** | **KS** | **Ş** | **F** | **O** | **KS** |
| Ş | EI | HI | HI | HI | 0.5, 0.4, 0.4 | 0.7, 0.3, 0.2 | 0.7, 0.3, 0.2 | 0.7, 0.3, 0.2 |
| F | LI | EI | HI | HI | 0.3, 0.7, 0.2 | 0.5, 0.4, 0.4 | 0.7, 0.3, 0.2 | 0.7, 0.3, 0.2 |
| O | LI | LI | EI | SMI | 0.3, 0.7, 0.2 | 0.3, 0.7, 0.2) | 0.5, 0.4, 0.4 | 0.6, 0.4, 0.3 |
| KS | LI | LI | SLI | EI | 0.3, 0.7, 0.2 | 0.3, 0.7, 0.2 | 0.4, 0.6, 0.3 | 0.5, 0.4, 0.4 |
| | **Kriterler** | | | | | | | |
| **U 2** | **Ş** | **F** | **O** | **KS** | **Ş** | **F** | **O** | **KS** |
| Ş | EI | SLI | SMI | SLI | 0.5, 0.4, 0.4 | 0.4, 0.6, 0.3 | 0.6, 0.4, 0.3 | 0.4, 0.6, 0.3 |
| F | SMI | EI | SMI | SLI | 0.6, 0.4, 0.3 | 0.5, 0.4, 0.4 | 0.6, 0.4, 0.3 | 0.4, 0.6, 0.3 |

**Tablo 5.2** Küresel bulanık AHP risk kriterleri ikili karşılaştırma matrisi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| O | SLI | SLI | EI | SLI | 0.4, 0.6, 0.3 | 0.4, 0.6, 0.3 | 0.5, 0.4, 0.4 | 0.4, 0.6, 0.3 |
| KS | SMI | SMI | SMI | EI | 0.6, 0.4, 0.3 | 0.6, 0.4, 0.3 | 0.6, 0.4, 0.3 | 0.5, 0.4, 0.4 |
| | **Kriterler** | | | | | | | |
| **U 3** | **Ş** | **F** | **O** | **KS** | **Ş** | **F** | **O** | **KS** |
| Ş | EI | VLI | LI | LI | 0.5, 0.4, 0.4 | 0.2, 0.8, 0.1 | 0.3, 0.7, 0.2 | 0.3, 0.7, 0.2 |
| F | VHI | EI | SLI | LI | 0.8, 0.2, 0.1 | 0.5, 0.4, 0.4 | 0.4, 0.6, 0.3 | 0.3, 0.7, 0.2 |
| O | HI | SMI | EI | LI | 0.7, 0.3, 0.2 | 0.6, 0.4, 0.3 | 0.5, 0.4, 0.4 | 0.3, 0.7, 0.2 |
| KS | HI | HI | HI | EI | 0.7, 0.3, 0.2 | 0.7, 0.3, 0.2 | 0.7, 0.3, 0.2 | 0.5, 0.4, 0.4 |
| | **Kriterler** | | | | | | | |
| **U 4** | **Ş** | **F** | **O** | **KS** | **Ş** | **F** | **O** | **KS** |
| Ş | EI | ALI | VLI | ALI | 0.5, 0.4, 0.4 | 0.1, 0.9, 0.0 | 0.2, 0.8, 0.1 | 0.1, 0.9, 0.0 |
| F | AMI | EI | LI | VLI | 0.9, 0.1, 0.0 | 0.5, 0.4, 0.4 | 0.3, 0.7, 0.2 | 0.2, 0.8, 0.1 |
| O | VHI | HI | EI | VLI | 0.8, 0.2, 0.1 | 0.7, 0.3, 0.2 | 0.5, 0.4, 0.4 | 0.2, 0.8, 0.1 |
| KS | AMI | VHI | VHI | EI | 0.9, 0.1, 0.0 | 0.8, 0.2, 0.1 | 0.8, 0.2, 0.1 | 0.5, 0.4, 0.4 |

Tablo 5.2'deki her bir kriter için atanan dilsel terimlerin, Tablo 5.3'de karşılaştırmalı geometrik ortalamaları gösterilmektedir. Küresel Bulanık AHP yöntemi ile her bir kriter için Tablo 5.4'de dilsel ifadelerin karşılığı olarak küresel bulanık sayılar elde edilmiştir. λmax değeri 4,0822 olarak ekde edilmiş ve n=4 olduğu için RI rastgele indeksi 0,9 olarak kabul edilmektedir. Tutarlılık indeksi (CI) Denklem (3.14)' e göre hesaplanmış ve 0,0274 olarak bulunmuştur. Tutarlılık oranı (CR) göstergesinin 0,1 değerinden küçük olması gerekmektedir ve CR 0,0304 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç matrisin tutarlı olduğunu göstermektedir.

**Tablo 5.3** Geometrik ortalama karşılaştırma matrisi

| | Ş | | | F | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ş** | 0,500 | 0,400 | 0,400 | 0,274 | 0,447 | 0,422 |
| **F** | 0,600 | 0,799 | 0,759 | 0,500 | 0,400 | 0,400 |
| **O** | 0,509 | 0,731 | 0,680 | 0,474 | 0,707 | 0,641 |
| **KS** | 0,580 | 0,788 | 0,742 | 0,563 | 0,782 | 0,735 |
| | **O** | | | **KS** | | |
| **Ş** | 0,398 | 0,612 | 0,572 | 0,303 | 0,487 | 0,455 |
| **F** | 0,474 | 0,707 | 0,641 | 0,360 | 0,572 | 0,530 |
| **O** | 0,500 | 0,400 | 0,400 | 0,346 | 0,561 | 0,510 |
| **KS** | 0,605 | 0,828 | 0,764 | 0,500 | 0,400 | 0,400 |

**Tablo 5.4** Entegre küresel bulanık karşılaştırma matrisi

| | Ş | | | F | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Ş** | 0,500 | 0,400 | 0,400 | 0,274 | 0,744 | 0,156 |
| **F** | 0,600 | 0,449 | 0,200 | 0,500 | 0,400 | 0,400 |
| **O** | 0,509 | 0,519 | 0,226 | 0,474 | 0,542 | 0,257 |
| **KS** | 0,580 | 0,460 | 0,214 | 0,563 | 0,467 | 0,218 |
| | **O** | | | **KS** | | |
| **Ş** | 0,398 | 0,623 | 0,199 | 0,303 | 0,716 | 0,181 |
| **F** | 0,474 | 0,542 | 0,257 | 0,360 | 0,654 | 0,205 |
| **O** | 0,500 | 0,400 | 0,400 | 0,346 | 0,663 | 0,224 |
| **KS** | 0,605 | 0,415 | 0,252 | 0,500 | 0,400 | 0,400 |

Risk kriterlerine ilişkin durulaştırılmış ağırlıklar Tablo 5.5'de verilmektedir. Kriter ağırlıklarını değerlendirdiğimizde ilk öncelikli risk kriteri 0,301 değeri ile tehlike altındaki kişi sayısı (KS)'dir. İkinci en önemli risk kriteri 0,261 değeri ile frekans

(F)'dır. Üçüncü ve dördüncü en önemli risk kriteri sırası ile 0,241 ve 0,197 değerleri ile olasılık (O) ve şiddet (Ş) kriterleridir.

**Tablo 5.5** Küresel bulanık AHP'ye dayalı risk parametrelerinin ağırlıkları

| **Kriterler** | **Kürsel Bulanık Ağırlık Değerleri** | | | **Durulaştırılmış Ağırlık Değerleri** |
|---|---|---|---|---|
| Şiddet (Ş) | 0,383 | 0,604 | 0,268 | 0,197 |
| Frekans (F) | 0,496 | 0,502 | 0,281 | 0,261 |
| Olasılık (O) | 0,464 | 0,522 | 0,292 | 0,241 |
| Kişi Sayısı (KS) | 0,565 | 0,435 | 0,280 | 0,301 |

## 5.2 Tersane Operasyonel Bölgeleri için Önerilen Risk Analizi Karar Modelinin Uygulanması

Bu bölümde, Küresel Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (KBAHP) yöntemi ile risk kriterlerine dair ağırlıkları elde edilmektedir. Elde ettiğimiz kriter ağırlıklarını mesleki riskleri önceliklendirmek bağlamında Bulanık Kombine Uzlaşma Çözümü (BCoCoSo) yönteminin uygulama sürecine dahil edilmiştir. Risk analizini gerçekleştirmek amacı ile tersane operasyonları gemiler, rıhtımlar, havuzlar ve atölyeler olmak üzere dört ana başlık altında ele alınmıştır. Her bir bölüm için operasyonel süreçleri içeren mesleki tehlike kaynakları tanımlanmış ve tüm tehlike kaynakları için kontrol noktaları önerilen karar modeli kullanarak önceliklendirilmiştir (Şekil 5.1). Sonuçların tutarlılığının değerlendirilmesi için Bulanık CoCoSo ile elde ettiğimiz sonuçlar Bulanık TOPSIS, Bulanık VIKOR, Bulanık MABAC ve Bulanık COPRAS yöntemleri ile karşılaştırılarak analiz edilmiştir. Tersane operasyonel bölgeleri için önerilen risk analizi karar modeli, ISO 45001:2018 İş Sağlığı ve Güvenliği Standardı risk değerlendirmesi süreçleri referans alınarak Şekil 5.2'deki adımlar takip edilerek uygulamasının gerçekleştirilmesi sağlanmıştır.

**Adım 1. Risklerin tanımlanması**

**Tersane operasyonları için tehlike kaynaklarının belirlenmesi:** Bu aşamada uygulamanın yapıldığı tersane firmasında, tersane operasyonlarında saha çalışması yapılmış olup yürütülen iş süreçleri tehlike kaynağı olarak belirlenmiştir.

**Tersane operasyonları için mesleki riskler ve olası sonuçların tanımlanması:** Bu adımda tersane operasyonları için tanımlanan her bir tehlike kaynağına ilişkin potansiyel tehlike faktörleri ve olası sonuçları sunulmaktadır.

**Belirlenen her bir tehlike kaynağı için kontrol noktalarının tanımlanması:** Önceki adımda belirlenen her bir tehlike kaynağı için riski arttıran unsurlar, iş sağlığı ve güvenliği uzmanları, üretim atölyesi formenleri, işletme müdürleri, gemi baş mühendisleri ve idari işler sorumlularının fikirleri alınarak belirlenmiştir. Her bir tehlike kaynağı için riski arttıran unsurlar kontrol noktası olarak tanımlanmıştır.

**Adım 2. Risklerin analiz edilmesi**

**Kontrol noktaları için risk kriterlerine bulanık dilsel terimlerinin atanması:** Bu tez çalışmasında risklerin önceliklendirilmesi için dört kriter kullanılmıştır. Bunlar tehlike altındaki kişi sayısı, olasılık, frekans ve şiddettir. Tehlike altındaki kişi sayısı tehlike kaynağına ilişkin bölgedeki kişi sayısına bakılarak ve Tablo 4.2'deki değerler referans alınarak, frekans kriteri tehlikeli bölgede bulunma sıklığı düşünülerek, olasılık kriteri tehlike faktörünün olası sonuçlarının meydana gelme potansiyeli dikkate alınarak ve şiddet kriteri olası sonuçların yaratacağı etkinin büyüklüğü düşünülerek uzman ekip tarafından değerlendirilmiş ve dilsel terimler her bir kontrol noktası için atanmıştır. Kontrol noktalarına ilişkin tabloların değerlendirmesinde Tablo 3.2'deki bulanık dilsel terimler kullanılmıştır.

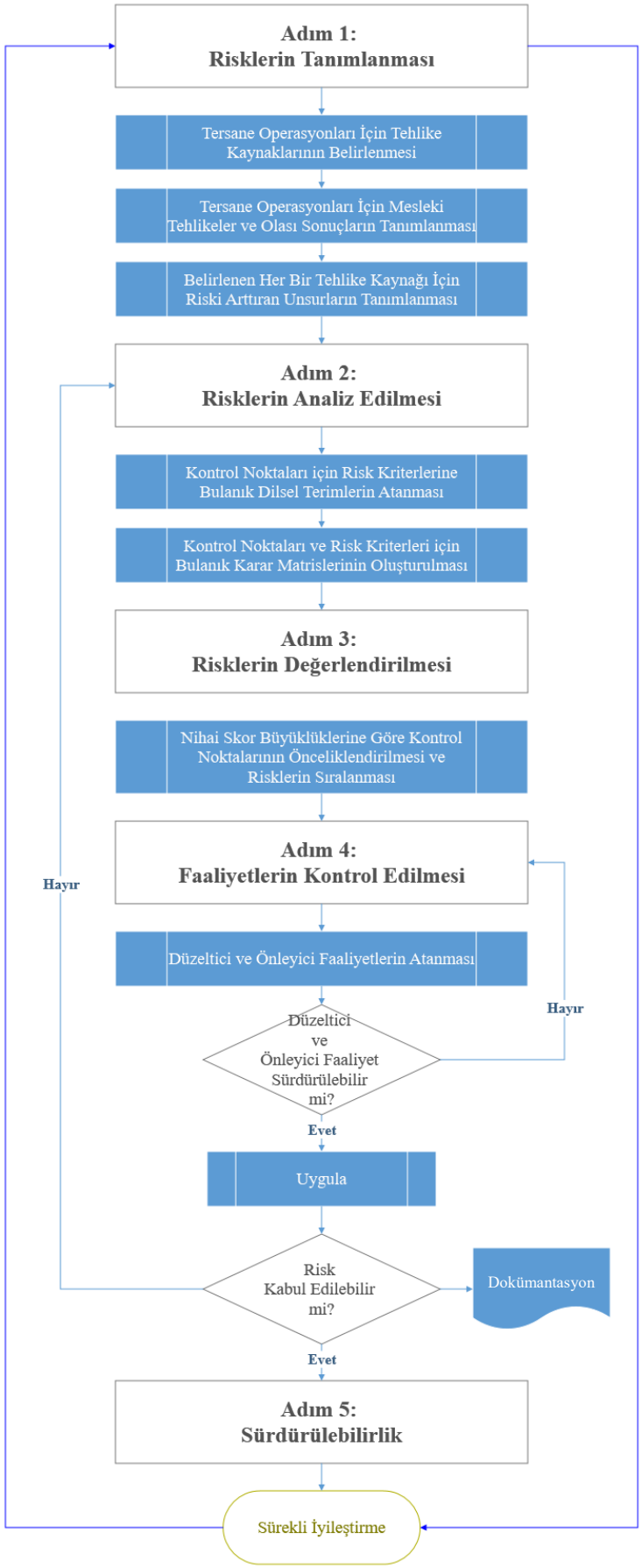
**Kontrol noktaları ve risk kriterleri için bulanık karar matrislerinin oluşturulması:** Tablo 3.2'deki dilsel terimler, Denklem (3.19) kullanılarak bulanık sayılara dönüştürülür ve bulanık toplu karar matrisleri elde edilir. Bir sonraki aşamada bulanık CoCoSo adımları uygulanır.

**Adım 3. Risklerin değerlendirilmesi**

**Nihai skor büyüklüklerine göre kontrol noktalarının önceliklendirilmesi ve risklerin sıralanması:** Bu aşamada Denklem (3.30) kullanılarak her bir kontrol noktası için nihai değerlendirme puanı (fi) hesaplanır. Nihai puanların büyüklüklerine göre kontrol noktaları önceliklendirilir.

**Adım 4. Faaliyetlerin kontrol edilmesi:** Düzeltici ve önleyici faaliyetlerin atanması.

**Adım 5. Sürdürülebilirlik:** Sürekli iyileştirme.

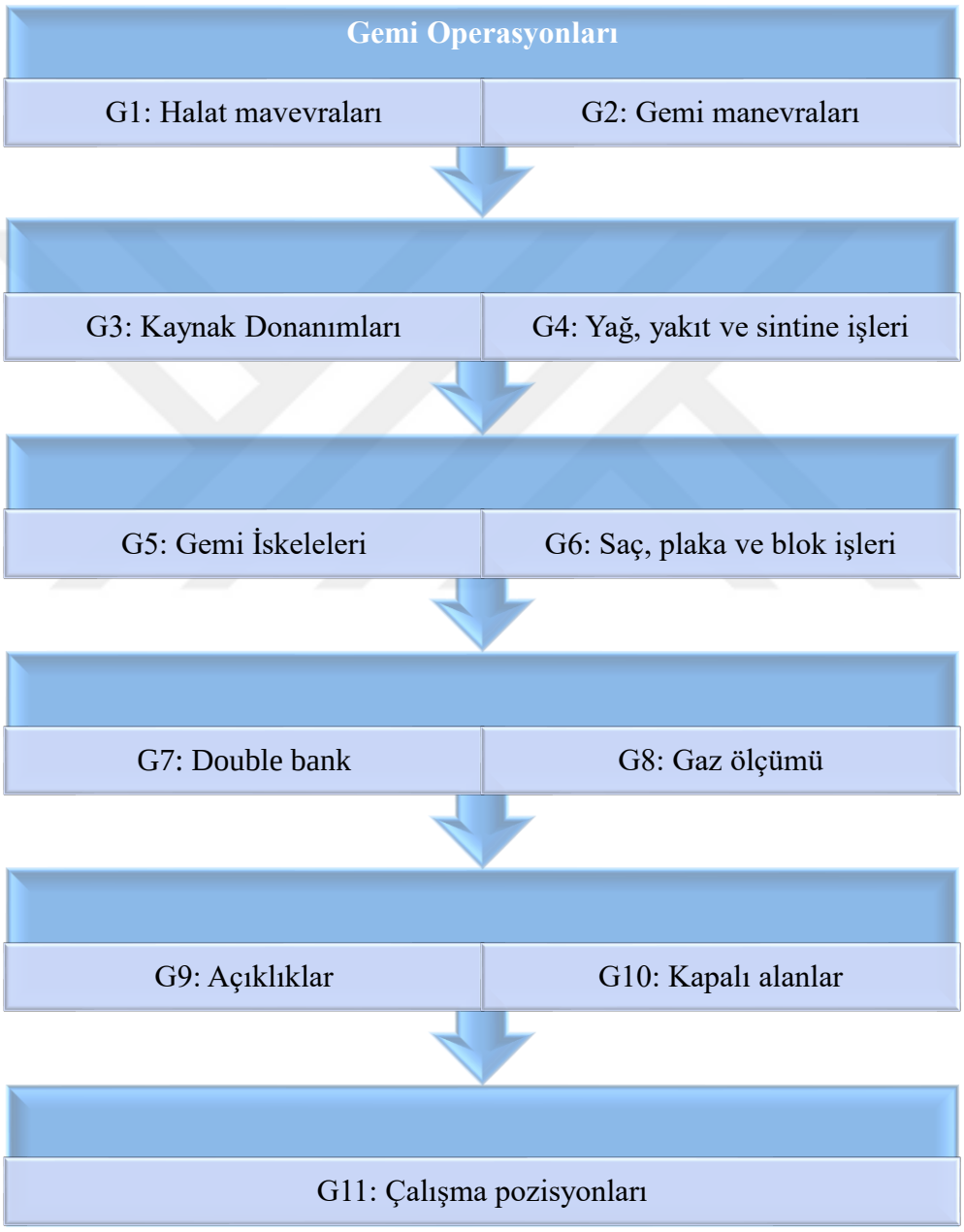



**Şekil 5.2** Risk yönetimi için referans dizisi

### 5.2.1 Gemi Operasyonları İçin Uygulama Örneği

**Adım 1. Risklerin tanımlanması**

Bu aşamada önerilen risk analizi karar modeli, Şekil 5.2'deki risk yönetim dizisi referans alınarak gemi operasyonları için uygunlamıştır. Adım 1' deki talimatlar izlenerek ilk olarak gemi operasyonları için onbir adet tehlike kaynağı tespit edilmiştir (Şekil 5.3).




**Şekil 5.3** Gemi operasyonları için tehlike kaynakları

İkinci olarak tehlike kaynaklarına ilişkin potansiyel tehlike faktörleri ile olası sonuçları mesleki riskler olarak tanımlanmıştır. Gemi operasyonları için mesleki riskler aşağıda sıralanmaktadır.

- R1: Halatın savrulması
- R2: Halatın kopması
- R3: Halat rodasının içinde kalınması
- R4: Halatın babadan kurtulması
- R5: Halatın çalışanlara çarpması
- R6: Halatın takılması
- R7: Halatın çekmesi
- R8: Yüksekten düşme sonucu boğulma
- R9: Yüksekten düşme sonucu çarpma
- R10: Elektrik çarpması
- R11: Geminin çarpması
- R12: Zehirli gazlara maruziyet
- R13: Yüksek gürültüye maruziyet
- R14: Görme duyusunun zarar görmesi
- R15: Yüksek ısıya maruziyet
- R16: Çevre kirliliği
- R17: Malzeme düşmesi
- R18: Düz zeminde kayma, takılma, düşme
- R19: Acil durumlara müdahale edilmemesi veya geç müdahale edilmesi
- R20: Çarpma ve düşme
- R21: Kapalı alanda mahsur kalma
- R22: Ambar kapaklarının düşmesi
- R23: Patlama ve yangın
- R24: Boşluktan düşme
- R25: Onarımda bulunan gemiler, tanklar ve kuyularda meydana gelebilecek elektrik çarpması
- R26: Onarımda bulunan gemilerdeki açık alanlardan düşme
- R27: Dikkat dağınıklığı ve baygınlık
- R28: Ortamdaki oksiyenin yetersiz olması

- R29: Ruh hali iyi olmayan çalışanın başkasına zarar vermesi
- R30: Uygun olmayan pozisyonda çalışma ve aşırı yüke maruziyet
- R31: Kimyasal maddelerin cilde temas etmesi

Üçüncü olarak, uzman ekip görüşlerine başvurularak gemi operasyonları için tanımlanan her bir tehlike kaynağına yönelik kontrol noktaları tespit edilmiştir. Tehlike kaynakları için tanımlanan kontrol noktaları için önerilen karar modeli analizleri aşağıda sunulmaktadır.

#### 5.2.1.1 Halat Manevraları

Halat manevraları tehlike kaynağı için onbir adet kontrol noktası tespit edilmiştir. Tepit edilen kontrol noktalarına dair bilgiler aşağıda sıralanmıştır.

- G1.01: Halat manevrasında standartlara uygun sertifikalı halat kullanılmaması.
- G1.02: Halatların taşıma ve çekme kapasitesi bilinmeyen operasyonlarda kullanılması.
- G1.03: Halat kapasitesinin üzerinde yükleme yapılması.
- G1.04: Eski yıpranmış ve dış atmosfer koşullarından etkilenmiş olan halatların kullanılması.
- G1.05: Halat manevralarının tecrübesiz ve eğitimsiz personel ile yapılması.
- G1.06: Halat manevraları sorumlusunun bulunmaması.
- G1.07: Halatın babaya bağlantısının uygun yapılmaması.
- G1.08: Halat manevrası sırasında görevli olmayanların manevra sahasında bulunması.
- G1.09: Babaya bağlanmış olan halatlar üzerinden personel geçmesi.
- G1.10: Çalışanların halat savrulma ekseninde bulunması.
- G1.11: Halatın boşlanması sırasında personelin roda edilmiş halat içinde durarak çalışması.

Karar verici uzman ekip tarafından her bir kriter için kontrol noktalarına Tablo 5.6'da bulanık dilsel terimler atanmıştır.

**Tablo 5.6** Halat manevraları için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi

| **Kontrol Noktaları** | **KV 1** | | | | **KV 2** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| G1.01 | ÇY | Y | OY | ÇY | OY | O | OD | ÇY |
| G1.02 | Y | Y | D | Y | OY | O | O | ÇY |
| G1.03 | O | Y | OY | ÇY | Y | OY | OD | Y |
| G1.04 | Y | ÇY | Y | ÇY | OY | O | O | OY |
| G1.05 | OY | ÇY | D | ÇY | Y | Y | OY | Y |
| G1.06 | Y | OY | D | ÇY | OY | Y | O | Y |
| G1.07 | O | OD | OY | ÇY | OY | Y | O | Y |
| G1.08 | O | Y | O | ÇY | Y | O | OD | O |
| G1.09 | D | Y | O | OY | OY | OY | Y | Y |
| G1.10 | O | Y | D | Y | OY | OY | OY | ÇY |
| G1.11 | OY | O | D | ÇY | O | OY | O | Y |
| **Kontrol Noktaları** | **KV 3** | | | | **KV 4** | | | |
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| G1.01 | D | O | ÇD | Y | OD | OD | ÇD | Y |
| G1.02 | D | D | ÇD | Y | OD | OD | ÇD | Y |
| G1.03 | D | OD | O | Y | OD | D | O | Y |
| G1.04 | D | OY | O | O | OD | O | O | OY |
| G1.05 | D | D | D | O | OD | OD | D | OD |
| G1.06 | D | OD | OD | OD | OD | OD | O | OD |
| G1.07 | D | D | O | O | OD | D | O | O |
| G1.08 | D | O | O | OD | OD | O | O | OD |
| G1.09 | D | D | O | Y | OD | OD | O | Y |
| G1.10 | D | O | O | Y | OD | O | O | Y |
| G1.11 | D | O | O | Y | OD | O | O | Y |

**Adım 2. Risklerin analiz edilmesi**

Bu aşamada bulanık CoCoSo adımları uygulanmıştır. Karar verici uzman ekibin dilsel değerlendirmelerine karşılık gelen matrislerin aritmetik ortalaması alınarak başlangıç (toplu) karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 5.7). Elde edilen bulanık toplu karar matrisi normalleştirilerek bulanık normalize karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 5.8).

**Tablo 5.7** Halat manevraları için BCoCoSo toplu karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G1.01 | 0,375 | 0,525 | 0,675 | 0,350 | 0,550 | 0,725 |
| G1.02 | 0,325 | 0,500 | 0,675 | 0,275 | 0,450 | 0,625 |
| G1.03 | 0,275 | 0,450 | 0,625 | 0,325 | 0,500 | 0,675 |
| G1.04 | 0,325 | 0,500 | 0,675 | 0,500 | 0,675 | 0,825 |
| G1.05 | 0,325 | 0,500 | 0,675 | 0,425 | 0,575 | 0,700 |
| G1.06 | 0,325 | 0,500 | 0,675 | 0,350 | 0,550 | 0,725 |
| G1.07 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,200 | 0,350 | 0,525 |
| G1.08 | 0,275 | 0,450 | 0,625 | 0,400 | 0,600 | 0,775 |
| G1.09 | 0,125 | 0,200 | 0,300 | 0,325 | 0,500 | 0,675 |
| G1.10 | 0,025 | 0,100 | 0,200 | 0,450 | 0,650 | 0,825 |
| G1.11 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| G1.01 | 0,150 | 0,250 | 0,400 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G1.02 | 0,075 | 0,150 | 0,300 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| G1.03 | 0,300 | 0,500 | 0,700 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| G1.04 | 0,400 | 0,600 | 0,775 | 0,550 | 0,725 | 0,875 |
| G1.05 | 0,125 | 0,250 | 0,450 | 0,500 | 0,675 | 0,800 |
| G1.06 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,450 | 0,625 | 0,750 |
| G1.07 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,550 | 0,725 | 0,850 |
| G1.08 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,350 | 0,525 | 0,675 |
| G1.09 | 0,400 | 0,600 | 0,775 | 0,650 | 0,850 | 0,975 |

**Tablo 5.7** Halat manevraları için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G1.10 | 0,275 | 0,450 | 0,650 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| G1.11 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |

**Tablo 5.8** Halat manevraları için BCoCoSo normalize karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G1.01 | 0,538 | 0,769 | 1,000 | 0,240 | 0,560 | 0,840 |
| G1.02 | 0,462 | 0,731 | 1,000 | 0,120 | 0,400 | 0,680 |
| G1.03 | 0,385 | 0,654 | 0,923 | 0,200 | 0,480 | 0,760 |
| G1.04 | 0,462 | 0,731 | 1,000 | 0,480 | 0,760 | 1,000 |
| G1.05 | 0,462 | 0,731 | 1,000 | 0,360 | 0,600 | 0,800 |
| G1.06 | 0,462 | 0,731 | 1,000 | 0,240 | 0,560 | 0,840 |
| G1.07 | 0,308 | 0,577 | 0,885 | 0,000 | 0,240 | 0,520 |
| G1.08 | 0,385 | 0,654 | 0,923 | 0,320 | 0,640 | 0,920 |
| G1.09 | 0,154 | 0,269 | 0,423 | 0,200 | 0,480 | 0,760 |
| G1.10 | 0,000 | 0,115 | 0,269 | 0,400 | 0,720 | 1,000 |
| G1.11 | 0,308 | 0,577 | 0,885 | 0,240 | 0,560 | 0,880 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| G1.01 | 0,107 | 0,250 | 0,464 | 0,000 | 0,077 | 0,308 |
| G1.02 | 0,000 | 0,107 | 0,321 | 0,000 | 0,115 | 0,385 |
| G1.03 | 0,321 | 0,607 | 0,893 | 0,000 | 0,115 | 0,385 |
| G1.04 | 0,464 | 0,750 | 1,000 | 0,192 | 0,423 | 0,692 |
| G1.05 | 0,071 | 0,250 | 0,536 | 0,308 | 0,500 | 0,769 |
| G1.06 | 0,143 | 0,393 | 0,679 | 0,385 | 0,577 | 0,846 |
| G1.07 | 0,393 | 0,679 | 0,964 | 0,231 | 0,423 | 0,692 |
| G1.08 | 0,250 | 0,536 | 0,821 | 0,500 | 0,731 | 1,000 |
| G1.09 | 0,464 | 0,750 | 1,000 | 0,038 | 0,231 | 0,538 |
| G1.10 | 0,286 | 0,536 | 0,821 | 0,000 | 0,115 | 0,385 |
| G1.11 | 0,214 | 0,464 | 0,750 | 0,000 | 0,115 | 0,385 |

Denklem (3.22) ve (3.23) kullanılarak, ağırlıklı karşılaştırma bulanık toplamının ($\tilde{S}_i$) güç ağırlığı ve her kontrol noktası için üstel ağırlıklı karşılaştırmalı dizileri ($\tilde{P}_i$) hesaplandı. Sonuçlar Tablo 5.9' da sunulmaktadır.

**Tablo 5.9** Halat manevraları için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı

| **Kısa kod** | $\tilde{S}_i$ | | | $\tilde{P}_i$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G1.01 | 0,469 | 2,034 | 2,034 | 2,034 | 0,799 | 0,738 |
| G1.02 | 0,316 | 1,344 | 1,344 | 1,344 | 0,650 | 0,672 |
| G1.03 | 0,470 | 2,117 | 2,117 | 2,117 | 0,909 | 0,834 |
| G1.04 | 0,787 | 3,061 | 3,061 | 3,061 | 1,347 | 1,039 |
| G1.05 | 0,581 | 2,753 | 2,753 | 2,753 | 1,059 | 0,870 |
| G1.06 | 0,590 | 2,817 | 2,817 | 2,817 | 1,156 | 0,943 |
| G1.07 | 0,457 | 2,163 | 2,163 | 2,163 | 0,972 | 0,856 |
| G1.08 | 0,681 | 2,990 | 2,990 | 2,990 | 1,329 | 1,026 |
| G1.09 | 0,425 | 2,441 | 2,441 | 2,441 | 0,884 | 0,766 |
| G1.10 | 0,327 | 1,469 | 1,469 | 1,469 | 0,765 | 0,701 |
| G1.11 | 0,391 | 2,027 | 2,027 | 2,027 | 0,846 | 0,818 |

**Adım 3. Risk değerlendirmesi**

Denklemler (3.24)- (3.26) kullanılarak, her kontrol noktası için üç bulanık değerlendirme puanı ($\tilde{f}_{ia}$, $\tilde{f}_{ib}$ , $\tilde{f}_{ic}$) elde edilmiştir. Değerlendirme puanları Tablo 5.10'da sunulmaktadır.

**Tablo 5.10** Halat manevraları için BCoCoSo değerlendirme puanları

| **Kısa kod** | $\tilde{f}_{ia}$ | | | $\tilde{f}_{ib}$ | | | $\tilde{f}_{ic}$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G1.01 | 0,053 | 0,079 | 0,130 | 2,995 | 4,267 | 4,746 | 0,510 | 0,640 | 0,811 |
| G1.02 | 0,035 | 0,069 | 0,123 | 2,000 | 3,610 | 4,430 | 0,338 | 0,558 | 0,769 |
| G1.03 | 0,055 | 0,087 | 0,140 | 3,059 | 4,781 | 5,223 | 0,527 | 0,708 | 0,878 |
| G1.04 | 0,081 | 0,114 | 0,160 | 4,767 | 6,636 | 6,161 | 0,784 | 0,926 | 1,000 |
| G1.05 | 0,070 | 0,097 | 0,144 | 3,885 | 5,425 | 5,384 | 0,679 | 0,785 | 0,899 |

**Tablo 5.10** Halat manevraları için BCoCoSo değerlendirme puanları (devamı)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G1.06 | 0,072 | 0,103 | 0,151 | 3,962 | 5,851 | 5,722 | 0,694 | 0,838 | 0,943 |
| G1.07 | 0,055 | 0,092 | 0,143 | 3,054 | 5,067 | 5,326 | 0,534 | 0,744 | 0,892 |
| G1.08 | 0,078 | 0,113 | 0,158 | 4,378 | 6,567 | 6,088 | 0,748 | 0,919 | 0,989 |
| G1.09 | 0,061 | 0,086 | 0,132 | 3,159 | 4,671 | 4,864 | 0,584 | 0,695 | 0,825 |
| G1.10 | 0,038 | 0,075 | 0,123 | 2,127 | 4,080 | 4,506 | 0,366 | 0,611 | 0,770 |
| G1.11 | 0,051 | 0,084 | 0,139 | 2,745 | 4,517 | 5,143 | 0,493 | 0,677 | 0,867 |

Bu üç bulanık değerlendirme puanları, Denklemler (3.27)- (3.29) kullanılarak net değerlendirme puanlarına ($f_{ia}$, $f_{ia}$, $f_{ia}$) dönüştürülmüştür (Tablo 5.11).

**Tablo 5.11** Halat manevraları için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama

| **Kısa kod** | $\mathbf{f_{ia}}$ | $\mathbf{f_{ib}}$ | $\mathbf{f_{ic}}$ | $\mathbf{f_i}$ | **Sıralama** |
|---|---|---|---|---|---|
| G1.01 | 0,112 | 5,835 | 0,914 | 3,1285 | 2 |
| G1.02 | 0,117 | 6,182 | 0,957 | 3,3028 | 1 |
| G1.03 | 0,102 | 5,080 | 0,827 | 2,7564 | 3 |
| G1.04 | 0,080 | 3,824 | 0,635 | 2,0934 | 10 |
| G1.05 | 0,101 | 5,004 | 0,820 | 2,7198 | 5 |
| G1.06 | 0,097 | 4,706 | 0,784 | 2,5722 | 7 |
| G1.07 | 0,097 | 4,732 | 0,783 | 2,5810 | 6 |
| G1.08 | 0,082 | 3,817 | 0,653 | 2,1069 | 9 |
| G1.09 | 0,083 | 3,942 | 0,666 | 2,1647 | 8 |
| G1.10 | 0,076 | 3,652 | 0,605 | 1,9962 | 11 |
| G1.11 | 0,102 | 5,055 | 0,825 | 2,7452 | 4 |

**Adım 4. Faaliyetlerin kontrol edilmesi**

Bulanık CoCoSo sonuçlarına göre G1.02 "Halatların, taşıma ve çekme kapasitesi bilinmeyen operasyonlarda kullanılması" 3.3028 puan ile en öncelikli sağlık ve güvenlik çalışmalarını gerektiren kontrol noktası olarak elde edilmiştir. Bu kontrol noktasındaki sağlık ve güvenlik uygulamalarındaki eksiklikler halatın savrulması

sonucu kırık, kesik, kafa travması ve ölüm ile sonuçlanabilecek mesleki riskleri meydana getirebilir. Halat manevraları için önem sıralaması yapılan kontrol noktalarına yönelik mesleki riskler Tablo 5.12'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.12** Halat manevraları için mesleki riskler

| Sıra | Kontrol noktası | | Risk kodu |
|---|---|---|---|
| 1 | G1.02 | Halatların, taşıma ve çekme kapasitesi bilinmeyen operasyonlarda kullanılması | R1 |
| 2 | G1.01 | Halat manevrasında standartlara uygun sertifikalı halat kullanılmaması | R2 |
| 3 | G1.03 | Halat kapasitesinin üzerinde yükleme yapılması | R3 |
| 4 | G1.11 | Halatın boşlanması sırasında personelin roda edilmiş halat içinde durarak çalışması | R9 |
| 5 | G1.05 | Halat manevralarının tecrübesiz ve eğitimsiz personel ile yapılması | R4 |
| 6 | G1.07 | Halatın babaya baplantısının uygun yapılmaması | R5 |
| 7 | G1.06 | Halat manevraları sorumlusunun bulunmaması | R6 |
| 8 | G1.09 | Babaya bağlanmış olan halatlar üzerinden personel geçmesi | R9 |
| 9 | G1.08 | Halat manevrası sırasında görevli olmayanların manevra sahasında bulunması | R9 |
| 10 | G1.04 | Eski yıpranmış ve dış atmosfer koşullarından etkilenmiş olan halatların kullanılması | R7 |
| 11 | G1.10 | Çalışanların halat savrulma ekseninde bulunması | R9 |

#### 5.2.1.2 Gemi Manevraları

Gemi manevraları tehlike kaynağı için onbeş adet kontrol noktası tespit edilmiştir. Tepit edilen kontrol noktalarına dair bilgiler aşağıda sıralanmıştır.

- G2.01: Pilotların öngörülen kişisel koruyucu donanımları (KKD) kullanmadan manevra yapmalarına müsaade edilmesi.
- G2.02: Sağlık durumu uygun olmayan pilotların klavuz kaptan olarak çalıştırılması.
- G2.03: Yüksekte çalışmaya elverişli sağlık raporu olmayan pilotların manevraya katılmaları.

- G2.04: Alkollü olan kılavuz kaptanların manevra yapmasına müsaade edilmesi.
- G2.05: Görme problemleri olan pilotların manevralara katılması.
- G2.06: Aşırı kilolu, şeker ve tansiyon hastası olan pilotların manevra yapmalarına müsaade edilmesi.
- G2.07: Açıkta veya tersanede 10 metreden uzun olan mesafelerde çarmıh kullanılarak gemiye iniş ve çıkışa müsaade edilmesi.
- G2.08: Pilotların vinçler ile transferi yapılırken sepet kapılarını kapatmamaları ve kilitlememeleri.
- G2.09: Çarmıh merdiveni altında sert zemin, römorkor bulundurulması.
- G2.10: Pilotların gemi manevraları ve operasyonları öncesinde riskleri analiz etmemeleri.
- G2.11: Yüksek riskli gemilere iniş ve çıkışlarda sigara içilmesine müsaade edilmesi ve sigara izmaritlerinin gelişi güzel atılması:
- G2.12: Operasyon güvenliği açısından tehlikeli olmasına rağmen yüksek rüzgâr hızlarında manevra yapılması.
- G2.13: Tecrübesiz ve stajyer kaptanların operasyon yapmalarına müsaade edilmesi.
- G2.14: Operasyon sırasında koordinasyon için yeterli seviyede iletişim kurulamaması.

Karar verici uzman ekip tarafından her bir kriter için kontrol noktalarına Tablo 5.13'te bulanık dilsel terimler atanmıştır.

**Tablo 5.13** Gemi manevraları için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi

| **Kontrol Noktaları** | **KV 1** | | | | **KV 2** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| G2.01 | Y | O | D | ÇY | ÇY | OY | D | ÇY |
| G2.02 | Y | O | D | ÇY | Y | Y | ÇD | ÇY |
| G2.03 | OY | O | D | ÇY | Y | Y | ÇD | ÇY |
| G2.04 | ÇY | Y | ÇD | ÇY | ÇY | Y | ÇD | Y |
| G2.05 | ÇY | OY | ÇD | ÇY | ÇY | OY | ÇD | Y |

**Tablo 5.13** Gemi manevraları için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G2.06 | Y | O | ÇD | Y | ÇY | Y | D | ÇY |
| G2.07 | Y | O | OD | ÇY | ÇY | OY | OD | Y |
| G2.08 | ÇY | O | OD | ÇY | ÇY | Y | OD | ÇY |
| G2.09 | Y | O | OD | ÇY | ÇY | Y | OD | ÇY |
| G2.10 | ÇY | Y | ÇD | OY | ÇY | ÇY | D | OY |
| G2.11 | Y | Y | OD | Y | ÇY | OY | D | Y |
| G2.12 | ÇY | Y | OD | ÇY | ÇY | OY | OD | ÇY |
| G2.13 | Y | O | D | ÇY | ÇY | Y | OD | ÇY |
| G2.14 | Y | O | OD | ÇY | ÇY | Y | D | ÇY |
| **Kontrol Noktaları** | **KV 3** | | | | **KV 4** | | | |
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| G2.01 | OY | OY | ÇD | Y | Y | Y | D | Y |
| G2.02 | OY | OY | ÇD | Y | Y | Y | D | Y |
| G2.03 | OY | OY | ÇD | Y | Y | Y | D | Y |
| G2.04 | OY | Y | ÇD | Y | Y | ÇY | D | Y |
| G2.05 | OY | OY | ÇD | Y | Y | Y | D | Y |
| G2.06 | OY | OY | ÇD | Y | Y | Y | D | Y |
| G2.07 | OY | O | O | Y | Y | OY | OY | Y |
| G2.08 | OY | O | OD | Y | Y | OY | O | Y |
| G2.09 | OY | Y | O | Y | Y | ÇY | OY | Y |
| G2.10 | OY | Y | D | Y | Y | ÇY | OD | Y |
| G2.11 | OY | O | O | Y | Y | OY | OY | Y |
| G2.12 | OY | OY | OD | Y | Y | Y | O | Y |
| G2.13 | OY | O | ÇD | Y | Y | OY | D | Y |
| G2.14 | OY | Y | D | Y | Y | ÇY | OD | Y |

**Adım 2. Risklerin analiz edilmesi**

Bu aşamada bulanık CoCoSo adımları uygulanmıştır. Karar verici uzman ekibin dilsel değerlendirmelerine karşılık gelen matrislerin aritmetik ortalaması alınarak başlangıç (toplu) karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 5.14). Elde edilen bulanık toplu karar matrisi normalleştirilerek bulanık normalize karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 5.15).

**Tablo 5.14** Gemi manevraları için BCoCoSo toplu karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G2.01 | 0,700 | 0,875 | 0,975 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| G2.02 | 0,650 | 0,850 | 0,975 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| G2.03 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| G2.04 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| G2.05 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,550 | 0,750 | 0,925 |
| G2.06 | 0,700 | 0,875 | 0,975 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| G2.07 | 0,700 | 0,875 | 0,975 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| G2.08 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,450 | 0,650 | 0,825 |
| G2.09 | 0,700 | 0,875 | 0,975 | 0,650 | 0,825 | 0,925 |
| G2.10 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G2.11 | 0,700 | 0,875 | 0,975 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| G2.12 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| G2.13 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,450 | 0,650 | 0,825 |
| G2.14 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,650 | 0,825 | 0,925 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| G2.01 | 0,000 | 0,075 | 0,250 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G2.02 | 0,000 | 0,050 | 0,200 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G2.03 | 0,000 | 0,050 | 0,200 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G2.04 | 0,000 | 0,025 | 0,150 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| G2.05 | 0,000 | 0,025 | 0,150 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| G2.06 | 0,000 | 0,050 | 0,200 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |

**Tablo 5.14** Gemi manevraları için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G2.07 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| G2.08 | 0,150 | 0,350 | 0,550 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G2.09 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G2.10 | 0,025 | 0,125 | 0,300 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| G2.11 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,700 | 0,900 | 1,000 |
| G2.12 | 0,150 | 0,350 | 0,550 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G2.13 | 0,025 | 0,125 | 0,300 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G2.14 | 0,050 | 0,200 | 0,400 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |

**Tablo 5.15** Gemi manevraları için BCoCoSo normalize karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G2.01 | 0,267 | 0,733 | 1,000 | 0,208 | 0,500 | 0,833 |
| G2.02 | 0,133 | 0,667 | 1,000 | 0,167 | 0,417 | 0,750 |
| G2.03 | 0,000 | 0,533 | 0,933 | 0,167 | 0,417 | 0,750 |
| G2.04 | 0,400 | 0,800 | 1,000 | 0,000 | 0,125 | 0,417 |
| G2.05 | 0,400 | 0,800 | 1,000 | 0,125 | 0,417 | 0,750 |
| G2.06 | 0,267 | 0,733 | 1,000 | 0,167 | 0,417 | 0,750 |
| G2.07 | 0,267 | 0,733 | 1,000 | 0,333 | 0,667 | 1,000 |
| G2.08 | 0,400 | 0,800 | 1,000 | 0,292 | 0,583 | 0,917 |
| G2.09 | 0,267 | 0,733 | 1,000 | 0,125 | 0,292 | 0,583 |
| G2.10 | 0,400 | 0,800 | 1,000 | 0,000 | 0,083 | 0,333 |
| G2.11 | 0,267 | 0,733 | 1,000 | 0,208 | 0,500 | 0,833 |
| G2.12 | 0,400 | 0,800 | 1,000 | 0,083 | 0,333 | 0,667 |
| G2.13 | 0,400 | 0,800 | 1,000 | 0,292 | 0,583 | 0,917 |
| G2.14 | 0,400 | 0,800 | 1,000 | 0,125 | 0,292 | 0,583 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| G2.01 | 0,000 | 0,885 | 1,000 | 0,500 | 0,875 | 1,000 |
| G2.02 | 0,000 | 0,923 | 1,000 | 0,500 | 0,875 | 1,000 |

**Tablo 5.15** Gemi manevraları için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G2.03 | 0,000 | 0,923 | 1,000 | 0,500 | 0,875 | 1,000 |
| G2.04 | 0,000 | 0,962 | 1,000 | 0,375 | 0,813 | 1,000 |
| G2.05 | 0,000 | 0,962 | 1,000 | 0,375 | 0,813 | 1,000 |
| G2.06 | 0,000 | 0,923 | 1,000 | 0,375 | 0,813 | 1,000 |
| G2.07 | 0,000 | 0,308 | 0,615 | 0,375 | 0,813 | 1,000 |
| G2.08 | 0,154 | 0,462 | 0,769 | 0,500 | 0,875 | 1,000 |
| G2.09 | 0,000 | 0,308 | 0,615 | 0,500 | 0,875 | 1,000 |
| G2.10 | 0,538 | 0,808 | 0,962 | 0,000 | 0,500 | 0,875 |
| G2.11 | 0,077 | 0,385 | 0,654 | 0,250 | 0,750 | 1,000 |
| G2.12 | 0,154 | 0,462 | 0,769 | 0,500 | 0,875 | 1,000 |
| G2.13 | 0,538 | 0,808 | 0,962 | 0,500 | 0,875 | 1,000 |
| G2.14 | 0,385 | 0,692 | 0,923 | 0,500 | 0,875 | 1,000 |

Denklem (3.22) ve (3.23) kullanılarak, ağırlıklı karşılaştırma bulanık toplamının ($\tilde{S}_i$) güç ağırlığı ve her kontrol noktası için üstel ağırlıklı karşılaştırmalı dizileri ($\tilde{P}_i$) hesaplandı. Sonuçlar Tablo 5.16' da sunulmaktadır.

**Tablo 5.16** Gemi manevraları için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı

| **Kısa kod** | $\tilde{S}_i$ | | | $\tilde{P}_i$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G2.01 | 0,439 | 1,553 | 1,072 | 2,154 | 3,433 | 3,919 |
| G2.02 | 0,344 | 1,499 | 1,048 | 1,992 | 3,355 | 3,875 |
| G2.03 | 0,269 | 1,441 | 1,029 | 1,423 | 3,277 | 3,837 |
| G2.04 | 0,370 | 1,387 | 0,951 | 1,543 | 3,108 | 3,666 |
| G2.05 | 0,428 | 1,539 | 1,048 | 2,087 | 3,403 | 3,875 |
| G2.06 | 0,372 | 1,491 | 1,048 | 2,052 | 3,350 | 3,875 |
| G2.07 | 0,449 | 1,312 | 1,013 | 2,185 | 3,119 | 3,786 |
| G2.08 | 0,629 | 1,413 | 1,032 | 2,893 | 3,263 | 3,838 |
| G2.09 | 0,400 | 1,154 | 0,891 | 2,066 | 2,875 | 3,565 |
| G2.10 | 0,493 | 1,099 | 0,882 | 1,614 | 2,737 | 3,532 |

**Tablo 5.16** Gemi manevraları için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G2.11 | 0,381 | 1,226 | 0,975 | 2,499 | 3,030 | 3,729 |
| G2.12 | 0,532 | 1,282 | 0,959 | 2,679 | 3,072 | 3,706 |
| G2.13 | 0,820 | 1,586 | 1,086 | 3,142 | 3,483 | 3,941 |
| G2.14 | 0,666 | 1,376 | 0,978 | 2,914 | 3,187 | 3,740 |

**Adım 3. Risk değerlendirmesi**

Denklemler (3.24)- (3.26) kullanılarak, her kontrol noktası için üç bulanık değerlendirme puanı ($\tilde{f}_{ia}$, $\tilde{f}_{ib}$ , $\tilde{f}_{ic}$) elde edilmiştir. Değerlendirme puanları Tablo 5.17'da sunulmaktadır.

**Tablo 5.17** Gemi manevraları için BCoCoSo değerlendirme puanları

| **Kısa kod** | $\tilde{f}_{ia}$ | | | $\tilde{f}_{ib}$ | | | $\tilde{f}_{ic}$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G2.01 | 0,039 | 0,078 | 0,132 | 3,146 | 8,188 | 6,743 | 0,516 | 0,992 | 0,993 |
| G2.02 | 0,035 | 0,076 | 0,130 | 2,680 | 7,935 | 6,621 | 0,465 | 0,966 | 0,979 |
| G2.03 | 0,025 | 0,074 | 0,129 | 2,000 | 7,664 | 6,525 | 0,337 | 0,939 | 0,968 |
| G2.04 | 0,029 | 0,070 | 0,122 | 2,459 | 7,342 | 6,112 | 0,380 | 0,894 | 0,918 |
| G2.05 | 0,038 | 0,077 | 0,130 | 3,057 | 8,116 | 6,621 | 0,500 | 0,983 | 0,979 |
| G2.06 | 0,036 | 0,076 | 0,130 | 2,824 | 7,899 | 6,621 | 0,482 | 0,963 | 0,979 |
| G2.07 | 0,039 | 0,069 | 0,127 | 3,205 | 7,073 | 6,428 | 0,524 | 0,881 | 0,955 |
| G2.08 | 0,053 | 0,073 | 0,129 | 4,373 | 7,548 | 6,535 | 0,701 | 0,930 | 0,969 |
| G2.09 | 0,037 | 0,063 | 0,118 | 2,940 | 6,314 | 5,820 | 0,491 | 0,802 | 0,886 |
| G2.10 | 0,031 | 0,060 | 0,117 | 2,968 | 6,011 | 5,763 | 0,419 | 0,763 | 0,878 |
| G2.11 | 0,043 | 0,066 | 0,124 | 3,174 | 6,690 | 6,247 | 0,573 | 0,847 | 0,936 |
| G2.12 | 0,048 | 0,068 | 0,123 | 3,863 | 6,928 | 6,171 | 0,639 | 0,866 | 0,928 |
| G2.13 | 0,059 | 0,079 | 0,133 | 5,258 | 8,349 | 6,809 | 0,788 | 1,008 | 1,000 |
| G2.14 | 0,054 | 0,071 | 0,125 | 4,526 | 7,359 | 6,265 | 0,712 | 0,908 | 0,938 |

Bu üç bulanık değerlendirme puanları, Denklemler (3.27)- (3.29) kullanılarak net değerlendirme puanlarına ($f_{ia}$, $f_{ia}$, $f_{ia}$) dönüştürülmüştür (Tablo 5.18).

**Tablo 5.18** Gemi manevraları için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama

| Kısa kod | $f_{ia}$ | $f_{ib}$ | $f_{ic}$ | $f_i$ | Sıralama |
|---|---|---|---|---|---|
| G2.01 | 0,083 | 6,025 | 0,833 | 3,060 | 4 |
| G2.02 | 0,080 | 5,745 | 0,803 | 2,928 | 7 |
| G2.03 | 0,076 | 5,396 | 0,748 | 2,747 | 11 |
| G2.04 | 0,074 | 5,304 | 0,731 | 2,695 | 12 |
| G2.05 | 0,082 | 5,932 | 0,821 | 3,013 | 5 |
| G2.06 | 0,081 | 5,781 | 0,808 | 2,946 | 6 |
| G2.07 | 0,078 | 5,569 | 0,787 | 2,845 | 9 |
| G2.08 | 0,085 | 6,152 | 0,867 | 3,135 | 2 |
| G2.09 | 0,073 | 5,025 | 0,726 | 2,583 | 13 |
| G2.10 | 0,069 | 4,914 | 0,687 | 2,506 | 14 |
| G2.11 | 0,078 | 5,370 | 0,785 | 2,768 | 10 |
| G2.12 | 0,080 | 5,654 | 0,811 | 2,897 | 8 |
| G2.13 | 0,090 | 6,805 | 0,932 | 3,440 | 1 |
| G2.14 | 0,083 | 6,050 | 0,853 | 3,083 | 3 |

**Adım 4. Faaliyetlerin kontrol edilmesi**

Bulanık CoCoSo sonuçlarına göre G2.13 "Tecrübesiz ve stajyer kaptanların operasyon yapmalarına müsaade edilmesi" 3.440 puan ile en öncelikli sağlık ve güvenlik çalışmalarını gerektiren kontrol noktası olarak elde edilmiştir. Bu kontrol noktasındaki sağlık ve güvenlik uygulamalarındaki eksiklikler geminin çarpması sonucu maddi hasar, toplu ölüm ile sonuçlanabilecek mesleki riskleri meydana getirebilir. Gemi manevraları için önem sıralaması yapılan kontrol noktalarına yönelik mesleki riskler Tablo 5.19'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.19** Gemi manevraları kontrol noktaları için mesleki riskler

| Sıra | Kontrol noktası | | Risk kodu |
|---|---|---|---|
| 1 | G2.13 | Tecrübesiz ve stajyer kaptanlara operasyon yapmalarına müsaade edilmesi | R11 |
| 2 | G2.08 | Pilotların vinçler ile transferi yapılırken sepet kapılarını kapatmamaları ve kilitlememeleri | R8 |
| 3 | G2.14 | Operasyon sırasında koordinasyon için yeterli seviyede iletişim kurulamaması | R11 |
| 4 | G2.01 | Pilotların öngörülen KKD'leri kullanmadan manevra yapmalarına müsaade edilmesi | R9 |
| 5 | G2.05 | Görme problemleri olan pilotların manevralara katılması | R20 |
| 6 | G2.06 | Aşırı kilolu, şeker ve tansiyon hastası olan pilotların manevra yapmalarına müsaade edilmesi | R8 |
| 7 | G2.02 | Sağlık durumu uygun olmayan pilotların klavuz kaptan olarak çalıştırılması | R8 |
| 8 | G2.12 | Operasyon güvenliği açısından tehlikeli olmasına rağmen yüksek rüzgâr hızlarında manevra yapılması | R11 |
| 9 | G2.07 | Açıkta veya tersanede 10 m'den uzun olan mesafelerde çarmıh kullanılarak gemiye iniş ve çıkışa müsaade ediilmesi | R8 |
| 10 | G2.11 | Yüksek riskli gemilere iniş ve çıkışlarda sigara içmelerine müsaade edilmesi | R10 |
| 11 | G2.03 | Yüksekte çalışmaya elverişli sağlık raporu olmayan pilotların manevraya katılmaları | R8 |
| 12 | G2.04 | Alkollü olan kılavuz kaptanların manevra yapmasına müsaade edilmesi | R8 |
| 13 | G2.09 | Çarmıh merdiveni altında sert zemin, römorkor bulunması | R8 |
| 14 | G2.10 | Pilotların gemi manevraları ve operasyonları öncesinde riskleri analiz etmemeleri | R8 |

### 5.2.1.3 Kaynak Donanımları

Kaynak donanımları tehlike kaynağı için yirmi adet kontrol noktası tespit edilmiştir. Tepit edilen kontrol noktalarına dair bilgiler aşağıda sıralanmıştır.

- G3.01: Kaynak makinalarının toz nem ve dış etkenlere maruz bırakılarak depolanması.
- G3.02: Kaynak makinalarının periyodik olarak kontrol edilmemesi.

- G3.03: Kaynak makinalarının transfer sırasında hasarlanması.
- G3.04: Kaynak makinalarının uygun olmayan zincir ip ve benzeri donanımlar ile transfer edilmesi.
- G3.05: Kaynak makinesi konstrüksiyon yapısının hasarlı olması.
- G3.06: Gazaltı kaynak makinalarının kablosuna takılma sonucu tel sarma makinesinin devrilmesi.
- G3.07: Kaynak makineleri üzerinde bulunan (Kablo, ayar kolları vb.) donanımların kopması ve düşmesi.
- G3.08: Elektrik çarpması.
- G3.09: Duman ve gazların olumsuz etkileri.
- G3.10: Kaynak sırasında meydana gelen ark ışığı.
- G3.11: Kaynak sırasında meydana gelen ark gürültüsü.
- G3.12: Sıcak çalışma parçaları ile temas edilmesi.
- G3.13: Dar alanlarda kaynak yapılması.
- G3.14: Kaynak teline temas edilmesi.
- G3.15: Kaynak donanımlarını yetkisiz kişilerin kullanması ve tamir etmesi.
- G3.16: Makinada aşırı ısınma yapması.
- G3.17: Kaynak makinasının kablolarının kontrol edilmemesi.
- G3.18: Kaynak, makine ve donanımlarının gaz donanımları ile aynı noktada bulunması.
- G3.19: Topraklamanın yanlış yapılması.
- G3.20: Deforme olmuş kaynak penselerinin kullanılması.

Karar verici uzman ekip tarafından her bir kriter için kontrol noktalarına Tablo 5.20'de bulanık dilsel terimler atanmıştır.

**Tablo 5.20** Kaynak donanımları için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi

| **Kontrol Noktaları** | **KV 1** | | | | **KV 2** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| G3.01 | D | OY | OD | O | OD | Y | O | OY |
| G3.02 | Y | OD | OD | ÇY | OY | O | O | Y |
| G3.03 | O | OY | OD | O | OY | Y | D | OY |

**Tablo 5.20** Kaynak donanımları için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G3.04 | Y | O | OY | OY | ÇY | Y | O | Y |
| G3.05 | Y | OD | D | OY | ÇY | O | O | ÇY |
| G3.06 | OY | Y | O | Y | Y | OY | OY | ÇY |
| G3.07 | O | O | Y | OY | OY | OY | OY | Y |
| G3.08 | Y | Y | OD | Y | OY | OY | Y | ÇY |
| G3.09 | OY | ÇY | Y | OY | Y | Y | OY | Y |
| G3.10 | OY | ÇY | OY | ÇY | Y | Y | OY | Y |
| G3.11 | OY | ÇY | ÇY | OY | Y | Y | O | Y |
| G3.12 | O | Y | ÇY | OY | OY | ÇY | OY | Y |
| G3.13 | O | OY | Y | ÇY | OY | ÇY | OY | Y |
| G3.14 | O | Y | OD | ÇY | OY | ÇY | O | Y |
| G3.15 | Y | O | ÇD | Y | OY | Y | OD | ÇY |
| G3.16 | Y | ÇY | O | Y | ÇY | Y | D | ÇY |
| G3.17 | Y | ÇY | O | ÇY | ÇY | Y | OD | Y |
| G3.18 | Y | O | OY | Y | ÇY | Y | OD | ÇY |
| G3.19 | Y | OY | OD | ÇY | ÇY | Y | O | OY |
| G3.20 | OY | Y | OD | Y | Y | O | O | OY |
| **Kontrol Noktaları** | **KV 3** | | | | **KV 4** | | | |
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| G3.01 | D | OD | D | O | OD | O | OD | OY |
| G3.02 | D | O | D | O | OD | OY | OD | OY |
| G3.03 | D | O | D | O | OD | OY | OD | OY |
| G3.04 | D | OD | D | O | OD | O | OD | OY |
| G3.05 | D | OD | D | O | OD | O | OD | OY |
| G3.06 | D | O | O | O | OD | OY | OY | OY |
| G3.07 | OD | OD | D | O | O | O | OD | OY |
| G3.08 | D | OY | D | OY | OD | Y | OD | Y |

**Tablo 5.20** Kaynak donanımları için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G3.09 | OD | OY | OY | O | O | Y | Y | OY |
| G3.10 | OD | OY | OY | O | O | Y | Y | OY |
| G3.11 | OD | O | OY | O | O | OY | Y | OY |
| G3.12 | D | OY | O | O | OD | Y | OY | OY |
| G3.13 | D | OY | D | O | OD | Y | OD | OY |
| G3.14 | D | O | D | O | OD | OY | OD | OY |
| G3.15 | D | O | D | O | OD | OY | OD | OY |
| G3.16 | D | D | D | O | OD | OD | OD | OY |
| G3.17 | D | O | D | O | OD | OY | OD | OY |
| G3.18 | D | Y | D | O | OD | ÇY | OD | ÇY |
| G3.19 | D | OY | D | OY | OD | Y | OD | Y |
| G3.20 | D | OY | D | OY | OD | Y | OD | Y |

**Adım 2. Risklerin analiz edilmesi**

Bu aşamada bulanık CoCoSo adımları uygulanmıştır. Karar verici uzman ekibin dilsel değerlendirmelerine karşılık gelen matrislerin aritmetik ortalaması alınarak başlangıç (toplu) karar matrisi elde edilir (Tablo 5.21). Elde edilen bulanık toplu karar matrisi normalleştirilerek bulanık normalize karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 5.22).

**Tablo 5.21** Kaynak donanımları için BCoCoSo toplu karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G3.01 | 0,050 | 0,200 | 0,400 | 0,400 | 0,600 | 0,775 |
| G3.02 | 0,325 | 0,500 | 0,675 | 0,300 | 0,500 | 0,700 |
| G3.03 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| G3.04 | 0,425 | 0,575 | 0,700 | 0,350 | 0,550 | 0,725 |
| G3.05 | 0,425 | 0,575 | 0,700 | 0,200 | 0,400 | 0,600 |
| G3.06 | 0,325 | 0,500 | 0,675 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| G3.07 | 0,300 | 0,500 | 0,700 | 0,300 | 0,500 | 0,700 |

**Tablo 5.21** Kaynak donanımları için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G3.08 | 0,325 | 0,500 | 0,675 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| G3.09 | 0,325 | 0,500 | 0,675 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| G3.10 | 0,325 | 0,500 | 0,675 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| G3.11 | 0,400 | 0,600 | 0,775 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| G3.12 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| G3.13 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,650 | 0,825 | 0,950 |
| G3.14 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| G3.15 | 0,325 | 0,500 | 0,675 | 0,450 | 0,650 | 0,825 |
| G3.16 | 0,425 | 0,575 | 0,700 | 0,425 | 0,575 | 0,700 |
| G3.17 | 0,425 | 0,575 | 0,700 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| G3.18 | 0,425 | 0,575 | 0,700 | 0,650 | 0,825 | 0,925 |
| G3.19 | 0,425 | 0,575 | 0,700 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| G3.20 | 0,325 | 0,500 | 0,675 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| G3.01 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| G3.02 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| G3.03 | 0,050 | 0,200 | 0,400 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| G3.04 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| G3.05 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,550 | 0,725 | 0,875 |
| G3.06 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| G3.07 | 0,325 | 0,500 | 0,675 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| G3.08 | 0,225 | 0,400 | 0,575 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| G3.09 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| G3.10 | 0,550 | 0,750 | 0,925 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| G3.11 | 0,600 | 0,775 | 0,900 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| G3.12 | 0,550 | 0,725 | 0,875 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| G3.13 | 0,325 | 0,500 | 0,675 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| G3.14 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |

**Tablo 5.21** Kaynak donanımları için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G3.15 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| G3.16 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| G3.17 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| G3.18 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,700 | 0,850 | 0,925 |
| G3.19 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,650 | 0,825 | 0,950 |
| G3.20 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |

**Tablo 5.22** Kaynak donanımları için BCoCoSo normalize karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G3.01 | 0,000 | 0,207 | 0,483 | 0,258 | 0,484 | 0,742 |
| G3.02 | 0,379 | 0,621 | 0,862 | 0,355 | 0,613 | 0,871 |
| G3.03 | 0,241 | 0,483 | 0,759 | 0,129 | 0,355 | 0,613 |
| G3.04 | 0,517 | 0,724 | 0,897 | 0,323 | 0,548 | 0,806 |
| G3.05 | 0,517 | 0,724 | 0,897 | 0,484 | 0,742 | 1,000 |
| G3.06 | 0,379 | 0,621 | 0,862 | 0,129 | 0,355 | 0,613 |
| G3.07 | 0,345 | 0,621 | 0,897 | 0,355 | 0,613 | 0,871 |
| G3.08 | 0,379 | 0,621 | 0,862 | 0,032 | 0,226 | 0,484 |
| G3.09 | 0,379 | 0,621 | 0,862 | 0,000 | 0,129 | 0,355 |
| G3.10 | 0,379 | 0,621 | 0,862 | 0,000 | 0,129 | 0,355 |
| G3.11 | 0,483 | 0,759 | 1,000 | 0,097 | 0,258 | 0,484 |
| G3.12 | 0,241 | 0,483 | 0,759 | 0,000 | 0,129 | 0,355 |
| G3.13 | 0,241 | 0,483 | 0,759 | 0,032 | 0,194 | 0,419 |
| G3.14 | 0,241 | 0,483 | 0,759 | 0,097 | 0,258 | 0,484 |
| G3.15 | 0,379 | 0,621 | 0,862 | 0,194 | 0,419 | 0,677 |
| G3.16 | 0,517 | 0,724 | 0,897 | 0,355 | 0,516 | 0,710 |
| G3.17 | 0,517 | 0,724 | 0,897 | 0,097 | 0,258 | 0,484 |
| G3.18 | 0,517 | 0,724 | 0,897 | 0,065 | 0,194 | 0,419 |
| G3.19 | 0,517 | 0,724 | 0,897 | 0,032 | 0,226 | 0,484 |

**Tablo 5.22** Kaynak donanımları için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| G3.20 | 0,379 | 0,621 | 0,862 | 0,097 | 0,290 | 0,548 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| G3.01 | 0,500 | 0,722 | 0,917 | 0,000 | 0,348 | 0,696 |
| G3.02 | 0,500 | 0,722 | 0,917 | 0,348 | 0,652 | 0,870 |
| G3.03 | 0,611 | 0,833 | 1,000 | 0,000 | 0,348 | 0,696 |
| G3.04 | 0,389 | 0,611 | 0,806 | 0,174 | 0,522 | 0,826 |
| G3.05 | 0,556 | 0,778 | 0,944 | 0,261 | 0,565 | 0,826 |
| G3.06 | 0,167 | 0,389 | 0,611 | 0,348 | 0,652 | 0,870 |
| G3.07 | 0,306 | 0,500 | 0,694 | 0,174 | 0,522 | 0,826 |
| G3.08 | 0,417 | 0,611 | 0,806 | 0,522 | 0,826 | 1,000 |
| G3.09 | 0,000 | 0,167 | 0,389 | 0,174 | 0,522 | 0,826 |
| G3.10 | 0,028 | 0,222 | 0,444 | 0,348 | 0,652 | 0,870 |
| G3.11 | 0,056 | 0,194 | 0,389 | 0,174 | 0,522 | 0,826 |
| G3.12 | 0,083 | 0,250 | 0,444 | 0,174 | 0,522 | 0,826 |
| G3.13 | 0,306 | 0,500 | 0,694 | 0,348 | 0,652 | 0,870 |
| G3.14 | 0,500 | 0,722 | 0,917 | 0,348 | 0,652 | 0,870 |
| G3.15 | 0,667 | 0,861 | 1,000 | 0,348 | 0,652 | 0,870 |
| G3.16 | 0,556 | 0,778 | 0,944 | 0,348 | 0,652 | 0,870 |
| G3.17 | 0,500 | 0,722 | 0,917 | 0,348 | 0,652 | 0,870 |
| G3.18 | 0,444 | 0,667 | 0,861 | 0,522 | 0,783 | 0,913 |
| G3.19 | 0,500 | 0,722 | 0,917 | 0,435 | 0,739 | 0,957 |
| G3.20 | 0,500 | 0,722 | 0,917 | 0,348 | 0,696 | 0,957 |

Denklem (3.22) ve (3.23) kullanılarak, ağırlıklı karşılaştırma bulanık toplamının ($\tilde{S}_i$) güç ağırlığı ve her kontrol noktası için üstel ağırlıklı karşılaştırmalı dizileri ($\tilde{P}_i$) hesaplandı. Sonuçlar Tablo 5.23' de sunulmaktadır.

**Tablo 5.23** Kaynak donanımları için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı

| Kısa kod | $\tilde{S}_i$ | | | $\tilde{P}_i$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G3.01 | 0,368 | 0,915 | 0,796 | 1,496 | 2,566 | 3,361 |
| G3.02 | 0,760 | 1,346 | 0,986 | 3,078 | 3,209 | 3,763 |
| G3.03 | 0,499 | 1,024 | 0,859 | 2,092 | 2,752 | 3,523 |
| G3.04 | 0,701 | 1,223 | 0,934 | 2,943 | 3,056 | 3,673 |
| G3.05 | 0,892 | 1,434 | 1,030 | 3,186 | 3,315 | 3,842 |
| G3.06 | 0,490 | 1,044 | 0,825 | 2,670 | 2,790 | 3,448 |
| G3.07 | 0,578 | 1,156 | 0,922 | 2,824 | 2,968 | 3,642 |
| G3.08 | 0,636 | 1,194 | 0,877 | 2,751 | 2,945 | 3,532 |
| G3.09 | 0,281 | 0,736 | 0,676 | 1,388 | 2,238 | 3,093 |
| G3.10 | 0,361 | 0,843 | 0,703 | 1,881 | 2,398 | 3,155 |
| G3.11 | 0,412 | 0,877 | 0,752 | 2,391 | 2,494 | 3,269 |
| G3.12 | 0,244 | 0,718 | 0,662 | 1,795 | 2,246 | 3,072 |
| G3.13 | 0,436 | 0,956 | 0,763 | 2,509 | 2,631 | 3,306 |
| G3.14 | 0,562 | 1,101 | 0,844 | 2,754 | 2,843 | 3,475 |
| G3.15 | 0,768 | 1,315 | 0,953 | 3,027 | 3,148 | 3,702 |
| G3.16 | 0,866 | 1,369 | 0,957 | 3,172 | 3,231 | 3,713 |
| G3.17 | 0,718 | 1,206 | 0,883 | 2,914 | 2,984 | 3,560 |
| G3.18 | 0,742 | 1,223 | 0,860 | 2,917 | 2,972 | 3,503 |
| G3.19 | 0,722 | 1,242 | 0,906 | 2,821 | 3,011 | 3,595 |
| G3.20 | 0,640 | 1,204 | 0,915 | 2,844 | 2,989 | 3,617 |

**Adım 3. Risk değerlendirmesi**

Denklemler (3.24)- (3.26) kullanılarak, her kontrol noktası için üç bulanık değerlendirme puanı ($\tilde{f}_{ia}$, $\tilde{f}_{ib}$ , $\tilde{f}_{ic}$) elde edilmiştir. Değerlendirme puanları Tablo 5.24'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.24** Kaynak donanımları için BCoCoSo değerlendirme puanları

| **Kısa kod** | $\tilde{f}_{ia}$ | | | $\tilde{f}_{ib}$ | | | $\tilde{f}_{ic}$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G3.01 | 0,021 | 0,044 | 0,066 | 2,583 | 5,595 | 5,679 | 0,383 | 0,715 | 0,853 |
| G3.02 | 0,044 | 0,058 | 0,075 | 5,329 | 7,823 | 6,748 | 0,788 | 0,935 | 0,975 |
| G3.03 | 0,030 | 0,048 | 0,069 | 3,551 | 6,172 | 6,053 | 0,532 | 0,775 | 0,899 |
| G3.04 | 0,042 | 0,054 | 0,073 | 4,991 | 7,208 | 6,470 | 0,748 | 0,878 | 0,946 |
| G3.05 | 0,047 | 0,060 | 0,077 | 5,947 | 8,258 | 6,983 | 0,837 | 0,975 | 1,000 |
| G3.06 | 0,036 | 0,049 | 0,068 | 3,930 | 6,284 | 5,861 | 0,649 | 0,787 | 0,877 |
| G3.07 | 0,039 | 0,052 | 0,072 | 4,398 | 6,870 | 6,397 | 0,698 | 0,847 | 0,937 |
| G3.08 | 0,039 | 0,052 | 0,070 | 4,584 | 7,007 | 6,134 | 0,695 | 0,849 | 0,905 |
| G3.09 | 0,019 | 0,038 | 0,060 | 2,150 | 4,625 | 4,994 | 0,343 | 0,610 | 0,774 |
| G3.10 | 0,026 | 0,041 | 0,061 | 2,834 | 5,178 | 5,150 | 0,460 | 0,665 | 0,792 |
| G3.11 | 0,032 | 0,043 | 0,064 | 3,408 | 5,388 | 5,433 | 0,575 | 0,692 | 0,825 |
| G3.12 | 0,023 | 0,038 | 0,059 | 2,293 | 4,556 | 4,924 | 0,419 | 0,608 | 0,767 |
| G3.13 | 0,034 | 0,045 | 0,064 | 3,592 | 5,808 | 5,505 | 0,605 | 0,736 | 0,835 |
| G3.14 | 0,038 | 0,050 | 0,068 | 4,286 | 6,556 | 5,959 | 0,681 | 0,810 | 0,887 |
| G3.15 | 0,044 | 0,057 | 0,074 | 5,324 | 7,651 | 6,569 | 0,779 | 0,916 | 0,956 |
| G3.16 | 0,046 | 0,058 | 0,074 | 5,828 | 7,930 | 6,591 | 0,829 | 0,944 | 0,959 |
| G3.17 | 0,042 | 0,053 | 0,070 | 5,039 | 7,087 | 6,179 | 0,746 | 0,860 | 0,912 |
| G3.18 | 0,042 | 0,053 | 0,069 | 5,140 | 7,148 | 6,044 | 0,751 | 0,861 | 0,896 |
| G3.19 | 0,041 | 0,054 | 0,071 | 4,987 | 7,252 | 6,299 | 0,727 | 0,873 | 0,924 |
| G3.20 | 0,040 | 0,053 | 0,072 | 4,671 | 7,083 | 6,353 | 0,715 | 0,861 | 0,930 |

Bu üç bulanık değerlendirme puanları, Denklemler (3.27)- (3.29) kullanılarak net değerlendirme puanlarına ($f_{ia}$, $f_{ia}$, $f_{ia}$) dönüştürülmüştür (Tablo 5.25).

**Tablo 5.25** Kaynak donanımları için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama

| Kısa kodları | $f_{ia}$ | $f_{ib}$ | $f_{ic}$ | $f_i$ | Sıralama |
|---|---|---|---|---|---|
| G3.01 | 0,044 | 4,619 | 0,650 | 2,280 | 17 |
| G3.02 | 0,059 | 6,633 | 0,899 | 3,237 | 3 |
| G3.03 | 0,049 | 5,259 | 0,735 | 2,589 | 14 |
| G3.04 | 0,056 | 6,223 | 0,857 | 3,049 | 5 |
| G3.05 | 0,061 | 7,063 | 0,937 | 3,428 | 1 |
| G3.06 | 0,051 | 5,358 | 0,771 | 2,655 | 13 |
| G3.07 | 0,055 | 5,889 | 0,827 | 2,900 | 10 |
| G3.08 | 0,054 | 5,908 | 0,817 | 2,897 | 11 |
| G3.09 | 0,039 | 3,923 | 0,576 | 1,957 | 20 |
| G3.10 | 0,043 | 4,387 | 0,639 | 2,182 | 18 |
| G3.11 | 0,046 | 4,743 | 0,698 | 2,364 | 16 |
| G3.12 | 0,040 | 3,925 | 0,598 | 1,975 | 19 |
| G3.13 | 0,048 | 4,969 | 0,725 | 2,471 | 15 |
| G3.14 | 0,052 | 5,600 | 0,792 | 2,762 | 12 |
| G3.15 | 0,058 | 6,515 | 0,884 | 3,179 | 4 |
| G3.16 | 0,060 | 6,783 | 0,911 | 3,301 | 2 |
| G3.17 | 0,055 | 6,101 | 0,839 | 2,988 | 8 |
| G3.18 | 0,055 | 6,111 | 0,836 | 2,988 | 7 |
| G3.19 | 0,055 | 6,179 | 0,841 | 3,019 | 6 |
| G3.20 | 0,055 | 6,035 | 0,836 | 2,961 | 9 |

**Adım 4. Faaliyetlerin kontrol edilmesi**

Bulanık CoCoSo sonuçlarına göre G3.05 “Kaynak makinesi konstrüksiyon yapısının hasarlı olması” 3,428 puan ile en öncelikli sağlık ve güvenlik çalışmalarını gerektiren kontrol noktası olarak elde edilmiştir. Bu kontrol noktasındaki sağlık ve güvenlik uygulamalarındaki eksiklikler Malzeme düşmesi

sonucu maddi hasar, yaralanma ve kafa travması ile sonuçlanabilecek mesleki riskleri meydana getirebilir. Kaynak donanımları için önem sıralaması yapılan kontrol noktalarına yönelik mesleki riskler Tablo 5.26'da sunulmaktadır.

**Tablo 5.26** Kaynak donanımları kontrol noktaları için mesleki riskler

| Sıra | Kontrol noktası | | Risk kodu |
|---|---|---|---|
| 1 | G3.05 | Kaynak makinesi konstrüksiyon yapısının hasarlı olması | R17 |
| 2 | G3.16 | Makinada aşırı ısınmanın olması | R10 |
| 3 | G3.02 | Kaynak makinalarının periyodik olarak kontrol edilmemesi | R10 |
| 4 | G3.15 | Kaynak donanımlarını yetkisiz kişilerin kullanması ve tamir etmesi | R10 |
| 5 | G3.04 | Kaynak makinalarının uygun olmayan zincir ip ve benzeri donanımlar ile transfer edilmesi | R17 |
| 6 | G3.19 | Topraklamanın yanlış yapılması | R10 |
| 7 | G3.18 | Kaynak, makine ve donanımlarının gaz donanımları ile aynı noktada bulunması | R10 |
| 8 | G3.17 | Kaynak makinasının kablolarının kontrol edilmemesi | R10 |
| 9 | G3.20 | Deforme olmuş kaynak penselerinin kullanılması | R10 |
| 10 | G3.07 | Kaynak makineleri üzerinde bulunan (Kablo, ayar kolları vb.) donanımların kopması ve düşmesi | R10 |
| 11 | G3.08 | Elektrik çarpması | R10 |
| 12 | G3.14 | Kaynak teline temas Edilmesi | R15 |
| 13 | G3.06 | Gazaltı kaynak makinalarının kablosuna takılma sonucu tel sarma makinesinin devrilmesi | R17 |
| 14 | G3.03 | Kaynak makinalarının transfer sırasında hasarlanması | R17 |
| 15 | G3.13 | Dar alanlarda kaynak yapılması | R12 |
| 16 | G3.11 | Kaynak sırasında meydana gelen ark gürültüsü | R13 |
| 17 | G3.01 | Kaynak makinalarının toz nem ve dış etkenlere maruz bırakılarak depolanması | R10 |
| 18 | G3.10 | Kaynak sırasında meydana gelen ark ışığı | R14 |
| 19 | G3.12 | Sıcak çalışma parçaları ile temas edilmesi | R15 |
| 20 | G3.09 | Duman ve gazların olumsuz etkileri. | R12 |

#### 5.2.1.4 Yağ, Yakıt, Sintine ve Kirli Su Transferi İşleri

Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri tehlike kaynağı için on adet kontrol noktası tespit edilmiştir. Tepit edilen kontrol noktalarına dair bilgiler aşağıda sıralanmıştır.

- G4.01: Tersaneye kontrolsüz giriş yapılması.
- G4.02: Tanımlanmamış yağ ve yakıt kullanılması.
- G4.03: Tersane içindeki tankerlerin hareket tarzlarının uygunsuz olması.
- G4.04: Uygun olmayan yöntemler ile gemiye transfer yapılması.
- G4.05: Çevre emniyetinin alınmaması.
- G4.06: Yağ ve yakıt sızıntısının meydana gelmesi.
- G4.07: Yakıtlara kıvılcım ve alev ile yaklaşılması.
- G4.08: Haberleşmeden kaynaklı problemlerin meydana gelmesi.
- G4.09: Eğitimsiz personel tarafından yakıt transferlerinin yapılması.
- G4.10: Statik elektriklenme meydana gelmesi.

Karar verici uzman ekip tarafından her bir kriter için kontrol noktalarına Tablo 5.27'de bulanık dilsel terimler atanmıştır.

**Tablo 5.27** Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi

| **Kontrol Noktaları** | **KV 1** | | | | **KV 2** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| G4.01 | O | Y | ÇY | ÇY | OY | O | Y | ÇY |
| G4.02 | O | Y | ÇY | ÇY | OY | OY | Y | ÇY |
| G4.03 | O | O | OY | ÇY | ÇY | OY | Y | ÇY |
| G4.04 | Y | OD | OY | ÇY | OY | O | Y | ÇY |
| G4.05 | Y | OD | O | Y | ÇY | O | OY | ÇY |
| G4.06 | ÇY | OD | ÇY | Y | OY | OY | OY | ÇY |
| G4.07 | OY | O | Y | ÇY | ÇY | OY | OY | ÇY |
| G4.08 | OY | O | OY | OY | O | OD | OY | Y |

**Tablo 5.27** Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G4.09 | OY | O | Y | Y | OD | OD | OY | ÇY |
| G4.10 | OY | ÇY | OD | ÇY | OD | Y | OY | ÇY |
| **Kontrol Noktaları** | **KV 3** | | | | **KV 4** | | | |
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| G4.01 | OY | OY | D | OY | O | Y | OD | Y |
| G4.02 | OY | D | OY | OY | O | OD | Y | Y |
| G4.03 | OY | O | OD | O | O | OY | O | OY |
| G4.04 | OY | OY | D | Y | O | Y | OD | ÇY |
| G4.05 | OY | OY | D | OY | O | Y | OD | Y |
| G4.06 | OY | OY | D | OY | O | Y | OD | Y |
| G4.07 | OY | Y | OD | ÇY | O | ÇY | O | ÇY |
| G4.08 | OY | O | OD | ÇY | O | OY | O | ÇY |
| G4.09 | OY | O | D | ÇY | O | OY | OD | ÇY |
| G4.10 | OY | Y | OY | ÇY | O | ÇY | Y | ÇY |

**Adım 2. Risklerin analiz edilmesi**

Bu aşamada bulanık CoCoSo adımları uygulanmıştır. Karar verici uzman ekibin dilsel değerlendirmelerine karşılık gelen matrislerin aritmetik ortalaması alınarak başlangıç (toplu) karar matrisi elde edilir (Tablo 5.28). Elde edilen bulanık toplu karar matrisi normalleştirilerek bulanık normalize karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 5.29).

**Tablo 5.28** Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G4.01 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| G4.02 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,325 | 0,500 | 0,675 |
| G4.03 | 0,500 | 0,675 | 0,825 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |

**Tablo 5.28** Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G4.04 | 0,500 | 0,700 | 0,875 | 0,400 | 0,600 | 0,775 |
| G4.05 | 0,600 | 0,775 | 0,900 | 0,400 | 0,600 | 0,775 |
| G4.06 | 0,550 | 0,725 | 0,875 | 0,450 | 0,650 | 0,825 |
| G4.07 | 0,550 | 0,725 | 0,875 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| G4.08 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,300 | 0,500 | 0,700 |
| G4.09 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,300 | 0,500 | 0,700 |
| G4.10 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| G4.01 | 0,425 | 0,575 | 0,700 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| G4.02 | 0,700 | 0,875 | 0,975 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| G4.03 | 0,400 | 0,600 | 0,775 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| G4.04 | 0,325 | 0,500 | 0,675 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| G4.05 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| G4.06 | 0,375 | 0,525 | 0,675 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| G4.07 | 0,400 | 0,600 | 0,775 | 0,900 | 1,000 | 1,000 |
| G4.08 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| G4.09 | 0,325 | 0,500 | 0,675 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| G4.10 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,900 | 1,000 | 1,000 |

**Tablo 5.29** Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G4.01 | 0,091 | 0,455 | 0,818 | 0,143 | 0,357 | 0,643 |
| G4.02 | 0,091 | 0,455 | 0,818 | 0,464 | 0,714 | 0,964 |
| G4.03 | 0,273 | 0,591 | 0,864 | 0,286 | 0,571 | 0,857 |
| G4.04 | 0,273 | 0,636 | 0,955 | 0,321 | 0,571 | 0,857 |
| G4.05 | 0,455 | 0,773 | 1,000 | 0,321 | 0,571 | 0,857 |
| G4.06 | 0,364 | 0,682 | 0,955 | 0,250 | 0,500 | 0,786 |

**Tablo 5.29** Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G4.07 | 0,364 | 0,682 | 0,955 | 0,143 | 0,321 | 0,571 |
| G4.08 | 0,091 | 0,455 | 0,818 | 0,429 | 0,714 | 1,000 |
| G4.09 | 0,000 | 0,364 | 0,727 | 0,429 | 0,714 | 1,000 |
| G4.10 | 0,000 | 0,364 | 0,727 | 0,000 | 0,071 | 0,286 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| G4.01 | 0,367 | 0,533 | 0,733 | 0,167 | 0,667 | 0,917 |
| G4.02 | 0,000 | 0,133 | 0,367 | 0,167 | 0,667 | 0,917 |
| G4.03 | 0,267 | 0,500 | 0,767 | 0,167 | 0,667 | 0,917 |
| G4.04 | 0,400 | 0,633 | 0,867 | 0,500 | 0,917 | 1,000 |
| G4.05 | 0,500 | 0,767 | 1,000 | 0,000 | 0,583 | 0,917 |
| G4.06 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,000 | 0,583 | 0,917 |
| G4.07 | 0,267 | 0,500 | 0,767 | 0,667 | 1,000 | 1,000 |
| G4.08 | 0,300 | 0,567 | 0,833 | 0,167 | 0,667 | 0,917 |
| G4.09 | 0,400 | 0,633 | 0,867 | 0,500 | 0,917 | 1,000 |
| G4.10 | 0,200 | 0,433 | 0,700 | 0,667 | 1,000 | 1,000 |

Denklem (3.22) ve (3.23) kullanılarak, ağırlıklı karşılaştırma bulanık toplamının ($\tilde{S}_i$) güç ağırlığı ve her kontrol noktası için üstel ağırlıklı karşılaştırmalı dizileri ($\tilde{P}_i$) hesaplandı. Sonuçlar Tablo 5.30' da sunulmaktadır.

**Tablo 5.30** Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı

| **Kısa kod** | **$\tilde{S}_i$** | | | **$\tilde{P}_i$** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G4.01 | 0,363 | 1,055 | 0,869 | 2,451 | 2,806 | 3,532 |
| G4.02 | 0,331 | 1,040 | 0,859 | 1,929 | 2,695 | 3,451 |
| G4.03 | 0,483 | 1,209 | 0,953 | 2,697 | 3,031 | 3,695 |
| G4.04 | 0,693 | 1,447 | 1,029 | 3,016 | 3,312 | 3,837 |
| G4.05 | 0,654 | 1,372 | 1,057 | 2,343 | 3,238 | 3,898 |
| G4.06 | 0,520 | 1,211 | 0,967 | 2,193 | 3,039 | 3,731 |

**Tablo 5.30** Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G4.07 | 0,659 | 1,319 | 0,918 | 2,907 | 3,106 | 3,622 |
| G4.08 | 0,463 | 1,258 | 1,001 | 2,623 | 3,083 | 3,774 |
| G4.09 | 0,589 | 1,403 | 1,007 | 2,384 | 3,227 | 3,767 |
| G4.10 | 0,355 | 1,017 | 0,752 | 1,533 | 2,553 | 3,232 |

**Adım 3. Risk değerlendirmesi**

Denklemler (3.24)- (3.26) kullanılarak, her kontrol noktası için üç bulanık değerlendirme puanı ($\tilde{f}_{ia}$, $\tilde{f}_{ib}$ , $\tilde{f}_{ic}$) elde edilmiştir. Değerlendirme puanları Tablo 5.31'de sunulmaktadır.

**Tablo 5.31** Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri için BCoCoSo değerlendirme puanları

| **Kısa kod** | $\tilde{f}_{ia}$ | | | $\tilde{f}_{ib}$ | | | $\tilde{f}_{ic}$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G4.01 | 0,061 | 0,091 | 0,151 | 2,697 | 5,020 | 4,931 | 0,568 | 0,779 | 0,888 |
| G4.02 | 0,049 | 0,088 | 0,148 | 2,258 | 4,904 | 4,850 | 0,456 | 0,754 | 0,870 |
| G4.03 | 0,069 | 0,100 | 0,159 | 3,219 | 5,634 | 5,293 | 0,642 | 0,856 | 0,938 |
| G4.04 | 0,081 | 0,112 | 0,167 | 4,064 | 6,536 | 5,615 | 0,749 | 0,960 | 0,982 |
| G4.05 | 0,065 | 0,109 | 0,170 | 3,506 | 6,260 | 5,739 | 0,605 | 0,930 | 1,000 |
| G4.06 | 0,059 | 0,100 | 0,161 | 3,003 | 5,645 | 5,358 | 0,548 | 0,858 | 0,948 |
| G4.07 | 0,078 | 0,104 | 0,156 | 3,890 | 6,016 | 5,138 | 0,720 | 0,893 | 0,916 |
| G4.08 | 0,067 | 0,102 | 0,164 | 3,111 | 5,815 | 5,489 | 0,623 | 0,876 | 0,964 |
| G4.09 | 0,065 | 0,109 | 0,164 | 3,336 | 6,347 | 5,503 | 0,600 | 0,934 | 0,963 |
| G4.10 | 0,041 | 0,084 | 0,137 | 2,072 | 4,741 | 4,382 | 0,381 | 0,721 | 0,804 |

Bu üç bulanık değerlendirme puanları, Denklemler (3.27)- (3.29) kullanılarak net değerlendirme puanlarına ($f_{ia}$, $f_{ia}$, $f_{ia}$) dönüştürülmüştür (Tablo 5.32).

**Tablo 5.32**Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama

| Kısa kod | $f_{ia}$ | $f_{ib}$ | $f_{ic}$ | $f_i$ | Sıralama |
|---|---|---|---|---|---|
| G4.01 | 0,101 | 4,216 | 0,745 | 2,369 | 8 |
| G4.02 | 0,095 | 4,004 | 0,693 | 2,239 | 9 |
| G4.03 | 0,109 | 4,715 | 0,812 | 2,627 | 6 |
| G4.04 | 0,120 | 5,405 | 0,897 | 2,975 | 1 |
| G4.05 | 0,115 | 5,169 | 0,845 | 2,837 | 2 |
| G4.06 | 0,107 | 4,669 | 0,784 | 2,585 | 7 |
| G4.07 | 0,112 | 5,015 | 0,843 | 2,770 | 4 |
| G4.08 | 0,111 | 4,805 | 0,821 | 2,672 | 5 |
| G4.09 | 0,112 | 5,062 | 0,833 | 2,782 | 3 |
| G4.10 | 0,087 | 3,732 | 0,635 | 2,076 | 10 |

**Adım 4. Faaliyetlerin kontrol edilmesi**

Bulanık CoCoSo sonuçlarına göre G4.04 "Uygun olmayan yöntemler ile gemiye transfer yapılması" 2,975 puan ile en öncelikli sağlık ve güvenlik çalışmalarını gerektiren kontrol noktası olarak elde edilmiştir. Bu kontrol noktasındaki sağlık ve güvenlik uygulamalarındaki eksiklikler Çevre kirliliği ve yangın sonucu ağır maddi hasar ile sonuçlanabilecek mesleki riskleri meydana getirebilir. Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri için önem sıralaması yapılan kontrol noktalarına yönelik mesleki riskler Tablo 5.33'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.33** Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri kontrol noktaları için mesleki riskler

| Sıra | Kontrol noktası | | Risk kodu |
|---|---|---|---|
| 1 | G4.04 | Uygun olmayan yöntemler ile gemiye transfer yapılması | R16 |
| 2 | G4.05 | Çevre emniyetinin alınmaması | R16 |
| 3 | G4.09 | Eğitimsiz personel tarafından yakıt transferlerinin yapılması | R16 |
| 4 | G4.07 | Yakıtlara kıvılcım ve alev ile yaklaşılması | R16 |

**Tablo 5.33** Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 | G4.08 | Haberleşmeden kaynaklı problemlerin meydana gelmesi | R16 |
| 6 | G4.03 | Tersane içindeki tankerlerin hareket tarzlarının uygunsuz olması | R16 |
| 7 | G4.06 | Yağ ve yakıt sızıntısının meydana gelmesi | R16 |
| 8 | G4.01 | Tersaneye kontrolsüz giriş yapılması | R16 |
| 9 | G4.02 | Tanımlanmamış yağ ve yakıt kullanılması | R16 |
| 10 | G4.10 | Statik elektrik | R16 |

#### 5.2.1.5 Gemi İskeleleri

Gemi iskeleleri tehlike kaynağı için yirmiüç adet kontrol noktası tespit edilmiştir. Tepit edilen kontrol noktalarına dair bilgiler aşağıda sıralanmıştır.

- G5.01: İskele elemanlarının depolandığı veya yığıldığı alanlarda düzgün bir şekilde istif edilmemesi.
- G5.02: İskele elemanlarının taşınması ve transferi sırasında hasarlanması
- G5.03: İskele kurulumu sırasında iskele elemanlarının kesilerek kullanılması.
- G5.04: İskele montajı sırasında bağlantılar atılmadan iskele kurumuna devam edilmesi.
- G5.05: Standartlara uygun iskele malzemesi satın alınmaması.
- G5.06: Bakım ve kontrolleri yapılmamış olan iskele elemanlarının kullanılması.
- G5.07: Yumuşak zeminler, dengesiz yüzeylerde kurulan iskelelerde denge ve batma ayaklarının bulunmaması.
- G5.08: İskelelerin kurulum öncesi, kurulması sırasında ve sonrasında gerekli kontrol ve denetimlerinin yapılmaması.
- G5.09: Delik, kırık, çatlamış olan iskele elemanlarının kullanılması.
- G5.10: İskele yatay elemanlarının çıkarılarak kullanılması.
- G5.11: Izgaraların boru elemanlarına oturmaması ve tel ile bağlanarak kullanılması.
- G5.12: Izgaralar üzerine iki kişiden fazla çalışanın çıkması.

- G5.13: Izgara taşıma kapasitelerinin bilinmemesi.
- G5.14: İskele kurulumu devam ederken çalışmaya başlanması.
- G5.15: İskele bağlantılarının tam olarak kaynatılmaması.
- G5.16: Kırık ve çatlak iskele elemanlarının kullanılması.
- G5.17: İskelelerde mevcut risk ve tehlikeleri gösteren işaret, levha bulunmaması.
- G5.18: İskeleler üzerinde çalışırken aşağıya malzeme düşmesini engelleyecek etek saçlarının bulunmaması.
- G5.19: İskelelerde iniş ve çıkışlarda kullanılacak merdivenlerin bulunmaması.
- G5.20: İskele merdivenlerinin kırık ve deforme olması.
- G5.21: İskele kurulumunda çalışan personelin tecrübesiz ve vasıfsız olması.
- G5.22: Çalışanların iskele üzerinde uygunsuz davranışlarda bulunması.
- G5.23: İskelelerde çalışırken emniyet kemeri kullanılmaması.

Karar verici uzman ekip tarafından her bir kriter için kontrol noktalarına Tablo 5.34'te bulanık dilsel terimler atanmıştır

**Tablo 5.34** Gemi iskeleleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi

| **Kontrol Noktaları** | **KV 1** | | | | **KV 2** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| G5.01 | O | OD | OD | OD | OD | O | OY | OY |
| G5.02 | D | D | OY | Y | OD | O | O | O |
| G5.03 | OY | OD | O | ÇY | O | D | OD | OY |
| G5.04 | OY | OD | OD | OD | O | O | OD | Y |
| G5.05 | ÇY | ÇD | O | ÇY | OY | D | D | ÇY |
| G5.06 | OY | D | Y | ÇY | ÇY | O | OY | Y |
| G5.07 | O | ÇD | O | ÇY | OY | ÇD | OD | Y |
| G5.08 | Y | D | OD | ÇY | ÇY | ÇD | O | ÇY |
| G5.09 | Y | OD | D | ÇY | Y | O | OD | ÇY |
| G5.10 | ÇY | OD | O | ÇY | ÇY | ÇD | OD | Y |

**Tablo 5.34** Gemi iskeleleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G5.11 | OY | D | D | Y | Y | ÇD | OD | Y |
| G5.12 | OD | D | OY | OY | D | ÇD | O | Y |
| G5.13 | D | OD | OY | ÇY | D | D | O | Y |
| G5.14 | OY | D | OD | OY | O | O | OY | Y |
| G5.15 | OY | O | O | ÇY | Y | OD | OD | Y |
| G5.16 | Y | D | OY | ÇY | OY | D | OD | ÇY |
| G5.17 | ÇY | OD | D | ÇY | ÇY | D | OD | ÇY |
| G5.18 | OD | ÇD | O | Y | O | D | OD | ÇY |
| G5.19 | O | OD | D | Y | OD | ÇD | OD | OY |
| G5.20 | OY | D | D | ÇY | O | D | OD | ÇY |
| G5.21 | D | OD | OY | OY | OD | D | O | O |
| G5.22 | ÇD | O | D | ÇY | D | OD | ÇD | Y |
| G5.23 | OD | O | OD | ÇY | D | OD | O | ÇY |
| **Kontrol Noktaları** | **KV 3** | | | | **KV 4** | | | |
| **Kısa kod** | KS | O | F | Ş | KS | O | F | Ş |
| G5.01 | D | OY | O | Y | OD | Y | OY | Y |
| G5.02 | D | O | O | Y | OD | OY | OY | Y |
| G5.03 | O | D | O | Y | OY | OD | OY | Y |
| G5.04 | O | O | O | Y | OY | OY | OY | Y |
| G5.05 | O | D | O | Y | OY | D | OY | Y |
| G5.06 | O | D | O | Y | OY | OD | OY | Y |
| G5.07 | OY | O | O | Y | Y | OY | OY | Y |
| G5.08 | OY | O | O | Y | Y | OY | OY | Y |
| G5.09 | O | D | O | Y | OY | OD | OY | Y |
| G5.10 | O | OY | O | Y | OY | Y | OY | Y |
| G5.11 | O | OY | O | Y | OY | Y | OY | Y |
| G5.12 | O | O | O | Y | OY | OY | OY | Y |

**Tablo 5.34** Gemi iskeleleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G5.13 | O | D | O | Y | OY | OD | OY | Y |
| G5.14 | O | D | O | Y | OY | OD | OY | Y |
| G5.15 | O | O | O | Y | OY | OY | OY | Y |
| G5.16 | O | D | O | Y | OY | OD | OY | Y |
| G5.17 | OY | D | O | Y | Y | OD | OY | Y |
| G5.18 | D | D | O | Y | OD | OD | OY | Y |
| G5.19 | D | O | O | Y | OD | OY | OY | Y |
| G5.20 | D | D | O | Y | OD | OD | OY | Y |
| G5.21 | D | D | O | Y | OD | OD | OY | Y |
| G5.22 | O | OY | O | Y | OY | Y | OY | Y |
| G5.23 | O | OY | O | Y | OY | Y | OY | Y |

**Adım 2. Risklerin analiz edilmesi**

Bu aşamada bulanık CoCoSo adımları uygulanmıştır. Karar verici uzman ekibin dilsel değerlendirmelerine karşılık gelen matrislerin aritmetik ortalaması alınarak başlangıç (toplu) karar matrisi elde edilir (Tablo 5.35). Elde edilen bulanık toplu karar matrisi normalleştirilerek bulanık normalize karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 5.36).

**Tablo 5.35** Gemi iskeleleri için BCoCoSo toplu karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G5.01 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,400 | 0,600 | 0,775 |
| G5.02 | 0,050 | 0,200 | 0,400 | 0,275 | 0,450 | 0,650 |
| G5.03 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,050 | 0,200 | 0,400 |
| G5.04 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,300 | 0,500 | 0,700 |
| G5.05 | 0,500 | 0,675 | 0,825 | 0,000 | 0,075 | 0,250 |
| G5.06 | 0,700 | 0,850 | 0,950 | 0,100 | 0,250 | 0,450 |
| G5.07 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,200 | 0,300 | 0,450 |
| G5.08 | 0,700 | 0,875 | 0,975 | 0,200 | 0,325 | 0,500 |

**Tablo 5.35** Gemi iskeleleri için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G5.09 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,125 | 0,300 | 0,500 |
| G5.10 | 0,650 | 0,800 | 0,900 | 0,325 | 0,475 | 0,625 |
| G5.11 | 0,500 | 0,700 | 0,875 | 0,300 | 0,425 | 0,575 |
| G5.12 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,200 | 0,325 | 0,500 |
| G5.13 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,050 | 0,200 | 0,400 |
| G5.14 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,100 | 0,250 | 0,450 |
| G5.15 | 0,500 | 0,700 | 0,875 | 0,300 | 0,500 | 0,700 |
| G5.16 | 0,500 | 0,700 | 0,875 | 0,025 | 0,150 | 0,350 |
| G5.17 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,050 | 0,200 | 0,400 |
| G5.18 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,025 | 0,125 | 0,300 |
| G5.19 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,225 | 0,375 | 0,550 |
| G5.20 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,025 | 0,150 | 0,350 |
| G5.21 | 0,050 | 0,200 | 0,400 | 0,025 | 0,150 | 0,350 |
| G5.22 | 0,200 | 0,325 | 0,500 | 0,300 | 0,500 | 0,700 |
| G5.23 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,300 | 0,500 | 0,700 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| G5.01 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,550 | 0,725 | 0,850 |
| G5.02 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,650 | 0,825 | 0,925 |
| G5.03 | 0,300 | 0,500 | 0,700 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| G5.04 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,650 | 0,825 | 0,925 |
| G5.05 | 0,275 | 0,450 | 0,650 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G5.06 | 0,500 | 0,700 | 0,875 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| G5.07 | 0,300 | 0,500 | 0,700 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| G5.08 | 0,300 | 0,500 | 0,700 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G5.09 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| G5.10 | 0,300 | 0,500 | 0,700 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G5.11 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,700 | 0,900 | 1,000 |
| G5.12 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,650 | 0,850 | 0,975 |

**Tablo 5.35** Gemi iskeleleri için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G5.13 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| G5.14 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,650 | 0,850 | 0,975 |
| G5.15 | 0,300 | 0,500 | 0,700 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| G5.16 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G5.17 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G5.18 | 0,300 | 0,500 | 0,700 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| G5.19 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| G5.20 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| G5.21 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,650 | 0,850 | 0,975 |
| G5.22 | 0,200 | 0,325 | 0,500 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G5.23 | 0,300 | 0,500 | 0,700 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |

**Tablo 5.36** Gemi iskeleleri için BCoCoSo normalize karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G5.01 | 0,081 | 0,270 | 0,486 | 0,000 | 0,226 | 0,484 |
| G5.02 | 0,000 | 0,162 | 0,378 | 0,161 | 0,419 | 0,645 |
| G5.03 | 0,378 | 0,595 | 0,811 | 0,484 | 0,742 | 0,935 |
| G5.04 | 0,378 | 0,595 | 0,811 | 0,097 | 0,355 | 0,613 |
| G5.05 | 0,486 | 0,676 | 0,838 | 0,000 | 0,903 | 1,000 |
| G5.06 | 0,703 | 0,865 | 0,973 | 0,419 | 0,677 | 0,871 |
| G5.07 | 0,378 | 0,595 | 0,811 | 0,419 | 0,613 | 0,742 |
| G5.08 | 0,703 | 0,892 | 1,000 | 0,355 | 0,581 | 0,742 |
| G5.09 | 0,541 | 0,757 | 0,919 | 0,355 | 0,613 | 0,839 |
| G5.10 | 0,649 | 0,811 | 0,919 | 0,194 | 0,387 | 0,581 |
| G5.11 | 0,486 | 0,703 | 0,892 | 0,258 | 0,452 | 0,613 |
| G5.12 | 0,189 | 0,378 | 0,595 | 0,355 | 0,581 | 0,742 |
| G5.13 | 0,189 | 0,378 | 0,595 | 0,484 | 0,742 | 0,935 |
| G5.14 | 0,378 | 0,595 | 0,811 | 0,419 | 0,677 | 0,871 |

**Tablo 5.36** Gemi iskeleleri için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G5.15 | 0,486 | 0,703 | 0,892 | 0,097 | 0,355 | 0,613 |
| G5.16 | 0,486 | 0,703 | 0,892 | 0,548 | 0,806 | 0,968 |
| G5.17 | 0,757 | 0,919 | 1,000 | 0,484 | 0,742 | 0,935 |
| G5.18 | 0,081 | 0,270 | 0,486 | 0,613 | 0,839 | 0,968 |
| G5.19 | 0,081 | 0,270 | 0,486 | 0,290 | 0,516 | 0,710 |
| G5.20 | 0,189 | 0,378 | 0,595 | 0,548 | 0,806 | 0,968 |
| G5.21 | 0,000 | 0,162 | 0,378 | 0,548 | 0,806 | 0,968 |
| G5.22 | 0,162 | 0,297 | 0,486 | 0,097 | 0,355 | 0,613 |
| G5.23 | 0,189 | 0,378 | 0,595 | 0,097 | 0,355 | 0,613 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| G5.01 | 0,185 | 0,481 | 0,778 | 0,000 | 0,389 | 0,667 |
| G5.02 | 0,185 | 0,481 | 0,778 | 0,222 | 0,611 | 0,833 |
| G5.03 | 0,259 | 0,556 | 0,852 | 0,333 | 0,722 | 0,944 |
| G5.04 | 0,333 | 0,630 | 0,926 | 0,222 | 0,611 | 0,833 |
| G5.05 | 0,333 | 0,630 | 0,889 | 0,556 | 0,889 | 1,000 |
| G5.06 | 0,000 | 0,259 | 0,556 | 0,444 | 0,833 | 1,000 |
| G5.07 | 0,259 | 0,556 | 0,852 | 0,444 | 0,833 | 1,000 |
| G5.08 | 0,259 | 0,556 | 0,852 | 0,556 | 0,889 | 1,000 |
| G5.09 | 0,407 | 0,704 | 0,963 | 0,444 | 0,833 | 1,000 |
| G5.10 | 0,259 | 0,556 | 0,852 | 0,556 | 0,889 | 1,000 |
| G5.11 | 0,407 | 0,704 | 0,963 | 0,333 | 0,778 | 1,000 |
| G5.12 | 0,111 | 0,407 | 0,704 | 0,222 | 0,667 | 0,944 |
| G5.13 | 0,111 | 0,407 | 0,704 | 0,444 | 0,833 | 1,000 |
| G5.14 | 0,185 | 0,481 | 0,778 | 0,222 | 0,667 | 0,944 |
| G5.15 | 0,259 | 0,556 | 0,852 | 0,444 | 0,833 | 1,000 |
| G5.16 | 0,185 | 0,481 | 0,778 | 0,556 | 0,889 | 1,000 |
| G5.17 | 0,407 | 0,704 | 0,963 | 0,556 | 0,889 | 1,000 |
| G5.18 | 0,259 | 0,556 | 0,852 | 0,444 | 0,833 | 1,000 |

**Tablo 5.36** Gemi iskeleleri için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G5.19 | 0,407 | 0,704 | 0,963 | 0,111 | 0,556 | 0,889 |
| G5.20 | 0,407 | 0,704 | 0,963 | 0,667 | 0,944 | 1,000 |
| G5.21 | 0,111 | 0,407 | 0,704 | 0,222 | 0,667 | 0,944 |
| G5.22 | 0,556 | 0,815 | 1,000 | 0,556 | 0,889 | 1,000 |
| G5.23 | 0,259 | 0,556 | 0,852 | 0,556 | 0,889 | 1,000 |

Denklem (3.22) ve (3.23) kullanılarak, ağırlıklı karşılaştırma bulanık toplamının ($\tilde{S}_i$) güç ağırlığı ve her kontrol noktası için üstel ağırlıklı karşılaştırmalı dizileri ($\tilde{P}_i$) hesaplandı. Sonuçlar Tablo 5.37' de sunulmaktadır.

**Tablo 5.37** Gemi iskeleleri işleri için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı

| **Kısa kod** | $\tilde{S}_i$ | | | $\tilde{P}_i$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G5.01 | 0,138 | 0,712 | 0,675 | 1,117 | 2,284 | 3,119 |
| G5.02 | 0,252 | 0,900 | 0,736 | 1,878 | 2,524 | 3,209 |
| G5.03 | 0,695 | 1,361 | 0,993 | 3,000 | 3,219 | 3,760 |
| G5.04 | 0,509 | 1,129 | 0,890 | 2,670 | 2,915 | 3,580 |
| G5.05 | 0,653 | 1,618 | 1,044 | 2,406 | 3,516 | 3,848 |
| G5.06 | 0,762 | 1,363 | 0,951 | 2,486 | 3,158 | 3,670 |
| G5.07 | 0,707 | 1,361 | 0,951 | 3,027 | 3,212 | 3,682 |
| G5.08 | 0,903 | 1,507 | 1,004 | 3,183 | 3,380 | 3,794 |
| G5.09 | 0,842 | 1,506 | 1,041 | 3,162 | 3,394 | 3,856 |
| G5.10 | 0,798 | 1,371 | 0,934 | 3,044 | 3,198 | 3,654 |
| G5.11 | 0,724 | 1,364 | 0,967 | 3,013 | 3,216 | 3,716 |
| G5.12 | 0,412 | 1,075 | 0,834 | 2,574 | 2,828 | 3,435 |
| G5.13 | 0,557 | 1,260 | 0,905 | 2,780 | 3,044 | 3,555 |
| G5.14 | 0,585 | 1,257 | 0,953 | 2,828 | 3,089 | 3,687 |
| G5.15 | 0,619 | 1,273 | 0,936 | 2,812 | 3,080 | 3,658 |
| G5.16 | 0,834 | 1,505 | 1,019 | 3,133 | 3,376 | 3,805 |
| G5.17 | 1,067 | 1,677 | 1,092 | 3,365 | 3,589 | 3,951 |

**Tablo 5.37** Gemi iskeleleri işleri için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G5.18 | 0,629 | 1,338 | 0,926 | 2,851 | 3,118 | 3,574 |
| G5.19 | 0,425 | 1,076 | 0,852 | 2,524 | 2,814 | 3,456 |
| G5.20 | 0,819 | 1,509 | 0,988 | 3,141 | 3,353 | 3,712 |
| G5.21 | 0,395 | 1,099 | 0,839 | 2,047 | 2,767 | 3,381 |
| G5.22 | 0,625 | 1,260 | 0,864 | 2,809 | 3,006 | 3,462 |
| G5.23 | 0,493 | 1,166 | 0,853 | 2,672 | 2,913 | 3,466 |

**Adım 3. Risk değerlendirmesi**

Denklemler (3.24)- (3.26) kullanılarak, her kontrol noktası için üç bulanık değerlendirme puanı ($\tilde{f}_{ia}$, $\tilde{f}_{ib}$ , $\tilde{f}_{ic}$) elde edilmiştir. Değerlendirme puanları Tablo 5.38'de sunulmaktadır.

**Tablo 5.38** Gemi iskeleleri için BCoCoSo değerlendirme puanları

| **Kısa kod** | $\tilde{f}_{ia}$ | | | $\tilde{f}_{ib}$ | | | $\tilde{f}_{ic}$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G5.01 | 0,012 | 0,030 | 0,049 | 2,000 | 7,216 | 7,692 | 0,249 | 0,594 | 0,752 |
| G5.02 | 0,020 | 0,034 | 0,051 | 3,510 | 8,798 | 8,220 | 0,422 | 0,679 | 0,782 |
| G5.03 | 0,035 | 0,045 | 0,062 | 7,730 | 12,768 | 10,575 | 0,733 | 0,908 | 0,942 |
| G5.04 | 0,030 | 0,040 | 0,058 | 6,088 | 10,811 | 9,665 | 0,630 | 0,802 | 0,886 |
| G5.05 | 0,029 | 0,051 | 0,064 | 6,896 | 14,902 | 11,030 | 0,607 | 1,018 | 0,970 |
| G5.06 | 0,031 | 0,045 | 0,060 | 7,759 | 12,730 | 10,191 | 0,644 | 0,897 | 0,916 |
| G5.07 | 0,036 | 0,045 | 0,060 | 7,846 | 12,760 | 10,204 | 0,740 | 0,907 | 0,919 |
| G5.08 | 0,039 | 0,049 | 0,062 | 9,409 | 13,971 | 10,689 | 0,810 | 0,969 | 0,952 |
| G5.09 | 0,038 | 0,049 | 0,064 | 8,949 | 13,975 | 11,012 | 0,794 | 0,972 | 0,971 |
| G5.10 | 0,037 | 0,045 | 0,060 | 8,518 | 12,818 | 10,056 | 0,762 | 0,906 | 0,910 |
| G5.11 | 0,036 | 0,045 | 0,061 | 7,958 | 12,789 | 10,352 | 0,741 | 0,908 | 0,929 |
| G5.12 | 0,029 | 0,039 | 0,055 | 5,294 | 10,339 | 9,132 | 0,592 | 0,774 | 0,846 |
| G5.13 | 0,032 | 0,043 | 0,058 | 6,532 | 11,875 | 9,758 | 0,662 | 0,853 | 0,885 |
| G5.14 | 0,033 | 0,043 | 0,060 | 6,783 | 11,893 | 10,223 | 0,677 | 0,862 | 0,920 |

**Tablo 5.38** Gemi iskeleleri için BCoCoSo değerlendirme puanları (devamı)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G5.15 | 0,033 | 0,043 | 0,060 | 7,010 | 12,005 | 10,073 | 0,680 | 0,863 | 0,911 |
| G5.16 | 0,038 | 0,048 | 0,063 | 8,862 | 13,955 | 10,806 | 0,787 | 0,968 | 0,957 |
| G5.17 | 0,043 | 0,052 | 0,066 | 10,762 | 15,395 | 11,466 | 0,879 | 1,044 | 1,000 |
| G5.18 | 0,033 | 0,044 | 0,058 | 7,120 | 12,507 | 9,926 | 0,690 | 0,884 | 0,892 |
| G5.19 | 0,028 | 0,039 | 0,056 | 5,347 | 10,333 | 9,283 | 0,585 | 0,771 | 0,854 |
| G5.20 | 0,038 | 0,048 | 0,061 | 8,758 | 13,964 | 10,496 | 0,785 | 0,964 | 0,932 |
| G5.21 | 0,023 | 0,038 | 0,055 | 4,699 | 10,457 | 9,123 | 0,484 | 0,767 | 0,837 |
| G5.22 | 0,033 | 0,042 | 0,056 | 7,052 | 11,846 | 9,376 | 0,681 | 0,846 | 0,858 |
| G5.23 | 0,030 | 0,041 | 0,056 | 5,973 | 11,074 | 9,297 | 0,628 | 0,809 | 0,856 |

Bu üç bulanık değerlendirme puanları, Denklemler (3.27)- (3.29) kullanılarak net değerlendirme puanlarına ($f_{ia}$, $f_{ia}$, $f_{ia}$) dönüştürülmüştür (Tablo 5.39).

**Tablo 5.39** Gemi iskeleleri için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama

| **Kısa kod** | $\mathbf{f_{ia}}$ | $\mathbf{f_{ib}}$ | $\mathbf{f_{ic}}$ | $\mathbf{f_i}$ | **Sıralama** |
|---|---|---|---|---|---|
| G5.01 | 0,030 | 5,636 | 0,532 | 2,516 | 23 |
| G5.02 | 0,035 | 6,843 | 0,628 | 3,035 | 22 |
| G5.03 | 0,048 | 10,358 | 0,861 | 4,507 | 9 |
| G5.04 | 0,043 | 8,855 | 0,773 | 3,888 | 17 |
| G5.05 | 0,048 | 10,943 | 0,865 | 4,720 | 6 |
| G5.06 | 0,045 | 10,227 | 0,819 | 4,421 | 11 |
| G5.07 | 0,047 | 10,270 | 0,855 | 4,469 | 10 |
| G5.08 | 0,050 | 11,356 | 0,910 | 4,908 | 2 |
| G5.09 | 0,050 | 11,312 | 0,912 | 4,895 | 3 |
| G5.10 | 0,047 | 10,464 | 0,859 | 4,542 | 7 |
| G5.11 | 0,047 | 10,366 | 0,859 | 4,508 | 8 |
| G5.12 | 0,041 | 8,255 | 0,738 | 3,641 | 20 |

**Tablo 5.39** Gemi iskeleleri için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama (devamı)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| G5.13 | 0,044 | 9,388 | 0,800 | 4,103 | 16 |
| G5.14 | 0,045 | 9,633 | 0,820 | 4,210 | 14 |
| G5.15 | 0,045 | 9,696 | 0,818 | 4,231 | 13 |
| G5.16 | 0,050 | 11,208 | 0,904 | 4,849 | 4 |
| G5.17 | 0,053 | 12,541 | 0,974 | 5,391 | 1 |
| G5.18 | 0,045 | 9,851 | 0,822 | 4,289 | 12 |
| G5.19 | 0,041 | 8,321 | 0,737 | 3,664 | 19 |
| G5.20 | 0,049 | 11,073 | 0,894 | 4,791 | 5 |
| G5.21 | 0,039 | 8,093 | 0,696 | 3,545 | 21 |
| G5.22 | 0,044 | 9,425 | 0,795 | 4,111 | 15 |
| G5.23 | 0,042 | 8,781 | 0,764 | 3,853 | 18 |

**Adım 4. Faaliyetlerin kontrol edilmesi**

Bulanık CoCoSo sonuçlarına göre G5.17 "İskelelerde mevcut risk ve tehlikeleri gösteren işaret, levha bulunmaması" 5,391 puan ile en öncelikli sağlık ve güvenlik çalışmalarını gerektiren kontrol noktası olarak elde edilmiştir. Bu kontrol noktasındaki sağlık ve güvenlik uygulamalarındaki eksiklikler düşme, kayma ve takılma sonucu hafif yaralanma, uzuv kaybı, şok, felç ve ölüm ile sonuçlanabilecek mesleki riskleri meydana getirebilir. Gemi iskeleleri için önem sıralaması yapılan kontrol noktalarına yönelik mesleki riskler Tablo 5.40'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.40** Gemi iskeleleri işleri kontrol noktaları için mesleki riskler

| **Sıra** | **Kontrol noktası** | | **Risk kodu** |
|---|---|---|---|
| 1 | G5.17 | İskelelerde mevcut risk ve tehlikeleri gösteren işaret, levha bulunmaması | R18 |
| 2 | G5.08 | İskelelerin kurulum öncesi, kurulması sırasında ve sonrasında gerekli kontrol ve denetimlerinin yapılmaması | R18 |
| 3 | G5.09 | Delik, kırık, çatlamış olan iskele elemanlarının kullanılması | R18 |
| 4 | G5.16 | Kırık ve çatlak iskele elemanlarının kullanılması | R18 |
| 5 | G5.20 | İskele merdivenlerinin kırık ve deforme olması | R18 |

**Tablo 5.40** Gemi iskeleleri işleri kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 | G5.05 | Standartlara uygun iskele malzemesi satın alınmaması | R18 |
| 7 | G5.10 | İskele yatay elemanlarının çıkarılarak kullanılması | R18 |
| 8 | G5.03 | İskele kurulumu sırasında iskele elemanlarının kesilerek kullanılması | R18 |
| 9 | G5.11 | Izgaraların boru elemanlarına oturmaması ve tel ile bağlanarak kullanılması | R18 |
| 10 | G5.07 | Yumuşak zeminler, dengesiz yüzeylerde kurulan iskelelerde denge ve batma ayaklarının bulunmaması | R18 |
| 11 | G5.06 | Bakım ve kontrolleri yapılmamış olan iskele elemanlarının kullanılması | R18 |
| 12 | G5.18 | İskeleler üzerinde çalışırken aşağıya malzeme düşmesini engelleyecek etek saçlarının bulunmaması | R18 |
| 13 | G5.15 | İskele bağlantılarının tam olarak kaynatılmaması | R18 |
| 14 | G5.14 | İskele kurulumu devam ederken çalışmaya başlanması | R18 |
| 15 | G5.22 | Çalışanların iskele üzerinde uygunsuz davranışlarda bulunması | R18 |
| 16 | G5.13 | Izgara taşıma kapasitelerinin bilinmemesi | R18 |
| 17 | G5.04 | İskele montajı sırasında bağlantılar atılmadan iskele kurumuna devam edilmesi | R18 |
| 18 | G5.23 | İskelelerde çalışırken emniyet kemeri kullanılmaması | R18 |
| 19 | G5.19 | İskelelerde iniş ve çıkışlarda kullanılacak merdivenlerin bulunmaması | R18 |
| 20 | G5.12 | Izgaralar üzerine iki kişiden fazla çalışanın çıkması | R18 |
| 21 | G5.21 | İskele kurulumunda çalışan personelin tecrübesiz ve vasıfsız olması. | R9 |
| 22 | G5.02 | İskele elemanlarının taşınması ve transferi sırasında hasarlanması | R9 |
| 23 | G5.01 | İskele elemanlarının depolandığı veya yığıldığı alanlarda düzgün bir şekilde istif edilmemesi | R18 |

#### 5.2.1.6 Saç, Plaka ve Boru İşleri

Saç, plaka ve boru işleri için onüç adet kontrol noktası tanımlanmıştır. Tepit edilen kontrol noktalarına dair bilgiler aşağıda sıralanmıştır.

- G6.01: Ağırlığı belli olmayan saç plaka ve blokların transfer edilmesi.
- G6.02: Saç, plaka ve blokların mapasız olarak transfer edilmesi.

- G6.03: Saç, plaka ve bloklar üzerinde bulunan taşıma mapalarının tam olarak kaynatılmaması.
- G6.04: Esnek ve büyük saçların sıktırma kurtağızları ile transfer edilmesi.
- G6.05: Saçların çektirilerek ve sürüklenerek transfer edilmesi.
- G6.06: Büyük yüzeyli saçların tranferi sırasında saçların dönerek savrulması.
- G6.07: Dönen ve savrulan saç ve blokların el ile durdurulmaya çalışılması.
- G6.08: Saçplaka ve blokların çıkartılması, kaldırılması ve transferleri sırasında el ile tutularak transfer yapılması.
- G6.09: Saç plakaların depolandığı yerden kurt ağzı, magnet vb. donanımlar ile kastırarak saç çekilmesi.
- G6.10: Sivri ve keskin kenar ve köşesi bulunan saç parçalarının atölye ve çalışma bölgelerinde gelişi güzel bırakılması.
- G6.11: Saç plaka ve blokların ağırlıklarına uygun olmayan taşıma mapaları ile transfer yapılması.
- G6.12: Plaka ve bloklar transfer edilirken altında insan bulunması.
- G6.13: Saç plaka ve blokların uygun olmayan donanımlar ile transfer edilmesi.

Karar verici uzman ekip tarafından her bir kriter için kontrol noktalarına Tablo 5.41'de bulanık dilsel terimler atanmıştır.

**Tablo 5.41** Saç, plak ve boru işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi

| **Kontrol Noktaları** | **KV 1** | | | | **KV 2** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| G6.01 | OY | OY | O | Y | OY | OY | OY | OY |
| G6.02 | OY | Y | D | Y | OY | O | OD | ÇY |
| G6.03 | O | O | OD | Y | O | ÇY | O | ÇY |
| G6.04 | O | OY | OD | OD | O | Y | D | O |
| G6.05 | O | O | O | ÇY | OD | OY | O | OY |
| G6.06 | Y | O | O | ÇY | Y | OY | O | OY |
| G6.07 | O | OY | OY | Y | O | Y | Y | Y |

**Tablo 5.41** Saç, plak ve boru işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G6.08 | OY | Y | OY | Y | OY | Y | O | ÇY |
| G6.09 | O | O | O | OY | OY | OY | OY | OY |
| G6.10 | OY | O | Y | D | OY | D | Y | OD |
| G6.11 | OD | OY | OY | OY | Y | Y | O | ÇY |
| G6.12 | O | ÇY | OD | ÇY | OY | ÇY | D | ÇY |
| G6.13 | O | Y | OD | ÇY | OY | O | D | ÇY |
| **Kontrol Noktaları** | **KV 3** | | | | **KV 4** | | | |
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| G6.01 | OD | OY | O | OY | O | Y | OY | Y |
| G6.02 | O | O | ÇD | OY | OY | OY | D | Y |
| G6.03 | O | O | D | OY | OY | OY | OD | Y |
| G6.04 | O | O | D | OD | OY | OY | OD | O |
| G6.05 | D | O | D | OY | OD | OY | OD | Y |
| G6.06 | O | O | D | OY | OY | OY | OD | Y |
| G6.07 | D | O | O | O | OD | OY | OY | OY |
| G6.08 | D | O | OY | O | OD | OY | Y | OY |
| G6.09 | D | O | OD | OD | OD | OY | O | O |
| G6.10 | OD | OD | OY | OD | O | O | Y | O |
| G6.11 | O | OY | OD | Y | OY | Y | O | Y |
| G6.12 | O | OY | D | Y | OY | Y | OD | Y |
| G6.13 | O | OY | D | Y | OY | Y | OD | Y |

**Adım 2. Risklerin analiz edilmesi**

Bu aşamada bulanık CoCoSo adımları uygulanmıştır. Karar verici uzman ekibin dilsel değerlendirmelerine karşılık gelen matrislerin aritmetik ortalaması alınarak başlangıç (toplu) karar matrisi elde edilir (Tablo 5.42). Elde edilen bulanık toplu karar matrisi normalleştirilerek bulanık normalize karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 5.43).

**Tablo 5.42** Saç, plak ve boru işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G6.01 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,550 | 0,750 | 0,925 |
| G6.02 | 0,450 | 0,650 | 0,850 | 0,450 | 0,650 | 0,825 |
| G6.03 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,500 | 0,675 | 0,825 |
| G6.04 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| G6.05 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| G6.06 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| G6.07 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| G6.08 | 0,275 | 0,450 | 0,650 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| G6.09 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| G6.10 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,175 | 0,350 | 0,550 |
| G6.11 | 0,400 | 0,600 | 0,775 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| G6.12 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| G6.13 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| G6.01 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| G6.02 | 0,025 | 0,125 | 0,300 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| G6.03 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| G6.04 | 0,050 | 0,200 | 0,400 | 0,200 | 0,400 | 0,600 |
| G6.05 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,650 | 0,825 | 0,950 |
| G6.06 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,650 | 0,825 | 0,950 |
| G6.07 | 0,500 | 0,700 | 0,875 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| G6.08 | 0,500 | 0,700 | 0,875 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| G6.09 | 0,300 | 0,500 | 0,700 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| G6.10 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,200 | 0,400 | 0,600 |
| G6.11 | 0,300 | 0,500 | 0,700 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| G6.12 | 0,050 | 0,200 | 0,400 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G6.13 | 0,050 | 0,200 | 0,400 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |

**Tablo 5.43** Saç, plak ve boru işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G6.01 | 0,389 | 0,611 | 0,833 | 0,062 | 0,281 | 0,531 |
| G6.02 | 0,500 | 0,722 | 0,944 | 0,188 | 0,406 | 0,656 |
| G6.03 | 0,389 | 0,611 | 0,833 | 0,188 | 0,375 | 0,594 |
| G6.04 | 0,389 | 0,611 | 0,833 | 0,125 | 0,344 | 0,594 |
| G6.05 | 0,139 | 0,333 | 0,556 | 0,219 | 0,469 | 0,719 |
| G6.06 | 0,611 | 0,833 | 1,000 | 0,219 | 0,469 | 0,719 |
| G6.07 | 0,194 | 0,389 | 0,611 | 0,125 | 0,344 | 0,594 |
| G6.08 | 0,306 | 0,500 | 0,722 | 0,094 | 0,281 | 0,531 |
| G6.09 | 0,250 | 0,444 | 0,667 | 0,219 | 0,469 | 0,719 |
| G6.10 | 0,389 | 0,611 | 0,833 | 0,531 | 0,781 | 1,000 |
| G6.11 | 0,444 | 0,667 | 0,861 | 0,031 | 0,219 | 0,469 |
| G6.12 | 0,444 | 0,667 | 0,889 | 0,000 | 0,094 | 0,281 |
| G6.13 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,094 | 0,281 | 0,531 |
| **Kısa Kodları** | **F** | | | **Ş** | | |
| G6.01 | 0,114 | 0,343 | 0,571 | 0,500 | 0,750 | 0,938 |
| G6.02 | 0,686 | 0,886 | 1,000 | 0,625 | 0,844 | 0,969 |
| G6.03 | 0,457 | 0,686 | 0,886 | 0,625 | 0,844 | 0,969 |
| G6.04 | 0,571 | 0,800 | 0,971 | 0,000 | 0,250 | 0,500 |
| G6.05 | 0,400 | 0,629 | 0,829 | 0,563 | 0,781 | 0,938 |
| G6.06 | 0,400 | 0,629 | 0,829 | 0,563 | 0,781 | 0,938 |
| G6.07 | 0,029 | 0,229 | 0,457 | 0,438 | 0,688 | 0,875 |
| G6.08 | 0,029 | 0,229 | 0,457 | 0,500 | 0,719 | 0,875 |
| G6.09 | 0,229 | 0,457 | 0,686 | 0,188 | 0,438 | 0,688 |
| G6.10 | 0,000 | 0,171 | 0,400 | 0,000 | 0,250 | 0,500 |
| G6.11 | 0,229 | 0,457 | 0,686 | 0,625 | 0,844 | 0,969 |
| G6.12 | 0,571 | 0,800 | 0,971 | 0,750 | 0,938 | 1,000 |
| G6.13 | 0,571 | 0,800 | 0,971 | 0,750 | 0,938 | 1,000 |

Denklem (3.22) ve (3.23) kullanılarak, ağırlıklı karşılaştırma bulanık toplamının ($\tilde{S}_i$) güç ağırlığı ve her kontrol noktası için üstel ağırlıklı karşılaştırmalı dizileri ($\tilde{P}_i$) hesaplandı. Sonuçlar Tablo 5.44' de sunulmaktadır.

**Tablo 5.44** Saç, plak ve boru işleri için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı

| **Kısa kod** | $\tilde{S}_i$ | | | $\tilde{P}_i$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G6.01 | 0,497 | 1,038 | 0,800 | 2,587 | 2,748 | 3,381 |
| G6.02 | 0,949 | 1,480 | 0,997 | 3,218 | 3,336 | 3,779 |
| G6.03 | 0,773 | 1,315 | 0,915 | 3,065 | 3,136 | 3,617 |
| G6.04 | 0,561 | 0,998 | 0,814 | 2,167 | 2,707 | 3,440 |
| G6.05 | 0,594 | 1,177 | 0,850 | 2,847 | 2,947 | 3,462 |
| G6.06 | 0,861 | 1,395 | 0,974 | 3,143 | 3,251 | 3,744 |
| G6.07 | 0,350 | 0,879 | 0,707 | 2,347 | 2,510 | 3,171 |
| G6.08 | 0,422 | 0,913 | 0,720 | 2,417 | 2,551 | 3,206 |
| G6.09 | 0,428 | 0,932 | 0,773 | 2,619 | 2,658 | 3,349 |
| G6.10 | 0,466 | 0,911 | 0,772 | 1,599 | 2,532 | 3,304 |
| G6.11 | 0,618 | 1,143 | 0,830 | 2,703 | 2,868 | 3,440 |
| G6.11 | 0,618 | 1,143 | 0,830 | 2,703 | 2,868 | 3,440 |
| G6.12 | 0,822 | 1,307 | 0,872 | 2,577 | 2,985 | 3,476 |
| G6.13 | 0,614 | 1,115 | 0,696 | 2,281 | 2,372 | 2,731 |

**Adım 3. Risk değerlendirmesi**

Denklemler (3.24)- (3.26) kullanılarak, her kontrol noktası için üç bulanık değerlendirme puanı ($\tilde{f}_{ia}$, $\tilde{f}_{ib}$ , $\tilde{f}_{ic}$) elde edilmiştir. Değerlendirme puanları Tablo 5.45'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.45** Saç, plak ve boru işleri için BCoCoSo değerlendirme puanları

| **Kısa kod** | $\tilde{f}_{ia}$ | | | $\tilde{f}_{ib}$ | | | $\tilde{f}_{ic}$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G6.01 | 0,056 | 0,074 | 0,101 | 3,039 | 4,687 | 4,404 | 0,646 | 0,793 | 0,876 |
| G6.02 | 0,076 | 0,094 | 0,115 | 4,727 | 6,321 | 5,214 | 0,873 | 1,009 | 1,000 |

**Tablo 5.45** Saç, plak ve boru işleri için BCoCoSo değerlendirme puanları (devamı)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G6.03 | 0,070 | 0,087 | 0,109 | 4,128 | 5,724 | 4,880 | 0,804 | 0,932 | 0,949 |
| G6.04 | 0,050 | 0,072 | 0,102 | 2,960 | 4,547 | 4,479 | 0,571 | 0,776 | 0,891 |
| G6.05 | 0,063 | 0,081 | 0,104 | 3,479 | 5,210 | 4,595 | 0,721 | 0,864 | 0,903 |
| G6.06 | 0,073 | 0,091 | 0,114 | 4,427 | 6,022 | 5,128 | 0,838 | 0,973 | 0,988 |
| G6.07 | 0,049 | 0,066 | 0,093 | 2,468 | 4,083 | 4,007 | 0,565 | 0,710 | 0,812 |
| G6.08 | 0,052 | 0,068 | 0,095 | 2,718 | 4,208 | 4,065 | 0,595 | 0,725 | 0,822 |
| G6.09 | 0,056 | 0,070 | 0,099 | 2,862 | 4,328 | 4,307 | 0,638 | 0,752 | 0,863 |
| G6.10 | 0,038 | 0,067 | 0,098 | 2,334 | 4,188 | 4,274 | 0,432 | 0,721 | 0,853 |
| G6.11 | 0,061 | 0,078 | 0,103 | 3,459 | 5,064 | 4,526 | 0,695 | 0,840 | 0,894 |
| G6.12 | 0,062 | 0,084 | 0,105 | 3,962 | 5,605 | 4,668 | 0,712 | 0,899 | 0,911 |
| G6.13 | 0,053 | 0,068 | 0,083 | 3,184 | 4,672 | 3,699 | 0,606 | 0,730 | 0,718 |
| G6.05 | 0,063 | 0,081 | 0,104 | 3,479 | 5,210 | 4,595 | 0,721 | 0,864 | 0,903 |
| G6.06 | 0,073 | 0,091 | 0,114 | 4,427 | 6,022 | 5,128 | 0,838 | 0,973 | 0,988 |
| G6.07 | 0,049 | 0,066 | 0,093 | 2,468 | 4,083 | 4,007 | 0,565 | 0,710 | 0,812 |
| G6.08 | 0,052 | 0,068 | 0,095 | 2,718 | 4,208 | 4,065 | 0,595 | 0,725 | 0,822 |
| G6.09 | 0,056 | 0,070 | 0,099 | 2,862 | 4,328 | 4,307 | 0,638 | 0,752 | 0,863 |
| G6.10 | 0,038 | 0,067 | 0,098 | 2,334 | 4,188 | 4,274 | 0,432 | 0,721 | 0,853 |
| G6.11 | 0,061 | 0,078 | 0,103 | 3,459 | 5,064 | 4,526 | 0,695 | 0,840 | 0,894 |
| G6.12 | 0,062 | 0,084 | 0,105 | 3,962 | 5,605 | 4,668 | 0,712 | 0,899 | 0,911 |
| G6.13 | 0,053 | 0,068 | 0,083 | 3,184 | 4,672 | 3,699 | 0,606 | 0,730 | 0,718 |

Bu üç bulanık değerlendirme puanları, Denklemler (3.27)- (3.29) kullanılarak net değerlendirme puanlarına ($f_{ia}$, $f_{ia}$, $f_{ia}$) dönüştürülmüştür (Tablo 5.46).

**Tablo 5.46** Saç, plak ve boru işleri için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama

| Kısa kod | $f_{ia}$ | $f_{ib}$ | $f_{ic}$ | $f_i$ | Sıralama |
|---|---|---|---|---|---|
| G6.01 | 0,077 | 4,043 | 0,771 | 2,252 | 7 |

**Tablo 5.46** Saç, plak ve boru işleri için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama (devamı)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| G6.02 | 0,095 | 5,421 | 0,960 | 2,950 | 1 |
| G6.03 | 0,089 | 4,911 | 0,895 | 2,695 | 3 |
| G6.04 | 0,075 | 3,995 | 0,746 | 2,212 | 8 |
| G6.05 | 0,082 | 4,428 | 0,829 | 2,451 | 5 |
| G6.06 | 0,092 | 5,192 | 0,933 | 2,838 | 2 |
| G6.07 | 0,070 | 3,519 | 0,695 | 1,982 | 13 |
| G6.08 | 0,071 | 3,664 | 0,714 | 2,055 | 11 |
| G6.09 | 0,075 | 3,832 | 0,751 | 2,153 | 9 |
| G6.10 | 0,068 | 3,599 | 0,669 | 1,991 | 12 |
| G6.11 | 0,081 | 4,350 | 0,810 | 2,404 | 6 |
| G6.12 | 0,084 | 4,745 | 0,840 | 2,583 | 4 |
| G6.13 | 0,068 | 3,851 | 0,685 | 2,098 | 10 |

**Adım 4. Faaliyetlerin kontrol edilmesi**

Bulanık CoCoSo sonuçlarına göre G6.02 "Saç, plaka ve blokların mapasız olarak transfer edilmesi" 2,950 puan ile en öncelikli sağlık ve güvenlik çalışmalarını gerektiren kontrol noktası olarak elde edilmiştir. Bu kontrol noktasındaki sağlık ve güvenlik uygulamalarındaki eksiklikler malzeme düşmesi, çarpma ve ezilme sonucu hafif yaralanma, uzuv kaybı, iş günü kaybı, maddi hasar ve ölüm ile sonuçlanabilecek mesleki riskleri meydana getirebilir. Saç, plak ve boru işleri için önem sıralaması yapılan kontrol noktalarına yönelik mesleki riskler Tablo 5.47'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.47** Saç, plak ve boru işleri kontrol noktaları için mesleki riskler

| **Sıra** | **Kontrol noktası** | | **Risk kodu** |
|---|---|---|---|
| 1 | G6.02 | Saç, plaka ve blokların mapasız olarak transfer edilmesi | R17 |
| 2 | G6.06 | Büyük yüzeyli saçların tranferi sırasında saçların dönerek savrulması | R17 |
| 3 | G6.03 | Saç, plaka ve bloklar üzerinde bulunan taşıma mapalarının tam olarak kaynatılmaması | R17 |

**Tablo 5.47** Saç, plak ve boru işleri kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 | G6.12 | Plaka ve bloklar transfer edilirken altında insan bulunması | R17 |
| 5 | G6.05 | Saçların çektirilerek ve sürüklenerek transfer edilmesi | R17 |
| 6 | G6.11 | Saç plaka ve blokların ağırlıklarına uygun olmayan taşıma mapaları ile transfer yapılması | R17 |
| 7 | G6.01 | Ağırlığı belli olmayan saç plaka ve blokların transfer edilmesi | R17 |
| 8 | G6.04 | Esnek ve büyük saçların sıktırma kurtağızları ile transfer edilmesi | R17 |
| 9 | G6.09 | Saç plakaların depolandığı yerden kurt ağzı, magnet vb. donanımlar ile kastırarak saç çekilmesi | R17 |
| 10 | G6.13 | Saç plaka ve blokların uygun olmayan donanımlar ile transfer edilmesi | R17 |
| 11 | G6.08 | Saçplaka ve blokların çıkartılması, kaldırılması ve transferleri sırasında el ile tutularak transfer yapılması | R17 |
| 12 | G6.10 | Sivri ve keskin kenar ve köşesi bulunan saç parçalarının atölye ve çalışma bölgelerinde gelişi güzel bırakılması | R17 |
| 13 | G6.07 | Dönen ve savrulan saç ve blokların el ile durdurulmaya çalışılması | R17 |

#### 5.2.1.7 Double Bank

Double bank tehlike kaynağı için on adet kontrol noktası tespit edilmiştir. Tepit edilen kontrol noktalarına dair bilgiler aşağıda sıralanmıştır.

- G7.01: Gemilere yeterli sayıda geçiş verilmemesi.
- G7.02: Gemilere uygun geçiş verilmemesi.
- G7.03: Balast değişimleri veya hava şartlarından dolayı geçişlerin düşmesi, kullanılamaz duruma gelmesi.
- G7.04: Olumsuz hava koşullarında gemi halatlarının kopması.
- G7.05: Gemiye yeterli vinç ulaşımı sağlanamaması.
- G7.06: Gemiye vinç ile yaralı sedyesi verilememesi, yaralı transferi yapılamaması
- G7.07: Gemiye yeterli sayıda ve yeterli basınçta yangın devresi beslemesi verilememesi.
- G7.08: Yangın halinde itfaiye ulaşımı sağlanamaması veya müdahale ekipmanlarının gemiye transfer edilememesi.

- G7.09: Acil durum halinde iki gemi arasındaki geçişin ortadan kalkması veya engellenmesi.
- G7.10: Double bank halindeki gemilerin bulunduğu rıhtımın acil durum müdahale araçlarına kapalı hale getirilmesi.

Karar verici uzman ekip tarafından her bir kriter için kontrol noktalarına Tablo 5.48'de bulanık dilsel terimler atanmıştır.

**Tablo 5.48** Double bank işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi

| **Kontrol Noktaları** | **KV 1** | | | | **KV 2** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| G7.01 | Y | OY | OY | Y | Y | Y | D | ÇY |
| G7.02 | Y | ÇY | OY | Y | Y | Y | OD | OY |
| G7.03 | Y | OD | Y | Y | Y | D | Y | OY |
| G7.04 | Y | O | Y | Y | Y | O | OD | Y |
| G7.05 | Y | OY | Y | OY | Y | OY | OY | OY |
| G7.06 | Y | O | OD | ÇY | Y | OY | D | ÇY |
| G7.07 | Y | OY | O | Y | Y | Y | D | ÇY |
| G7.08 | Y | OY | O | Y | Y | OY | D | Y |
| G7.09 | Y | OY | O | Y | Y | Y | OD | Y |
| G7.10 | Y | ÇY | OD | ÇY | Y | Y | OD | ÇY |
| **Kontrol Noktaları** | **KV 3** | | | | **KV 4** | | | |
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| G7.01 | Y | Y | D | OY | Y | Y | OD | Y |
| G7.02 | Y | O | D | OY | Y | OY | OD | Y |
| G7.03 | Y | OD | D | OY | Y | O | OD | Y |
| G7.04 | Y | OY | O | O | Y | O | OY | OY |
| G7.05 | Y | O | O | O | Y | OY | OY | OY |
| G7.06 | Y | OY | D | Y | Y | Y | OD | ÇY |
| G7.07 | Y | Y | D | Y | Y | Y | OD | ÇY |

**Tablo 5.48** Double bank işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G7.08 | Y | Y | D | Y | Y | Y | OD | ÇY |
| G7.09 | Y | OY | D | Y | Y | Y | OD | ÇY |
| G7.10 | Y | Y | D | ÇY | Y | Y | OD | ÇY |

**Adım 2. Risklerin analiz edilmesi**

Bu aşamada bulanık CoCoSo adımları uygulanmıştır. Karar verici uzman ekibin dilsel değerlendirmelerine karşılık gelen matrislerin aritmetik ortalaması alınarak başlangıç (toplu) karar matrisi elde edilir (Tablo 5.49). Elde edilen bulanık toplu karar matrisi normalleştirilerek bulanık normalize karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 5.50).

**Tablo 5.49** Double bank işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G7.01 | 0,700 | 0,900 | 1,000 | 0,650 | 0,850 | 0,975 |
| G7.02 | 0,700 | 0,900 | 1,000 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| G7.03 | 0,700 | 0,900 | 1,000 | 0,125 | 0,300 | 0,500 |
| G7.04 | 0,700 | 0,900 | 1,000 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| G7.05 | 0,700 | 0,900 | 1,000 | 0,450 | 0,650 | 0,850 |
| G7.06 | 0,700 | 0,900 | 1,000 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| G7.07 | 0,700 | 0,900 | 1,000 | 0,650 | 0,850 | 0,975 |
| G7.08 | 0,700 | 0,900 | 1,000 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| G7.09 | 0,700 | 0,900 | 1,000 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| G7.10 | 0,700 | 0,900 | 1,000 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| G7.01 | 0,150 | 0,300 | 0,500 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| G7.02 | 0,150 | 0,300 | 0,500 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| G7.03 | 0,375 | 0,550 | 0,700 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| G7.04 | 0,400 | 0,600 | 0,775 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| G7.05 | 0,500 | 0,700 | 0,875 | 0,450 | 0,650 | 0,850 |

**Tablo 5.49** Double bank işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G7.06 | 0,050 | 0,200 | 0,400 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| G7.07 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G7.08 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| G7.09 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| G7.10 | 0,075 | 0,250 | 0,450 | 0,900 | 1,000 | 1,000 |

**Tablo 5.50** Double bank işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G7.01 | 0,000 | 0,667 | 1,000 | 0,029 | 0,171 | 0,400 |
| G7.02 | 0,000 | 0,667 | 1,000 | 0,114 | 0,257 | 0,457 |
| G7.03 | 0,000 | 0,667 | 1,000 | 0,571 | 0,800 | 1,000 |
| G7.04 | 0,000 | 0,667 | 1,000 | 0,286 | 0,514 | 0,743 |
| G7.05 | 0,000 | 0,667 | 1,000 | 0,171 | 0,400 | 0,629 |
| G7.06 | 0,000 | 0,667 | 1,000 | 0,143 | 0,343 | 0,571 |
| G7.07 | 0,000 | 0,667 | 1,000 | 0,029 | 0,171 | 0,400 |
| G7.08 | 0,000 | 0,667 | 1,000 | 0,057 | 0,229 | 0,457 |
| G7.09 | 0,000 | 0,667 | 1,000 | 0,057 | 0,229 | 0,457 |
| G7.10 | 0,000 | 0,667 | 1,000 | 0,000 | 0,086 | 0,286 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| G7.01 | 0,455 | 0,697 | 0,879 | 0,455 | 0,773 | 0,955 |
| G7.02 | 0,455 | 0,697 | 0,879 | 0,273 | 0,636 | 0,909 |
| G7.03 | 0,212 | 0,394 | 0,606 | 0,273 | 0,636 | 0,909 |
| G7.04 | 0,121 | 0,333 | 0,576 | 0,182 | 0,545 | 0,818 |
| G7.05 | 0,000 | 0,212 | 0,455 | 0,000 | 0,364 | 0,727 |
| G7.06 | 0,576 | 0,818 | 1,000 | 0,727 | 0,955 | 1,000 |
| G7.07 | 0,515 | 0,758 | 0,939 | 0,636 | 0,909 | 1,000 |
| G7.08 | 0,515 | 0,758 | 0,939 | 0,545 | 0,864 | 1,000 |
| G7.09 | 0,455 | 0,697 | 0,909 | 0,545 | 0,864 | 1,000 |

**Tablo 5.50** Double bank işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G7.10 | 0,515 | 0,758 | 0,970 | 0,818 | 1,000 | 1,000 |

Denklem (3.22) ve (3.23) kullanılarak, ağırlıklı karşılaştırma bulanık toplamının ($\tilde{S}_i$) güç ağırlığı ve her kontrol noktası için üstel ağırlıklı karşılaştırmalı dizileri ($\tilde{P}_i$) hesaplandı. Sonuçlar Tablo 5.51' de sunulmaktadır.

**Tablo 5.51** Double bank işleri için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı

| **Kısa kod** | **$\tilde{S}_i$** | | | **$\tilde{P}_i$** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G7.01 | 0,413 | 1,196 | 0,900 | 1,965 | 2,927 | 3,574 |
| G7.02 | 0,383 | 1,158 | 0,904 | 2,038 | 2,926 | 3,598 |
| G7.03 | 0,475 | 1,290 | 0,986 | 2,202 | 3,116 | 3,744 |
| G7.04 | 0,262 | 1,055 | 0,878 | 1,880 | 2,815 | 3,558 |
| G7.05 | 0,080 | 0,825 | 0,786 | 0,598 | 2,460 | 3,368 |
| G7.06 | 0,630 | 1,456 | 0,996 | 2,341 | 3,287 | 3,771 |
| G7.07 | 0,512 | 1,309 | 0,929 | 2,070 | 3,051 | 3,623 |
| G7.08 | 0,491 | 1,311 | 0,945 | 2,114 | 3,086 | 3,665 |
| G7.09 | 0,461 | 1,281 | 0,937 | 2,085 | 3,051 | 3,649 |
| G7.10 | 0,569 | 1,319 | 0,904 | 1,778 | 2,986 | 3,544 |

**Adım 3. Risk değerlendirmesi**

Denklemler (3.24)- (3.26) kullanılarak, her kontrol noktası için üç bulanık değerlendirme puanı ($\tilde{f}_{ia}$, $\tilde{f}_{ib}$ , $\tilde{f}_{ic}$) elde edilmiştir. Değerlendirme puanları Tablo 5.52'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.52** Double bank işleri için BCoCoSo değerlendirme puanları

| **Kısa kod** | **$\tilde{f}_{ia}$** | | | **$\tilde{f}_{ib}$** | | | **$\tilde{f}_{ic}$** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G7.01 | 0,053 | 0,098 | 0,192 | 8,478 | 19,935 | 17,290 | 0,499 | 0,865 | 0,938 |
| G7.02 | 0,053 | 0,097 | 0,193 | 8,225 | 19,461 | 17,386 | 0,508 | 0,857 | 0,944 |
| G7.03 | 0,059 | 0,105 | 0,203 | 9,654 | 21,429 | 18,661 | 0,562 | 0,924 | 0,992 |

**Tablo 5.52** Double bank işleri için BCoCoSo değerlendirme puanları (devamı)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G7.04 | 0,047 | 0,092 | 0,190 | 6,444 | 17,977 | 16,992 | 0,449 | 0,812 | 0,930 |
| G7.05 | 0,015 | 0,078 | 0,178 | 2,000 | 14,488 | 15,520 | 0,142 | 0,689 | 0,871 |
| G7.06 | 0,066 | 0,113 | 0,204 | 11,843 | 23,808 | 18,831 | 0,623 | 0,995 | 1,000 |
| G7.07 | 0,057 | 0,104 | 0,195 | 9,907 | 21,560 | 17,740 | 0,542 | 0,914 | 0,955 |
| G7.08 | 0,058 | 0,105 | 0,197 | 9,709 | 21,650 | 18,020 | 0,546 | 0,922 | 0,967 |
| G7.09 | 0,056 | 0,103 | 0,196 | 9,283 | 21,208 | 17,886 | 0,534 | 0,909 | 0,962 |
| G7.10 | 0,052 | 0,103 | 0,191 | 10,127 | 21,579 | 17,295 | 0,492 | 0,903 | 0,933 |

Bu üç bulanık değerlendirme puanları, Denklemler (3.27)- (3.29) kullanılarak net değerlendirme puanlarına ($f_{ia}$, $f_{ia}$, $f_{ia}$) dönüştürülmüştür (Tablo 5.53).

**Tablo 5.53** Double bank işleri için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama

| **Kısa kod** | $\mathbf{f_{ia}}$ | $\mathbf{f_{ib}}$ | $\mathbf{f_{ic}}$ | $\mathbf{f_i}$ | **Sıralama** |
|---|---|---|---|---|---|
| G7.01 | 0,114 | 15,235 | 0,767 | 6,473 | 7 |
| G7.02 | 0,115 | 15,024 | 0,770 | 6,401 | 8 |
| G7.03 | 0,122 | 16,582 | 0,826 | 7,031 | 2 |
| G7.04 | 0,110 | 13,804 | 0,731 | 5,916 | 9 |
| G7.05 | 0,090 | 10,669 | 0,567 | 4,594 | 10 |
| G7.06 | 0,128 | 18,161 | 0,873 | 7,652 | 1 |
| G7.07 | 0,119 | 16,403 | 0,804 | 6,936 | 4 |
| G7.08 | 0,120 | 16,460 | 0,812 | 6,968 | 3 |
| G7.09 | 0,119 | 16,126 | 0,802 | 6,835 | 6 |
| G7.10 | 0,115 | 16,334 | 0,776 | 6,876 | 5 |

**Adım 4. Faaliyetlerin kontrol edilmesi**

Bulanık CoCoSo sonuçlarına göre G7.06 "Gemiye vinç ile yaralı sedyesi verilememesi, yaralı transferi yapılamaması" 7,652 puan ile en öncelikli sağlık ve güvenlik çalışmalarını gerektiren kontrol noktası olarak elde edilmiştir. Bu kontrol noktasındaki sağlık ve güvenlik uygulamalarındaki eksiklikler Acil durumlara

müdahale edilmemesi veya geç müdahale edilmesi sonucu yaralanma maddi hasar, toplu ölüm ile sonuçlanabilecek mesleki riskleri meydana getirebilir. Double bank işleri için önem sıralaması yapılan kontrol noktalarına yönelik mesleki riskler Tablo 5.54'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.54** Double bank işleri kontrol noktaları için mesleki riskler

| Sıra | Kontrol noktası | | Risk kodu |
|---|---|---|---|
| 1 | G7.06 | Gemiye vinç ile yaralı sedyesi verilememesi, yaralı transferi yapılamaması | R19 |
| 2 | G7.03 | Balast değişimleri veya hava şartlarından dolayı geçişlerin düşmesi, kullanılamaz duruma gelmesi | R19 |
| 3 | G7.08 | Yangın halinde itfaiye ulaşımı sağlanamaması veya müdahale ekipmanlarının gemiye transfer edilememesi | R19 |
| 4 | G7.07 | Gemiye yeterli sayıda ve yeterli basınçta yangın devresi beslemesi verilememesi | R19 |
| 5 | G7.10 | Double bank halindeki gemilerin bulunduğu rıhtımın acil durum müdahale araçlarına kapalı hale getirilmesi | R19 |
| 6 | G7.09 | Acil durum halinde iki gemi arasındaki geçişin ortadan kalkması veya engellenmesi | R19 |
| 7 | G7.01 | Gemilere yeterli sayıda geçiş verilmemesi | R19 |
| 8 | G7.02 | Gemilere uygun geçiş verilmemesi | R19 |
| 9 | G7.04 | Olumsuz hava koşullarında gemi halatlarının kopması | R19 |
| 10 | G7.05 | Gemiye yeterli vinç ulaşımı sağlanamaması | R19 |

#### 5.2.1.8 Gaz Ölçümleri

Gaz ölçümleri tehlike kaynağı için yirmiüç adet kontrol noktası tespit edilmiştir. Tepit edilen kontrol noktalarına dair bilgiler aşağıda sıralanmıştır.

- G8.01: Kapalı alanlarda yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı gaz varlığının hatalı ölçümlenmesi
- G8.02: Kapalı alanlarda yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı gaz varlığının kontrol edilmemesi.

- G8.03: Yanıcı parlayıcı patlayıcı madde varlığı olan kapalı alanın görünür şekilde etiketlenip tanımlanmaması nedeni ile yakınında ya da kapalı alan yüzeyinde sıcak çalışma yapılması.
- G8.04: Kapalı alanlarda çalışma yapacak ya da yaptıracak personelin yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı maddeler hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması.
- G8.05: Yanıcı parlayıcı patlayıcı madde varlığı olan alanın uygun şekilde havalandırılmaması.
- G8.06: Yanıcı parlayıcı patlayıcı gaz birikimine neden olacak şalome gibi ekipmanların kontrolsüz bir şekilde kapalı mahallerde bırakılması.
- G8.07: Yanıcı, parlayıcı, patlayıcı madde ihtiva eden/edebilecek olan kapalı alanlara boru devrelerinden sızıntı olması.
- G8.08: Soğuk çalışma müsaadesi verilen kapalı alanda kıvılcım çıkaran ekipman kullanılması.
- G8.09: Zehirli veya boğucu gaz bulunan ya da bulunma ihtimali olan kapalı mahalle girilmesi.
- G8.10: Zehirli veya boğucu gaz bulunan ya da bulunma ihtimali olan kapalı mahallin girişlerinin uygun yöntemle kapatılmaması, uyarıcı tabela vs bulunmaması.
- G8.11: Zehirli veya boğucu gaz bulunan ya da bulunma ihtimali olan kapalı mahallin uygun şekilde havalandırılmaması.
- G8.12: Yakıt çamuru bulunan tankın ısı ile karşılaşması sonucu hidrojen sülfür gazı oluşturması.
- G8.13: Zehirli veya boğucu gaz bulunan ya da bulunma ihtimali olan kapalı mahalde uygun solunum koruyucular kullanılmadan çalışma yapılması.
- G8.14: Zehirlenme ya da boğulma vakalarında hızlı kurtarma yapılmaması.
- G8.15: Zehirlenme ya da boğulma vakalarında hızlı ilkyardım yapılmaması.
- G8.16: Gemi IG (inertgas) devrelerinin giriş öncesi körlenmemiş olması.
- G8.17: Güverte üstü menhollerin açık olması ya da akses alınmış olması.
- G8.18: Tank içi boşlukların bulunması.

- G8.19: Ölçümlerin yüzeysel alınması ya da alınmadan raporlanması.
- G8.20: Gemilerden ölçümlerin zamanında alınamaması nedeniyle gaz oluşumlarının tespit edilememesi.
- G8.21: Gaz ölçüm faaliyetleri hususunda bilgisi olmayan personellerce ölçüm alınması nedeniyle kazaya sebebiyet verecek unsurların tespit edilememesi.
- G8.22: Gemilerde gaz ölçümlerinin zamanında alınamaması nedeniyle gaz oluşumlarının tespit edilememesi.
- G8.23: Gaz ölçüm faaliyetlerinin bilgisiz personel tarafından gerçekleştirilmesine müsaade edilmesi.

Karar verici uzman ekip tarafından her bir kriter için kontrol noktalarına Tablo 5.55'te bulanık dilsel terimler atanmıştır.

**Tablo 5.55** Gaz ölçümleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi

| **Kontrol Noktaları** | **KV 1** | | | | **KV 2** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| G8.01 | Y | O | OD | Y | Y | Y | O | Y |
| G8.02 | ÇY | Y | D | Y | Y | Y | OD | Y |
| G8.03 | Y | OY | D | Y | OY | Y | D | Y |
| G8.04 | Y | Y | O | Y | OY | Y | O | Y |
| G8.05 | ÇY | ÇY | OY | Y | Y | Y | O | Y |
| G8.06 | Y | ÇY | D | .Y | Y | Y | OD | ÇY |
| G8.07 | Y | OY | OD | Y | Y | Y | D | ÇY |
| G8.08 | ÇY | ÇY | D | ÇY | Y | Y | OD | ÇY |
| G8.09 | Y | O | ÇD | Y | Y | OY | D | ÇY |
| G8.10 | Y | O | ÇD | ÇY | Y | OY | D | ÇY |
| G8.11 | Y | O | D | ÇY | Y | OY | OD | ÇY |
| G8.12 | OY | ÇY | OY | ÇY | OY | Y | O | ÇY |
| G8.13 | OY | OY | D | ÇY | Y | OY | OD | Y |

**Tablo 5.55** Gaz ölçümleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G8.14 | Y | ÇY | D | ÇY | Y | Y | OD | ÇY |
| G8.15 | ÇY | OY | D | Y | O | Y | OD | Y |
| G8.16 | Y | ÇY | D | Y | OY | Y | OD | Y |
| G8.17 | Y | Y | OD | Y | Y | Y | D | Y |
| G8.18 | OY | OY | O | Y | Y | Y | OD | ÇY |
| G8.19 | ÇY | OY | O | Y | Y | Y | OD | Y |
| G8.20 | Y | OY | O | ÇY | Y | Y | OD | ÇY |
| G8.21 | OY | OY | OD | Y | Y | Y | D | ÇY |
| G8.22 | OY | OY | O | ÇY | OY | Y | D | ÇY |
| G8.23 | OY | OY | O | Y | OY | Y | D | ÇY |
| **Kontrol Noktaları** | **KV 3** | | | | **KV 4** | | | |
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| G8.01 | Y | Y | O | ÇY | OY | ÇY | OY | ÇY |
| G8.02 | Y | OY | OD | ÇY | OY | OY | O | ÇY |
| G8.03 | Y | Y | OD | ÇY | OY | OY | O | ÇY |
| G8.04 | Y | OY | Y | ÇY | OY | ÇY | OY | ÇY |
| G8.05 | Y | OY | OD | ÇY | OY | OY | D | ÇY |
| G8.06 | Y | Y | O | Y | OY | OY | O | OY |
| G8.07 | Y | Y | O | .ÇY | OY | ÇY | O | ÇY |
| G8.08 | Y | OY | OY | Y | OY | OY | OY | Y |
| G8.09 | ÇY | OY | OY | ÇY | ÇY | Y | OY | ÇY |
| G8.10 | ÇY | Y | O | ÇY | ÇY | ÇY | OD | ÇY |
| G8.11 | ÇY | ÇY | OD | ÇY | ÇY | Y | ÇD | Y |
| G8.12 | Y | Y | OD | Y | Y | OY | OD | Y |
| G8.13 | Y | Y | OD | Y | Y | ÇY | O | ÇY |
| G8.14 | Y | OY | O | ÇY | OY | OY | O | ÇY |
| G8.15 | Y | Y | O | ÇY | Y | ÇY | O | ÇY |

**Tablo 5.55** Gaz ölçümleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G8.16 | Y | OY | OD | ÇY | Y | OY | O | ÇY |
| G8.17 | OY | OY | OY | ÇY | O | OY | OY | ÇY |
| G8.18 | Y | OY | D | ÇY | ÇY | ÇY | D | ÇY |
| G8.19 | Y | OY | D | ÇY | OY | ÇY | D | ÇY |
| G8.20 | Y | ÇY | D | ÇY | OY | ÇY | D | ÇY |
| G8.21 | Y | Y | OD | ÇY | OY | ÇY | O | ÇY |
| G8.22 | Y | ÇY | OD | ÇY | Y | ÇY | O | ÇY |
| G8.23 | Y | ÇY | OD | ÇY | Y | ÇY | O | ÇY |

**Adım 2. Risklerin analiz edilmesi**

Bu aşamada bulanık CoCoSo adımları uygulanmıştır. Karar verici uzman ekibin dilsel değerlendirmelerine karşılık gelen matrislerin aritmetik ortalaması alınarak başlangıç (toplu) karar matrisi elde edilir (Tablo 5.56). Elde edilen bulanık toplu karar matrisi normalleştirilerek bulanık normalize karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 5.57).

**Tablo 5.56** Gaz ölçümleri için BCoCoSo toplu karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G8.01 | 0,650 | 0,850 | 0,975 | 0,650 | 0,825 | 0,925 |
| G8.02 | 0,700 | 0,875 | 0,975 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| G8.03 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| G8.04 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| G8.05 | 0,700 | 0,875 | 0,975 | 0,650 | 0,825 | 0,950 |
| G8.06 | 0,650 | 0,850 | 0,975 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| G8.07 | 0,650 | 0,850 | 0,975 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| G8.08 | 0,700 | 0,875 | 0,975 | 0,650 | 0,825 | 0,950 |
| G8.09 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| G8.10 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| G8.11 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |

**Tablo 5.56** Gaz ölçümleri için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G8.12 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| G8.13 | 0,650 | 0,850 | 0,975 | 0,650 | 0,825 | 0,950 |
| G8.14 | 0,650 | 0,850 | 0,975 | 0,650 | 0,825 | 0,950 |
| G8.15 | 0,650 | 0,825 | 0,925 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| G8.16 | 0,650 | 0,850 | 0,975 | 0,650 | 0,825 | 0,950 |
| G8.17 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| G8.18 | 0,700 | 0,875 | 0,975 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| G8.19 | 0,700 | 0,875 | 0,975 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| G8.20 | 0,650 | 0,850 | 0,975 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| G8.21 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| G8.22 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| G8.23 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| G8.01 | 0,300 | 0,500 | 0,700 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G8.02 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G8.03 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G8.04 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G8.05 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G8.06 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| G8.07 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| G8.08 | 0,275 | 0,450 | 0,650 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G8.09 | 0,250 | 0,375 | 0,550 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| G8.10 | 0,100 | 0,225 | 0,400 | 0,900 | 1,000 | 1,000 |
| G8.11 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| G8.12 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G8.13 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G8.14 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,900 | 1,000 | 1,000 |
| G8.15 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |

**Tablo 5.56** Gaz ölçümleri için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G8.16 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G8.17 | 0,275 | 0,450 | 0,650 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G8.18 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| G8.19 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G8.20 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,900 | 1,000 | 1,000 |
| G8.21 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| G8.22 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,900 | 1,000 | 1,000 |
| G8.23 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |

**Tablo 5.57** Gaz ölçümleri için BCoCoSo normalize karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G8.01 | 0,222 | 0,667 | 0,944 | 0,105 | 0,316 | 0,684 |
| G8.02 | 0,333 | 0,722 | 0,944 | 0,053 | 0,368 | 0,789 |
| G8.03 | 0,111 | 0,556 | 0,889 | 0,053 | 0,368 | 0,789 |
| G8.04 | 0,111 | 0,556 | 0,889 | 0,000 | 0,211 | 0,579 |
| G8.05 | 0,333 | 0,722 | 0,944 | 0,053 | 0,316 | 0,684 |
| G8.06 | 0,222 | 0,667 | 0,944 | 0,000 | 0,211 | 0,579 |
| G8.07 | 0,222 | 0,667 | 0,944 | 0,000 | 0,211 | 0,579 |
| G8.08 | 0,333 | 0,722 | 0,944 | 0,053 | 0,316 | 0,684 |
| G8.09 | 0,556 | 0,889 | 1,000 | 0,211 | 0,579 | 1,000 |
| G8.10 | 0,556 | 0,889 | 1,000 | 0,158 | 0,421 | 0,789 |
| G8.11 | 0,556 | 0,889 | 1,000 | 0,158 | 0,421 | 0,789 |
| G8.12 | 0,111 | 0,556 | 0,889 | 0,000 | 0,211 | 0,579 |
| G8.13 | 0,222 | 0,667 | 0,944 | 0,053 | 0,316 | 0,684 |
| G8.14 | 0,222 | 0,667 | 0,944 | 0,053 | 0,316 | 0,684 |
| G8.15 | 0,222 | 0,611 | 0,833 | 0,000 | 0,211 | 0,579 |
| G8.16 | 0,222 | 0,667 | 0,944 | 0,053 | 0,316 | 0,684 |
| G8.17 | 0,000 | 0,444 | 0,778 | 0,053 | 0,368 | 0,789 |

**Tablo 5.57** Gaz ölçümleri için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G8.18 | 0,333 | 0,722 | 0,944 | 0,000 | 0,158 | 0,474 |
| G8.19 | 0,333 | 0,722 | 0,944 | 0,000 | 0,158 | 0,474 |
| G8.20 | 0,222 | 0,667 | 0,944 | 0,000 | 0,158 | 0,474 |
| G8.21 | 0,111 | 0,556 | 0,889 | 0,000 | 0,211 | 0,579 |
| G8.22 | 0,111 | 0,556 | 0,889 | 0,000 | 0,158 | 0,474 |
| G8.23 | 0,000 | 0,444 | 0,778 | 0,000 | 0,158 | 0,474 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| G8.01 | 0,161 | 0,419 | 0,677 | 0,200 | 0,800 | 1,000 |
| G8.02 | 0,419 | 0,677 | 0,903 | 0,200 | 0,800 | 1,000 |
| G8.03 | 0,484 | 0,742 | 0,935 | 0,200 | 0,800 | 1,000 |
| G8.04 | 0,000 | 0,226 | 0,484 | 0,200 | 0,800 | 1,000 |
| G8.05 | 0,290 | 0,548 | 0,774 | 0,200 | 0,800 | 1,000 |
| G8.06 | 0,355 | 0,613 | 0,839 | 0,000 | 0,600 | 0,900 |
| G8.07 | 0,355 | 0,613 | 0,839 | 0,400 | 0,900 | 1,000 |
| G8.08 | 0,226 | 0,484 | 0,710 | 0,200 | 0,800 | 1,000 |
| G8.09 | 0,355 | 0,581 | 0,742 | 0,400 | 0,900 | 1,000 |
| G8.10 | 0,548 | 0,774 | 0,935 | 0,600 | 1,000 | 1,000 |
| G8.11 | 0,613 | 0,839 | 1,000 | 0,400 | 0,900 | 1,000 |
| G8.12 | 0,226 | 0,484 | 0,742 | 0,200 | 0,800 | 1,000 |
| G8.13 | 0,419 | 0,677 | 0,903 | 0,200 | 0,800 | 1,000 |
| G8.14 | 0,355 | 0,613 | 0,839 | 0,600 | 1,000 | 1,000 |
| G8.15 | 0,355 | 0,613 | 0,839 | 0,200 | 0,800 | 1,000 |
| G8.16 | 0,419 | 0,677 | 0,903 | 0,200 | 0,800 | 1,000 |
| G8.17 | 0,226 | 0,484 | 0,710 | 0,200 | 0,800 | 1,000 |
| G8.18 | 0,484 | 0,742 | 0,935 | 0,400 | 0,900 | 1,000 |
| G8.19 | 0,484 | 0,742 | 0,935 | 0,200 | 0,800 | 1,000 |
| G8.20 | 0,484 | 0,742 | 0,935 | 0,600 | 1,000 | 1,000 |
| G8.21 | 0,419 | 0,677 | 0,903 | 0,400 | 0,900 | 1,000 |

**Tablo 5.57** Gaz ölçümleri için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G8.22 | 0,355 | 0,613 | 0,839 | 0,600 | 1,000 | 1,000 |
| G8.23 | 0,355 | 0,613 | 0,839 | 0,400 | 0,900 | 1,000 |

Denklem (3.22) ve (3.23) kullanılarak, ağırlıklı karşılaştırma bulanık toplamının ($\tilde{S}_i$) güç ağırlığı ve her kontrol noktası için üstel ağırlıklı karşılaştırmalı dizileri ($\tilde{P}_i$) hesaplandı. Sonuçlar Tablo 5.58' de sunulmaktadır.

**Tablo 5.58** Gaz ölçümleri için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı

| **Kısa kod** | $\tilde{S}_i$ | | | $\tilde{P}_i$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G8.01 | 0,331 | 1,149 | 0,923 | 2,423 | 2,907 | 3,631 |
| G8.02 | 0,497 | 1,330 | 1,017 | 2,591 | 3,158 | 3,815 |
| G8.03 | 0,404 | 1,290 | 1,010 | 2,429 | 3,103 | 3,799 |
| G8.04 | 0,139 | 0,948 | 0,822 | 1,190 | 2,565 | 3,409 |
| G8.05 | 0,433 | 1,237 | 0,950 | 2,515 | 3,029 | 3,688 |
| G8.06 | 0,302 | 1,070 | 0,910 | 1,404 | 2,798 | 3,621 |
| G8.07 | 0,455 | 1,251 | 0,937 | 2,186 | 3,002 | 3,661 |
| G8.08 | 0,401 | 1,205 | 0,932 | 2,466 | 2,984 | 3,650 |
| G8.09 | 0,741 | 1,524 | 1,048 | 3,012 | 3,401 | 3,862 |
| G8.10 | 0,889 | 1,599 | 1,041 | 3,148 | 3,466 | 3,864 |
| G8.11 | 0,844 | 1,571 | 1,060 | 3,085 | 3,441 | 3,896 |
| G8.12 | 0,251 | 1,078 | 0,894 | 1,848 | 2,786 | 3,574 |
| G8.13 | 0,435 | 1,278 | 0,986 | 2,513 | 3,083 | 3,758 |
| G8.14 | 0,556 | 1,367 | 0,968 | 2,699 | 3,168 | 3,723 |
| G8.15 | 0,378 | 1,167 | 0,906 | 2,053 | 2,907 | 3,595 |
| G8.16 | 0,435 | 1,278 | 0,986 | 2,513 | 3,083 | 3,758 |
| G8.17 | 0,213 | 1,112 | 0,916 | 1,731 | 2,865 | 3,607 |
| G8.18 | 0,582 | 1,313 | 0,934 | 2,333 | 3,049 | 3,643 |
| G8.19 | 0,505 | 1,252 | 0,934 | 2,200 | 2,984 | 3,643 |
| G8.20 | 0,595 | 1,349 | 0,934 | 2,344 | 3,081 | 3,643 |

**Tablo 5.58** Gaz ölçümleri için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G8.21 | 0,424 | 1,235 | 0,940 | 2,106 | 2,979 | 3,662 |
| G8.22 | 0,469 | 1,236 | 0,891 | 2,160 | 2,938 | 3,559 |
| G8.23 | 0,329 | 1,127 | 0,860 | 1,530 | 2,805 | 3,491 |

**Adım 3. Risk değerlendirmesi**

Denklemler (3.24)- (3.26) kullanılarak, her kontrol noktası için üç bulanık değerlendirme puanı ($\tilde{f}_{ia}$, $\tilde{f}_{ib}$ , $\tilde{f}_{ic}$) elde edilmiştir. Değerlendirme puanları Tablo 5.59'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.59** Gaz ölçümleri için BCoCoSo değerlendirme puanları

| **Kısa kod** | $\tilde{f}_{ia}$ | | | $\tilde{f}_{ib}$ | | | $\tilde{f}_{ic}$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G8.01 | 0,026 | 0,041 | 0,072 | 4,411 | 10,683 | 9,670 | 0,556 | 0,818 | 0,919 |
| G8.02 | 0,029 | 0,046 | 0,077 | 5,746 | 12,194 | 10,501 | 0,623 | 0,906 | 0,975 |
| G8.03 | 0,027 | 0,045 | 0,076 | 4,938 | 11,860 | 10,441 | 0,572 | 0,886 | 0,971 |
| G8.04 | 0,013 | 0,036 | 0,067 | 2,000 | 8,958 | 8,762 | 0,268 | 0,709 | 0,854 |
| G8.05 | 0,028 | 0,043 | 0,074 | 5,222 | 11,424 | 9,913 | 0,595 | 0,861 | 0,936 |
| G8.06 | 0,016 | 0,039 | 0,072 | 3,343 | 10,028 | 9,574 | 0,344 | 0,781 | 0,914 |
| G8.07 | 0,025 | 0,043 | 0,073 | 5,099 | 11,499 | 9,800 | 0,533 | 0,858 | 0,928 |
| G8.08 | 0,027 | 0,043 | 0,073 | 4,952 | 11,154 | 9,751 | 0,579 | 0,845 | 0,925 |
| G8.09 | 0,035 | 0,050 | 0,078 | 7,846 | 13,792 | 10,768 | 0,757 | 0,994 | 0,991 |
| G8.10 | 0,038 | 0,051 | 0,078 | 9,023 | 14,385 | 10,718 | 0,815 | 1,022 | 0,990 |
| G8.11 | 0,037 | 0,051 | 0,079 | 8,650 | 14,163 | 10,875 | 0,793 | 1,011 | 1,000 |
| G8.12 | 0,020 | 0,039 | 0,071 | 3,357 | 10,073 | 9,420 | 0,424 | 0,780 | 0,902 |
| G8.13 | 0,028 | 0,044 | 0,075 | 5,229 | 11,760 | 10,232 | 0,595 | 0,880 | 0,957 |
| G8.14 | 0,031 | 0,046 | 0,074 | 6,255 | 12,466 | 10,073 | 0,657 | 0,915 | 0,947 |
| G8.15 | 0,023 | 0,041 | 0,071 | 4,438 | 10,812 | 9,521 | 0,491 | 0,822 | 0,908 |
| G8.16 | 0,028 | 0,044 | 0,075 | 5,229 | 11,760 | 10,232 | 0,595 | 0,880 | 0,957 |

**Tablo 5.59** Gaz ölçümleri için BCoCoSo değerlendirme puanları (devamı)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G8.17 | 0,018 | 0,040 | 0,072 | 2,983 | 10,384 | 9,601 | 0,392 | 0,802 | 0,913 |
| G8.18 | 0,027 | 0,044 | 0,073 | 6,133 | 11,979 | 9,759 | 0,588 | 0,880 | 0,923 |
| G8.19 | 0,025 | 0,043 | 0,073 | 5,472 | 11,492 | 9,759 | 0,546 | 0,855 | 0,923 |
| G8.20 | 0,028 | 0,045 | 0,073 | 6,241 | 12,266 | 9,759 | 0,593 | 0,894 | 0,923 |
| G8.21 | 0,024 | 0,043 | 0,073 | 4,812 | 11,365 | 9,820 | 0,511 | 0,850 | 0,929 |
| G8.22 | 0,025 | 0,042 | 0,071 | 5,177 | 11,335 | 9,382 | 0,530 | 0,842 | 0,898 |
| G8.23 | 0,017 | 0,040 | 0,069 | 3,647 | 10,443 | 9,102 | 0,375 | 0,793 | 0,878 |

Bu üç bulanık değerlendirme puanları, Denklemler (3.27)- (3.29) kullanılarak net değerlendirme puanlarına ($f_{ia}$, $f_{ia}$, $f_{ia}$) dönüştürülmüştür (Tablo 5.60).

**Tablo 5.60** Gaz ölçümleri için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama

| **Kısa kod** | $\mathbf{f_{ia}}$ | $\mathbf{f_{ib}}$ | $\mathbf{f_{ic}}$ | $\mathbf{f_{i}}$ | **Sıralama** |
|---|---|---|---|---|---|
| G8.01 | 0,046 | 8,255 | 0,764 | 3,686 | 17 |
| G8.02 | 0,050 | 9,480 | 0,835 | 4,191 | 5 |
| G8.03 | 0,049 | 9,080 | 0,809 | 4,025 | 8 |
| G8.04 | 0,038 | 6,573 | 0,610 | 2,943 | 23 |
| G8.05 | 0,048 | 8,853 | 0,797 | 3,931 | 11 |
| G8.06 | 0,042 | 7,648 | 0,680 | 3,394 | 22 |
| G8.07 | 0,047 | 8,800 | 0,773 | 3,890 | 13 |
| G8.08 | 0,047 | 8,619 | 0,783 | 3,834 | 14 |
| G8.09 | 0,054 | 10,802 | 0,914 | 4,736 | 3 |
| G8.10 | 0,056 | 11,376 | 0,942 | 4,967 | 1 |
| G8.11 | 0,055 | 11,230 | 0,935 | 4,908 | 2 |
| G8.12 | 0,043 | 7,617 | 0,702 | 3,401 | 21 |
| G8.13 | 0,049 | 9,074 | 0,811 | 4,023 | 9 |
| G8.14 | 0,050 | 9,598 | 0,839 | 4,236 | 4 |

**Tablo 5.60** Gaz ölçümleri için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama (devamı)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| G8.15 | 0,045 | 8,257 | 0,740 | 3,665 | 18 |
| G8.16 | 0,049 | 9,074 | 0,811 | 4,023 | 9 |
| G8.17 | 0,043 | 7,656 | 0,703 | 3,417 | 20 |
| G8.18 | 0,048 | 9,290 | 0,797 | 4,087 | 7 |
| G8.19 | 0,047 | 8,908 | 0,775 | 3,930 | 12 |
| G8.20 | 0,048 | 9,422 | 0,803 | 4,140 | 6 |
| G8.21 | 0,046 | 8,665 | 0,763 | 3,833 | 15 |
| G8.22 | 0,046 | 8,631 | 0,757 | 3,814 | 16 |
| G8.23 | 0,042 | 7,731 | 0,682 | 3,424 | 19 |

**Adım 4. Faaliyetlerin kontrol edilmesi**

Bulanık CoCoSo sonuçlarına göre G8.10 "Zehirli veya boğucu gaz bulunan ya da bulunma ihtimali olan kapalı mahallin girişlerinin uygun yöntemle kapatılmaması, uyarıcı tabela vs bulunmaması" 4,967 puan ile en öncelikli sağlık ve güvenlik çalışmalarını gerektiren kontrol noktası olarak elde edilmiştir. Bu kontrol noktasındaki sağlık ve güvenlik uygulamalarındaki eksiklikler zehirleyici ve boğucu madde varlığı sonucu zehirlenme, boğulma, yaralanma, ölüm ile sonuçlanabilecek mesleki riskleri meydana getirebilir. Gaz ölçümleri için önem sıralaması yapılan kontrol noktalarına yönelik mesleki riskler Tablo 5.61'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.61** Gaz ölçümleri kontrol noktaları için mesleki riskler

| **Sıra** | **Kontrol noktası** | | **Risk kodu** |
|---|---|---|---|
| 1 | G8.10 | Zehirli veya boğucu gaz bulunan yada bulunma ihtimali olan kapalı mahallin girişlerinin uygun yöntemle kapatılmaması, uyarıcı tabela vs bulunmaması | R12 |
| 2 | G8.11 | Zehirli veya boğucu gaz bulunan yada bulunma ihtimali olan kapalı mahallin uygun şekilde havalandırılmaması | R12 |
| 3 | G8.09 | Zehirli veya boğucu gaz bulunan yada bulunma ihtimali olan kapalı mahalle girilmesi | R12 |
| 4 | G8.14 | Zehirlenme yada boğulma vakalarında hızlı kurtarma yapılmaması | R12 |

**Tablo 5.61** Gaz ölçümleri kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 | G8.02 | Kapalı alanlarda yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı gaz varlığının kontrol edilmemesi | R12 |
| 6 | G8.20 | Gemilerden ölçümlerin zamanında alınamaması nedeniyle gaz oluşumlarının tespit edilememesi | |
| 7 | G8.18 | Tank içi boşlukların bulunması | R12 |
| 8 | G8.03 | Yanıcı, parlayıcı, patlayıcı madde varlığı olan kapalı alanın görünür şekilde etiketlenip tanımlanmaması nedeni ile yakınında yada kapalı alan yüzeyinde sıcak çalışma yapılması | R12 |
| 9 | G8.16 | Gemi IG (inertgas) devrelerinin giriş öncesi körlenmemiş olması | R12 |
| 10 | G8.13 | Zehirli veya boğucu gaz bulunan yada bulunma ihtimali olan kapalı mahalde uygun solunum koruyucular kullanılmadan çalışma yapılması | R12 |
| 11 | G8.05 | Yanıcı parlayıcı patlayıcı madde varlığı olan alanın uygun şekilde havalandırılmaması | R12 |
| 12 | G8.19 | Ölçümlerin yüzeysel alınması yada alınmadan raporlanması | R12 |
| 13 | G8.07 | Yanıcı, parlayıcı, patlayıcı madde ihtiva eden/edebilecek olan kapalı alanlara boru devrelerinden sızıntı olması | R12 |
| 14 | G8.08 | Soğuk çalışma müsaadesi verilen kapalı alanda kıvılcım çıkaran ekipman kullanılması | R12 |
| 15 | G8.21 | Gaz ölçüm faaliyetleri hususunda bilgisi olmayan personellerce ölçüm alınması nedeniyle kazaya sebebiyet verecek unsurların tespit edilememesi | R12 |
| 16 | G8.22 | Gemilerde gaz ölçümlerinin zamanında alınamaması nedeniyle gaz oluşumlarının tespit edilememesi | R12 |
| 17 | G8.01 | Kapalı alanlarda yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı gaz varlığının hatalı ölçümlenmesi | R12 |
| 18 | G8.15 | Zehirlenme yada boğulma vakalarında hızlı ilkyardım yapılmaması | R12 |
| 19 | G8.23 | Gaz ölçüm faaliyetlerinin bilgisiz personel tarafından gerçekleştirilmesine müsaade edilmesi | R12 |
| 20 | G8.17 | Güverte üstü menhollerin açık olması yada akses alınmış olması | |
| 21 | G8.12 | Yakıt çamuru bulunan tankın ısı ile karşılaşması sonucu hidrojen sülfür gazı oluşturması | R12 |
| 22 | G8.06 | Yanıcı, parlayıcı, patlayıcı gaz birikimine neden olacak şalome gibi ekipmanların kontrolsüz bir şekilde kapalı mahallerde bırakılması | R12 |
| 23 | G8.04 | Kapalı alanlarda çalışma yapacak yada yaptıracak personelin yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı maddeler hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması | R12 |

#### 5.2.1.9 Açıklıklar

Açıklıklar tehlike kaynağı için ondokuz adet kontrol noktası tespit edilmiştir. Tepit edilen kontrol noktalarına dair bilgiler aşağıda sıralanmıştır.

- G9.01: Yürüme yolu üzerinde bulunan giriş-çıkış açıklıklarına (menhol) uygun yükseklikte ve boyda koruma yapılmaması.
- G9.02: Açıklıkların fark edilebilir şekilde boyanmaması ve markalanmaması.
- G9.03: Menhol korumalarının uygun dayanımda yapılmaması.
- G9.04: Menhol korumalarının kaynak ve birleşme noktalarının uygun sağlamlıkta olmaması.
- G9.05: Açılan menholler üzerine koruma konulmaması.
- G9.06: Koruma kapaklarının açılır kapanır özellikte olması ve çalışanların korumaları kapatmaması.
- G9.07: Gemi ve tersane çalışanlarının kapalı alan ve tankların menhol veya giriş kaporta kapaklarını habersiz olarak açmaları.
- G9.08: Açılan menhollerin fark edilebilir şekilde ve engelleyecek özellikte bariyerlenmemesi.
- G9.09: Açılmış olan tank veya kapalı alanlara habersiz ve izinsiz girilmesi.
- G9.10: Tank içinin kontrol edilmeden tank menhollerinin kapatılması.
- G9.11: Tank içerisinin kontrolünün tank girişinde bağırarak yapılması ve tankta bulunanlar tarafından uyarıların duyulmaması.
- G9.12: Tanklarda yalnız çalışma yapılması.
- G9.13: Tank içinde çalışırken balast veya yakıt transferi yapılması.
- G9.14: Giriş çıkış açıklıkları üzerine fan konulması.
- G9.15: Giriş çıkış açıklıkları üzerinden malzeme transfer edilmesi.
- G9.16: Kapalı alan ve tankların açıklıklarının çok yakınına gaz tüpleri veya gaz donanımları konulması.
- G9.17: Giriş çıkış açıklıklarından kablo geçirilmesi.
- G9.18: Giriş çıkış kaporta kapaklarının emniyet pimlerinin takılmaması.
- G9.19: Kaporta kapaklarının emniyetlerinin periyodik olarak kontrol edilmemesi.

Karar verici uzman ekip tarafından her bir kriter için kontrol noktalarına Tablo 5.62'de bulanık dilsel terimler atanmıştır.

**Tablo 5.62** Açıklıklar için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi

| **Kontrol Noktaları** | **KV 1** | | | | **KV 2** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| G9.01 | OY | OD | OY | Y | OY | O | OY | Y |
| G9.02 | Y | OD | Y | Y | OY | O | Y | Y |
| G9.03 | Y | O | OD | Y | OY | O | O | Y |
| G9.04 | ÇY | Y | O | Y | Y | OY | OY | Y |
| G9.05 | OY | Y | O | Y | OY | Y | O | Y |
| G9.06 | Y | ÇY | ÇY | Y | O | OY | Y | Y |
| G9.07 | OY | OY | OD | Y | Y | Y | OD | Y |
| G9.08 | OY | D | OD | Y | Y | D | D | Y |
| G9.09 | O | O | D | Y | OY | OD | OD | Y |
| G9.10 | OY | OY | O | Y | OY | OY | O | Y |
| G9.11 | OY | OY | O | ÇY | OY | O | OY | ÇY |
| G9.12 | O | Y | OY | ÇY | O | OY | OD | Y |
| G9.13 | OY | OY | O | ÇY | OY | OY | OD | ÇY |
| G9.14 | OY | D | D | ÇY | OY | D | D | ÇY |
| G9.15 | OY | OD | OD | ÇY | O | O | OD | ÇY |
| G9.16 | OY | D | OD | ÇY | O | D | O | ÇY |
| G9.17 | OY | OD | OD | ÇY | O | OD | ÇD | ÇY |
| G9.18 | OY | OD | OD | ÇY | OY | OD | OD | ÇY |
| G9.19 | OY | OD | OD | ÇY | OY | OD | OD | ÇY |
| **Kontrol Noktaları** | **KV 3** | | | | **KV 4** | | | |
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| G9.01 | Y | OY | Y | Y | Y | OY | Y | Y |
| G9.02 | Y | OD | OY | Y | OY | OY | OY | Y |

**Tablo 5.62** Açıklıklar için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G9.03 | Y | O | OY | Y | OY | OY | OD | Y |
| G9.04 | Y | O | OY | Y | OY | O | Y | Y |
| G9.05 | Y | OY | Y | Y | ÇY | O | Y | Y |
| G9.06 | OY | OY | OY | Y | Y | Y | OY | Y |
| G9.07 | Y | OY | OY | Y | OY | Y | O | Y |
| G9.08 | Y | OD | D | Y | OY | O | ÇD | Y |
| G9.09 | OY | O | O | Y | OY | O | O | Y |
| G9.10 | OY | O | O | Y | OY | O | OD | Y |
| G9.11 | OY | O | OY | Y | OY | OY | OY | Y |
| G9.12 | OY | OY | O | Y | OY | O | OD | Y |
| G9.13 | O | OY | D | Y | O | OY | D | Y |
| G9.14 | O | OD | OD | Y | O | O | OD | Y |
| G9.15 | OY | O | D | Y | O | O | D | Y |
| G9.16 | OY | OD | OD | Y | O | O | OD | Y |
| G9.17 | O | OD | OD | Y | OY | OD | ÇD | Y |
| G9.18 | OY | OD | O | Y | OY | OD | O | Y |
| G9.19 | Y | OD | O | Y | Y | OD | O | Y |

**Adım 2. Risklerin analiz edilmesi**

Bu aşamada bulanık CoCoSo adımları uygulanmıştır. Karar verici uzman ekibin dilsel değerlendirmelerine karşılık gelen matrislerin aritmetik ortalaması alınarak başlangıç (toplu) karar matrisi elde edilir (Tablo 5.63). Elde edilen bulanık toplu karar matrisi normalleştirilerek bulanık normalize karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 5.64).

**Tablo 5.63** Açıklıklar için BCoCoSo toplu karar matrisi

| Kısa kod | KS | | | O | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G9.01 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| G9.02 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,250 | 0,450 | 0,650 |
| G9.03 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| G9.04 | 0,700 | 0,875 | 0,975 | 0,450 | 0,650 | 0,825 |
| G9.05 | 0,650 | 0,825 | 0,950 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| G9.06 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,650 | 0,825 | 0,950 |
| G9.07 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| G9.08 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,100 | 0,250 | 0,450 |
| G9.09 | 0,450 | 0,650 | 0,850 | 0,250 | 0,450 | 0,650 |
| G9.10 | 0,500 | 0,700 | 0,900 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| G9.11 | 0,500 | 0,700 | 0,900 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| G9.12 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| G9.13 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,500 | 0,700 | 0,900 |
| G9.14 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,100 | 0,250 | 0,450 |
| G9.15 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,250 | 0,450 | 0,650 |
| G9.16 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,100 | 0,250 | 0,450 |
| G9.17 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,100 | 0,300 | 0,500 |
| G9.18 | 0,500 | 0,700 | 0,900 | 0,100 | 0,300 | 0,500 |
| G9.19 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,200 | 0,400 | 0,600 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| G9.01 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,700 | 0,900 | 1,000 |
| G9.02 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,700 | 0,900 | 1,000 |
| G9.03 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,700 | 0,900 | 1,000 |
| G9.04 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,700 | 0,900 | 1,000 |
| G9.05 | 0,500 | 0,700 | 0,850 | 0,700 | 0,900 | 1,000 |
| G9.06 | 0,650 | 0,825 | 0,950 | 0,700 | 0,900 | 1,000 |
| G9.07 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,700 | 0,900 | 1,000 |

**Tablo 5.63** Açıklıklar için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G9.08 | 0,025 | 0,125 | 0,300 | 0,700 | 0,900 | 1,000 |
| G9.09 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,700 | 0,900 | 1,000 |
| G9.10 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,700 | 0,900 | 1,000 |
| G9.11 | 0,450 | 0,650 | 0,850 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G9.12 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| G9.13 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G9.14 | 0,050 | 0,200 | 0,400 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G9.15 | 0,050 | 0,200 | 0,400 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G9.16 | 0,150 | 0,350 | 0,550 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G9.17 | 0,050 | 0,150 | 0,300 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G9.18 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G9.19 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |

**Tablo 5.64** Açıklıklar için BCoCoSo normalize karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G9.01 | 0,348 | 0,696 | 0,957 | 0,235 | 0,471 | 0,706 |
| G9.02 | 0,348 | 0,696 | 0,957 | 0,353 | 0,588 | 0,824 |
| G9.03 | 0,348 | 0,696 | 0,957 | 0,235 | 0,471 | 0,706 |
| G9.04 | 0,522 | 0,826 | 1,000 | 0,147 | 0,353 | 0,588 |
| G9.05 | 0,435 | 0,739 | 0,957 | 0,059 | 0,235 | 0,471 |
| G9.06 | 0,261 | 0,609 | 0,870 | 0,000 | 0,147 | 0,353 |
| G9.07 | 0,348 | 0,696 | 0,957 | 0,000 | 0,176 | 0,412 |
| G9.08 | 0,348 | 0,696 | 0,957 | 0,588 | 0,824 | 1,000 |
| G9.09 | 0,087 | 0,435 | 0,783 | 0,353 | 0,588 | 0,824 |
| G9.10 | 0,174 | 0,522 | 0,870 | 0,176 | 0,412 | 0,647 |
| G9.11 | 0,174 | 0,522 | 0,870 | 0,176 | 0,412 | 0,647 |
| G9.12 | 0,000 | 0,348 | 0,696 | 0,088 | 0,294 | 0,529 |
| G9.13 | 0,348 | 0,696 | 0,957 | 0,059 | 0,294 | 0,529 |

**Tablo 5.64** Açıklıklar için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G9.14 | 0,348 | 0,696 | 0,957 | 0,588 | 0,824 | 1,000 |
| G9.15 | 0,348 | 0,696 | 0,957 | 0,353 | 0,588 | 0,824 |
| G9.16 | 0,348 | 0,696 | 0,957 | 0,588 | 0,824 | 1,000 |
| G9.17 | 0,348 | 0,696 | 0,957 | 0,529 | 0,765 | 1,000 |
| G9.18 | 0,174 | 0,522 | 0,870 | 0,529 | 0,765 | 1,000 |
| G9.19 | 0,348 | 0,696 | 0,957 | 0,412 | 0,647 | 0,882 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| G9.01 | 0,000 | 0,162 | 0,378 | 0,000 | 0,667 | 1,000 |
| G9.02 | 0,000 | 0,162 | 0,378 | 0,000 | 0,667 | 1,000 |
| G9.03 | 0,324 | 0,541 | 0,757 | 0,000 | 0,667 | 1,000 |
| G9.04 | 0,135 | 0,324 | 0,541 | 0,000 | 0,667 | 1,000 |
| G9.05 | 0,108 | 0,270 | 0,486 | 0,000 | 0,667 | 1,000 |
| G9.06 | 0,000 | 0,135 | 0,324 | 0,000 | 0,667 | 1,000 |
| G9.07 | 0,324 | 0,541 | 0,757 | 0,000 | 0,667 | 1,000 |
| G9.08 | 0,703 | 0,892 | 1,000 | 0,000 | 0,667 | 1,000 |
| G9.09 | 0,432 | 0,649 | 0,838 | 0,000 | 0,667 | 1,000 |
| G9.10 | 0,324 | 0,541 | 0,757 | 0,000 | 0,667 | 1,000 |
| G9.11 | 0,108 | 0,324 | 0,541 | 0,333 | 0,833 | 1,000 |
| G9.12 | 0,324 | 0,541 | 0,757 | 0,167 | 0,750 | 1,000 |
| G9.13 | 0,541 | 0,757 | 0,919 | 0,333 | 0,833 | 1,000 |
| G9.14 | 0,595 | 0,811 | 0,973 | 0,333 | 0,833 | 1,000 |
| G9.15 | 0,595 | 0,811 | 0,973 | 0,333 | 0,833 | 1,000 |
| G9.16 | 0,432 | 0,649 | 0,865 | 0,333 | 0,833 | 1,000 |
| G9.17 | 0,703 | 0,865 | 0,973 | 0,333 | 0,833 | 1,000 |
| G9.18 | 0,378 | 0,595 | 0,811 | 0,333 | 0,833 | 1,000 |
| G9.19 | 0,378 | 0,595 | 0,811 | 0,333 | 0,833 | 1,000 |

Denklem (3.22) ve (3.23) kullanılarak, ağırlıklı karşılaştırma bulanık toplamının ($\tilde{S}_i$) güç ağırlığı ve her kontrol noktası için üstel ağırlıklı karşılaştırmalı dizileri ($\tilde{P}_i$) hesaplandı. Sonuçlar Tablo 5.65' de sunulmaktadır.

**Tablo 5.65** Açıklıklar için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı.

| **Kısa kod** | $\tilde{S}_i$ | | | $\tilde{P}_i$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G9.01 | 0,306 | 1,032 | 0,848 | 1,399 | 2,713 | 3,443 |
| G9.02 | 0,360 | 1,094 | 0,883 | 1,482 | 2,796 | 3,507 |
| G9.03 | 0,467 | 1,222 | 0,955 | 2,128 | 3,046 | 3,697 |
| G9.04 | 0,430 | 1,109 | 0,872 | 1,975 | 2,852 | 3,519 |
| G9.05 | 0,327 | 0,983 | 0,810 | 1,764 | 2,648 | 3,380 |
| G9.06 | 0,147 | 0,812 | 0,706 | 0,686 | 2,322 | 3,113 |
| G9.07 | 0,357 | 1,069 | 0,869 | 1,473 | 2,775 | 3,509 |
| G9.08 | 0,818 | 1,583 | 1,109 | 2,506 | 3,485 | 3,975 |
| G9.09 | 0,427 | 1,224 | 0,963 | 2,033 | 3,042 | 3,701 |
| G9.10 | 0,341 | 1,116 | 0,913 | 1,944 | 2,900 | 3,612 |
| G9.11 | 0,361 | 1,108 | 0,852 | 2,496 | 2,847 | 3,478 |
| G9.12 | 0,266 | 1,029 | 0,830 | 1,840 | 2,734 | 3,430 |
| G9.13 | 0,620 | 1,339 | 0,949 | 2,767 | 3,147 | 3,679 |
| G9.14 | 0,892 | 1,643 | 1,101 | 3,210 | 3,553 | 3,962 |
| G9.15 | 0,783 | 1,520 | 1,050 | 3,091 | 3,408 | 3,876 |
| G9.16 | 0,812 | 1,561 | 1,071 | 3,136 | 3,458 | 3,906 |
| G9.17 | 0,918 | 1,639 | 1,101 | 3,225 | 3,549 | 3,962 |
| G9.18 | 0,659 | 1,428 | 1,031 | 2,949 | 3,289 | 3,825 |
| G9.19 | 0,703 | 1,442 | 1,021 | 3,022 | 3,317 | 3,820 |

**Adım 3. Risk değerlendirmesi**

Denklemler (3.24)- (3.26) kullanılarak, her kontrol noktası için üç bulanık değerlendirme puanı ($\tilde{f}_{ia}$, $\tilde{f}_{ib}$ , $\tilde{f}_{ic}$) elde edilmiştir. Değerlendirme puanları Tablo 5.66'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.66** Açıklıklar için BCoCoSo değerlendirme puanları

| **Kısa kod** | $\tilde{f}_{ia}$ | | | $\tilde{f}_{ib}$ | | | $\tilde{f}_{ic}$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G9.01 | 0,020 | 0,046 | 0,081 | 4,113 | 10,956 | 10,772 | 0,335 | 0,737 | 0,844 |
| G9.02 | 0,021 | 0,048 | 0,083 | 4,603 | 11,494 | 11,097 | 0,362 | 0,765 | 0,863 |
| G9.03 | 0,030 | 0,052 | 0,088 | 6,266 | 12,730 | 11,862 | 0,510 | 0,840 | 0,915 |
| G9.04 | 0,028 | 0,048 | 0,083 | 5,794 | 11,679 | 11,040 | 0,473 | 0,779 | 0,864 |
| G9.05 | 0,024 | 0,044 | 0,079 | 4,786 | 10,525 | 10,419 | 0,411 | 0,714 | 0,824 |
| G9.06 | 0,010 | 0,038 | 0,072 | 2,000 | 8,893 | 9,323 | 0,164 | 0,617 | 0,751 |
| G9.07 | 0,021 | 0,047 | 0,082 | 4,570 | 11,294 | 11,005 | 0,360 | 0,756 | 0,861 |
| G9.08 | 0,038 | 0,062 | 0,096 | 9,201 | 15,816 | 13,314 | 0,654 | 0,997 | 1,000 |
| G9.09 | 0,028 | 0,052 | 0,088 | 5,861 | 12,739 | 11,925 | 0,484 | 0,839 | 0,917 |
| G9.10 | 0,026 | 0,049 | 0,085 | 5,146 | 11,796 | 11,457 | 0,449 | 0,790 | 0,890 |
| G9.11 | 0,033 | 0,048 | 0,082 | 6,088 | 11,665 | 10,850 | 0,562 | 0,778 | 0,852 |
| G9.12 | 0,024 | 0,046 | 0,080 | 4,482 | 10,966 | 10,628 | 0,414 | 0,740 | 0,838 |
| G9.13 | 0,039 | 0,055 | 0,087 | 8,235 | 13,672 | 11,795 | 0,666 | 0,882 | 0,910 |
| G9.14 | 0,047 | 0,063 | 0,095 | 10,728 | 16,323 | 13,243 | 0,807 | 1,022 | 0,996 |
| G9.15 | 0,044 | 0,060 | 0,093 | 9,814 | 15,277 | 12,768 | 0,762 | 0,969 | 0,969 |
| G9.16 | 0,045 | 0,061 | 0,094 | 10,074 | 15,632 | 12,955 | 0,776 | 0,987 | 0,979 |
| G9.17 | 0,047 | 0,063 | 0,095 | 10,929 | 16,292 | 13,243 | 0,815 | 1,020 | 0,996 |
| G9.18 | 0,041 | 0,058 | 0,091 | 8,769 | 14,479 | 12,570 | 0,710 | 0,928 | 0,955 |
| G9.19 | 0,043 | 0,058 | 0,091 | 9,171 | 14,617 | 12,494 | 0,733 | 0,936 | 0,952 |

Bu üç bulanık değerlendirme puanları, Denklemler (3.27)- (3.29) kullanılarak net değerlendirme puanlarına ($f_{ia}$, $f_{ia}$, $f_{ia}$) dönüştürülmüştür (Tablo 5.67).

**Tablo 5.67** Açıklıklar için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama

| Kısa kod | $f_{ia}$ | $f_{ib}$ | $f_{ic}$ | $f_i$ | Sıralama |
|---|---|---|---|---|---|
| G9.01 | 0,049 | 8,613 | 0,639 | 3,745 | 17 |
| G9.02 | 0,050 | 9,065 | 0,664 | 3,931 | 14 |
| G9.03 | 0,056 | 10,286 | 0,755 | 4,459 | 9 |
| G9.04 | 0,053 | 9,505 | 0,705 | 4,129 | 12 |
| G9.05 | 0,049 | 8,576 | 0,650 | 3,741 | 18 |
| G9.06 | 0,040 | 6,738 | 0,511 | 2,946 | 19 |
| G9.07 | 0,050 | 8,957 | 0,659 | 3,888 | 15 |
| G9.08 | 0,065 | 12,777 | 0,884 | 5,478 | 4 |
| G9.09 | 0,056 | 10,175 | 0,747 | 4,411 | 10 |
| G9.10 | 0,053 | 9,466 | 0,710 | 4,121 | 13 |
| G9.11 | 0,054 | 9,534 | 0,731 | 4,162 | 11 |
| G9.12 | 0,050 | 8,692 | 0,664 | 3,797 | 16 |
| G9.13 | 0,060 | 11,234 | 0,820 | 4,860 | 8 |
| G9.14 | 0,069 | 13,431 | 0,942 | 5,767 | 2 |
| G9.15 | 0,066 | 12,620 | 0,900 | 5,436 | 5 |
| G9.16 | 0,067 | 12,887 | 0,914 | 5,546 | 3 |
| G9.17 | 0,069 | 13,488 | 0,944 | 5,790 | 1 |
| G9.18 | 0,063 | 11,940 | 0,864 | 5,157 | 7 |
| G9.19 | 0,064 | 12,094 | 0,874 | 5,222 | 6 |

**Adım 4. Faaliyetlerin kontrol edilmesi**

Bulanık CoCoSo sonuçlarına göre G9.17 "Giriş ve çıkış açıklıklarından kablo geçirilmesi" 5,790 puan ile en öncelikli sağlık ve güvenlik çalışmalarını gerektiren kontrol noktası olarak elde edilmiştir. Bu kontrol noktasındaki sağlık ve güvenlik uygulamalarındaki eksiklikler takılma, düşme ve elektrik çarpması sonucu travma, kırık ve ölüm ile sonuçlanabilecek mesleki riskleri meydana getirebilir. Açıklıklar

için önem sıralaması yapılan kontrol noktalarına yönelik mesleki riskler Tablo 5.68'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.68** Açıklıklar kontrol noktaları için mesleki riskler

| Sıra | Kontrol noktası | | Risk kodu |
|---|---|---|---|
| 1 | G9.17 | Giriş çıkış açıklıklarından kablo geçirilmesi | R10 |
| 2 | G9.14 | Giriş çıkış açıklıkları üzerine fan konulması | R21 |
| 3 | G9.16 | Kapalı alan ve tankların açıklıklarının çok yakınına gaz tüpleri veya gaz donanımları konulması | R23 |
| 4 | G9.08 | Açılan menhollerin farkedilebilir şekilde ve engelleyecek özellikte bariyerlenmemesi | R17 |
| 5 | G9.15 | Giriş çıkış açıklıkları üzerinden malzeme transfer edilmesi | R17 |
| 6 | G9.19 | Kaporta kapaklarının emniyetlerinin periyodik olarak kontrol edilmemesi | R22 |
| 7 | G9.18 | Giriş çıkış kaporta kapaklarının emniyet pimlerinin takılmaması | R21 |
| 8 | G9.13 | Tank içinde çalışırken balast veya yakıt transferi yapılması | R21 |
| 9 | G9.03 | Menhol korumalarının kaynak ve birleşim noktalarının uygun dayanımda olmaması | R18 |
| 10 | G9.09 | Açılmış olan tank veya kapalı alanlara habersiz ve izinsiz girilmesi | R18 |
| 11 | G9.11 | Tank içerisinin kontrolünün tank girişinde bağırarak yapılması ve tankta bulunanlar tarafından uyarıların duyulmaması | R21 |
| 12 | G9.04 | Menhol korumalarının kaynak ve birleşme noktalarının uygun sağlamlıkta olmaması | R18 |
| 13 | G9.10 | Tank içinin kontrol edilmeden tank menhollerinin kapatılması | R21 |
| 14 | G9.02 | Açıklıkların fark edilebilir şekilde boyanmaması ve markalanmaması | R18 |
| 15 | G9.07 | Gemi ve tersane çalışanlarının kapalı alan ve tankların menhol veya giriş kaporta kapaklarını habersiz olarak açmaları | R18 |
| 16 | G9.12 | Tanklarda yalnız çalışma yapılması | R21 |
| 17 | G9.01 | Yürüme yolu üzerinde bulunana giriş-çıkış açıklıklarına (menhol) uygun yükseklikte ve boyda koruma yapılmaması | R18 |
| 18 | G9.05 | Açılan menholler üzerine koruma konulmaması | R18 |
| 19 | G9.06 | Koruma kapaklarının açılır kapanır özellikte olması ve çalışanların korumaları kapatmaması | R18 |

#### 5.2.1.10 Kapalı Alanlar

Kapalı alanlar tehlike kaynağı için yirmiki adet kontrol noktası tespit edilmiştir. Tepit edilen kontrol noktalarına dair bilgiler aşağıda sıralanmıştır.

- G10.01: Tank kontrolünü yapacak personelin yeterli emniyet ekipmanlarını kullanmaması.
- G10.02: Mesleki yeterliliği bulunmayan personelin tersane faaliyetlerinde çalışmasına müsaade edilmesi.
- G10.03: 65 yaş üstü ve 18 yaş altında personelin kapalı alanlarda çalıştırılması.
- G10.04: Psikolojik problemleri bulunan personelin kapalı alanlarda çalıştırılması.
- G10.05: Kapalı alanlarda çalışmalarla ilgili personelin eğitilmemesi.
- G10.06: Kapalı alan ve tanklarda yalnız çalışma yapılması.
- G10.07: Sürekli aynı personel ile kapalı alanda fazla çalışma yapılması.
- G10.08: Çalışanlara ara dinlenme sürelerinin verilmemesi
- G10.09: Kaynakçı personeline 7,5 saatten fazla çalışma yaptırılması.
- G10.10: Tank içi açıklıkların korunması amacıyla yapılmış olan korumaların zaman içerisinde aşırı paslanması ve çürümeye maruz kalması ve çalışmalar öncesi kontrol edilmemesi.
- G10.11: Merdiven iniş boşlukları etrafına koruma yapılmaması.
- G10.12: Perdeleri tehlikeli bölgelere denk gelen kapalı alan ve tankların perdelerinin yanlışlıkla çalışma yapılmamasına karşın görülebilecek şekilde markalanmaması.
- G10.13: Patlayıcı ve parlayıcı ortamlara komşu mahallerinde ateşli çalışma yapılmasına müsaade edilmesi.
- G10.14: Açılan kapalı alan ve tankların asgari olarak 1 saat havalandırmadan kapalı alan ve tanklarda çalışmaya başlanması.
- G10.15: Kapalı alan ve tankların hacimlerine uygun debide ve hacimde fan kullanılmaması.
- G10.16: Fan ile verilen taze havanın tankın içini dolaşmadan tank dışına çıkacak şekilde havalandırılması.

- G10.17: Birden çok fan ile havalandırma yapılan tanklarda fanların kısa devre yapması.
- G10.18: Patlayıcı ortama uygun özellikte fan kullanılmaması.
- G10.19: Çalışmalar sırasında hava kalitesinin sürekli olarak ölçümlenmemesi ve izlenmemesi.
- G10.20: Aydınlatma değerlerinin yapılacak işe uygun seviyede olup olmadığının kontrol edilmemesi.
- G10.21: Çalışma bölgelerinde elektriğin kesilmesi durumunda yedek aydınlatma bulunmaması.
- G10.22: Yanıcı, patlayıcı ve parlayıcı özellikteki alanlarda çıplak ampüllü aydınlatma armatürleri kullanılması.

Karar verici uzman ekip tarafından her bir kriter için kontrol noktalarına Tablo 5.69'da bulanık dilsel terimler atanmıştır.

**Tablo 5.69** Kapalı alanlar için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi

| **Kontrol Noktaları** | **KV 1** | | | | **KV 2** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| G10.01 | OD | O | ÇD | OY | O | OY | D | Y |
| G10.02 | OD | OY | D | OY | O | Y | D | Y |
| G10.03 | OD | OY | O | OY | O | Y | O | Y |
| G10.04 | OD | ÇY | OD | OY | O | ÇY | OD | Y |
| G10.05 | OD | ÇY | O | Y | O | ÇY | O | Y |
| G10.06 | OD | ÇY | D | Y | OD | Y | OD | Y |
| G10.07 | OD | Y | O | Y | OY | Y | OD | Y |
| G10.08 | OD | Y | OD | O | OD | Y | OD | O |
| G10.09 | OD | O | ÇD | OD | OD | OY | D | O |
| G10.10 | OD | Y | ÇD | ÇY | O | OY | D | Y |
| G10.11 | OD | OD | ÇD | O | O | O | D | O |
| G10.12 | OY | ÇY | OY | ÇY | O | OY | O | Y |
| G10.13 | ÇD | Y | D | Y | D | OY | D | ÇY |

**Tablo 5.69** Kapalı alanlar için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G10.14 | O | OY | OD | Y | OD | OY | OD | OY |
| G10.15 | D | Y | D | Y | OD | OY | OD | OY |
| G10.16 | OD | OY | O | Y | OD | OY | OY | Y |
| G10.17 | OD | ÇY | O | ÇY | OD | ÇY | OD | ÇY |
| G10.18 | OD | OY | D | ÇY | OD | Y | OD | ÇY |
| G10.19 | OD | ÇY | OD | Y | D | Y | OD | Y |
| G10.20 | OD | Y | OD | OD | D | OY | D | O |
| G10.21 | OD | Y | D | ÇY | D | OY | ÇD | Y |
| G10.22 | OD | Y | OD | ÇY | D | OY | D | ÇY |
| **Kontrol Noktaları** | **KV 3** | | | | **KV 4** | | | |
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| G10.01 | OD | Y | OD | ÇY | OY | ÇY | O | ÇY |
| G10.02 | OY | Y | OD | ÇY | OY | OY | O | ÇY |
| G10.03 | O | ÇY | OD | ÇY | OY | ÇY | D | ÇY |
| G10.04 | OY | ÇY | O | OY | OY | Y | OY | Y |
| G10.05 | OY | Y | OD | Y | OY | OY | D | OY |
| G10.06 | O | Y | O | Y | O | OY | O | OY |
| G10.07 | O | OY | OD | Y | OY | ÇY | D | OY |
| G10.08 | O | OY | OD | O | OY | O | D | OY |
| G10.09 | O | OY | OD | OY | O | ÇY | OD | Y |
| G10.10 | OY | O | OD | OD | Y | O | OD | OY |
| G10.11 | O | OY | D | Y | OY | OY | OD | ÇY |
| G10.12 | OD | Y | OD | Y | OD | O | D | ÇY |
| G10.13 | OD | OY | D | ÇY | OD | O | OD | ÇY |
| G10.14 | OD | OY | OD | ÇY | D | Y | D | ÇY |
| G10.15 | OD | OY | O | ÇY | O | OY | O | ÇY |
| G10.16 | OD | Y | OD | OY | D | Y | D | ÇY |

**Tablo 5.69** Kapalı alanlar için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G10.17 | OD | Y | OD | ÇY | D | OY | D | ÇY |
| G10.18 | OD | ÇY | OD | ÇY | D | ÇY | OD | ÇY |
| G10.19 | OD | Y | OD | Y | D | OY | D | OY |
| G10.20 | O | OY | D | O | O | O | ÇD | Y |
| G10.21 | O | OY | O | OY | O | OY | OY | O |
| G10.22 | O | OY | ÇD | ÇY | O | OY | ÇD | ÇY |

**Adım 2. Risklerin analiz edilmesi**

Bu aşamada bulanık CoCoSo adımları uygulanmıştır. Karar verici uzman ekibin dilsel değerlendirmelerine karşılık gelen matrislerin aritmetik ortalaması alınarak başlangıç (toplu) karar matrisi elde edilir (Tablo 5.70). Elde edilen bulanık toplu karar matrisi normalleştirilerek bulanık normalize karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 5.71).

**Tablo 5.70** Kapalı alanlar için BCoCoSo toplu karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G10.01 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| G10.02 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| G10.03 | 0,300 | 0,500 | 0,700 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| G10.04 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| G10.05 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| G10.06 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| G10.07 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| G10.08 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| G10.09 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,550 | 0,725 | 0,875 |
| G10.10 | 0,400 | 0,600 | 0,775 | 0,450 | 0,650 | 0,825 |
| G10.11 | 0,300 | 0,500 | 0,700 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| G10.12 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| G10.13 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |

**Tablo 5.70** Kapalı alanlar için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G10.14 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,550 | 0,750 | 0,925 |
| G10.15 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,550 | 0,750 | 0,925 |
| G10.16 | 0,075 | 0,250 | 0,450 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| G10.17 | 0,075 | 0,250 | 0,450 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| G10.18 | 0,075 | 0,250 | 0,450 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| G10.19 | 0,050 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| G10.20 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| G10.21 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,550 | 0,750 | 0,925 |
| G10.22 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,550 | 0,750 | 0,925 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| G10.01 | 0,100 | 0,225 | 0,400 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| G10.02 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| G10.03 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| G10.04 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| G10.05 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,650 | 0,850 | 0,975 |
| G10.06 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,650 | 0,850 | 0,975 |
| G10.07 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,650 | 0,850 | 0,975 |
| G10.08 | 0,075 | 0,250 | 0,450 | 0,450 | 0,650 | 0,850 |
| G10.09 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,400 | 0,600 | 0,775 |
| G10.10 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,500 | 0,675 | 0,800 |
| G10.11 | 0,025 | 0,125 | 0,300 | 0,550 | 0,725 | 0,850 |
| G10.12 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G10.13 | 0,025 | 0,150 | 0,350 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| G10.14 | 0,075 | 0,250 | 0,450 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| G10.15 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| G10.16 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| G10.17 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,900 | 1,000 | 1,000 |
| G10.18 | 0,075 | 0,250 | 0,450 | 0,900 | 1,000 | 1,000 |

**Tablo 5.70** Kapalı alanlar için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G10.19 | 0,075 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,850 | 0,975 |
| G10.20 | 0,025 | 0,125 | 0,300 | 0,350 | 0,550 | 0,725 |
| G10.21 | 0,100 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| G10.22 | 0,025 | 0,100 | 0,250 | 0,900 | 1,000 | 1,000 |

**Tablo 5.71** Kapalı alanlar için BCoCoSo normalize karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G10.01 | 0,323 | 0,581 | 0,839 | 0,154 | 0,346 | 0,615 |
| G10.02 | 0,452 | 0,710 | 0,968 | 0,077 | 0,308 | 0,615 |
| G10.03 | 0,387 | 0,645 | 0,903 | 0,038 | 0,154 | 0,385 |
| G10.04 | 0,452 | 0,710 | 0,968 | 0,000 | 0,038 | 0,231 |
| G10.05 | 0,452 | 0,710 | 0,968 | 0,038 | 0,154 | 0,385 |
| G10.06 | 0,258 | 0,516 | 0,774 | 0,038 | 0,192 | 0,462 |
| G10.07 | 0,452 | 0,710 | 0,968 | 0,038 | 0,192 | 0,462 |
| G10.08 | 0,323 | 0,581 | 0,839 | 0,154 | 0,385 | 0,692 |
| G10.09 | 0,258 | 0,516 | 0,774 | 0,192 | 0,423 | 0,692 |
| G10.10 | 0,516 | 0,774 | 1,000 | 0,269 | 0,538 | 0,846 |
| G10.11 | 0,387 | 0,645 | 0,903 | 0,385 | 0,692 | 1,000 |
| G10.12 | 0,323 | 0,581 | 0,839 | 0,154 | 0,346 | 0,615 |
| G10.13 | 0,065 | 0,226 | 0,452 | 0,192 | 0,462 | 0,769 |
| G10.14 | 0,161 | 0,387 | 0,645 | 0,115 | 0,385 | 0,692 |
| G10.15 | 0,161 | 0,387 | 0,645 | 0,115 | 0,385 | 0,692 |
| G10.16 | 0,097 | 0,323 | 0,581 | 0,077 | 0,308 | 0,615 |
| G10.17 | 0,097 | 0,323 | 0,581 | 0,038 | 0,154 | 0,385 |
| G10.18 | 0,097 | 0,323 | 0,581 | 0,038 | 0,192 | 0,462 |
| G10.19 | 0,065 | 0,258 | 0,516 | 0,154 | 0,346 | 0,615 |
| G10.20 | 0,226 | 0,452 | 0,710 | 0,192 | 0,462 | 0,769 |
| G10.21 | 0,226 | 0,452 | 0,710 | 0,115 | 0,385 | 0,692 |

**Tablo 5.71** Kapalı alanlar için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G10.22 | 0,226 | 0,452 | 0,710 | 0,115 | 0,385 | 0,692 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| G10.01 | 0,385 | 0,654 | 0,846 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| G10.02 | 0,308 | 0,615 | 0,846 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| G10.03 | 0,154 | 0,462 | 0,731 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| G10.04 | 0,000 | 0,308 | 0,615 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| G10.05 | 0,154 | 0,462 | 0,731 | 0,650 | 0,850 | 0,975 |
| G10.06 | 0,154 | 0,462 | 0,731 | 0,650 | 0,850 | 0,975 |
| G10.07 | 0,231 | 0,538 | 0,808 | 0,650 | 0,850 | 0,975 |
| G10.08 | 0,308 | 0,615 | 0,885 | 0,450 | 0,650 | 0,850 |
| G10.09 | 0,462 | 0,731 | 0,923 | 0,400 | 0,600 | 0,775 |
| G10.10 | 0,462 | 0,731 | 0,923 | 0,500 | 0,675 | 0,800 |
| G10.11 | 0,538 | 0,808 | 0,962 | 0,550 | 0,725 | 0,850 |
| G10.12 | 0,077 | 0,385 | 0,654 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| G10.13 | 0,462 | 0,769 | 0,962 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| G10.14 | 0,308 | 0,615 | 0,885 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| G10.15 | 0,154 | 0,462 | 0,731 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| G10.16 | 0,077 | 0,385 | 0,654 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| G10.17 | 0,231 | 0,538 | 0,808 | 0,900 | 1,000 | 1,000 |
| G10.18 | 0,308 | 0,615 | 0,885 | 0,900 | 1,000 | 1,000 |
| G10.19 | 0,308 | 0,615 | 0,885 | 0,650 | 0,850 | 0,975 |
| G10.20 | 0,538 | 0,808 | 0,962 | 0,350 | 0,550 | 0,725 |
| G10.21 | 0,385 | 0,654 | 0,846 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| G10.22 | 0,615 | 0,846 | 0,962 | 0,900 | 1,000 | 1,000 |

Denklem (3.22) ve (3.23) kullanılarak, ağırlıklı karşılaştırma bulanık toplamının ($\tilde{S}_i$) güç ağırlığı ve her kontrol noktası için üstel ağırlıklı karşılaştırmalı dizileri ($\tilde{P}_i$) hesaplandı. Sonuçlar Tablo 5.72' de sunulmaktadır.

**Tablo 5.72** Kapalı alanlar için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı

| Kısa kod | $\tilde{S}_i$ | | | $\tilde{P}_i$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G10.01 | 0,732 | 1,305 | 0,914 | 2,998 | 3,110 | 3,615 |
| G10.02 | 0,731 | 1,322 | 0,950 | 2,917 | 3,124 | 3,691 |
| G10.03 | 0,600 | 1,136 | 0,832 | 2,670 | 2,819 | 3,432 |
| G10.04 | 0,485 | 0,966 | 0,766 | 1,673 | 2,471 | 3,255 |
| G10.05 | 0,598 | 1,134 | 0,850 | 2,669 | 2,823 | 3,470 |
| G10.06 | 0,489 | 1,070 | 0,818 | 2,553 | 2,758 | 3,410 |
| G10.07 | 0,636 | 1,193 | 0,894 | 2,740 | 2,924 | 3,570 |
| G10.08 | 0,579 | 1,155 | 0,913 | 2,833 | 2,951 | 3,629 |
| G10.09 | 0,617 | 1,175 | 0,886 | 2,889 | 2,977 | 3,577 |
| G10.10 | 0,837 | 1,392 | 1,001 | 3,148 | 3,262 | 3,805 |
| G10.11 | 0,875 | 1,485 | 1,043 | 3,215 | 3,374 | 3,865 |
| G10.12 | 0,598 | 1,200 | 0,866 | 2,736 | 2,953 | 3,514 |
| G10.13 | 0,680 | 1,314 | 0,889 | 2,844 | 3,053 | 3,504 |
| G10.14 | 0,585 | 1,222 | 0,893 | 2,776 | 2,991 | 3,555 |
| G10.15 | 0,508 | 1,144 | 0,849 | 2,649 | 2,886 | 3,470 |
| G10.16 | 0,397 | 1,023 | 0,787 | 2,388 | 2,693 | 3,334 |
| G10.17 | 0,532 | 1,095 | 0,770 | 2,541 | 2,721 | 3,277 |
| G10.18 | 0,570 | 1,154 | 0,814 | 2,596 | 2,818 | 3,375 |
| G10.19 | 0,509 | 1,115 | 0,834 | 2,652 | 2,820 | 3,418 |
| G10.20 | 0,618 | 1,175 | 0,888 | 2,872 | 2,971 | 3,574 |
| G10.21 | 0,602 | 1,194 | 0,880 | 2,828 | 2,980 | 3,548 |
| G10.22 | 0,831 | 1,426 | 0,939 | 3,036 | 3,234 | 3,648 |

**Adım 3. Risk değerlendirmesi**

Denklemler (3.24)- (3.26) kullanılarak, her kontrol noktası için üç bulanık değerlendirme puanı ($\tilde{f}_{ia}$, $\tilde{f}_{ib}$ , $\tilde{f}_{ic}$) elde edilmiştir. Değerlendirme puanları Tablo 5.73'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.73** Kapalı alanlar için BCoCoSo değerlendirme puanları

| **Kısa kod** | $\tilde{f}_{ia}$ | | | $\tilde{f}_{ib}$ | | | $\tilde{f}_{ic}$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G10.01 | 0,038 | 0,048 | 0,061 | 48,760 | 81,185 | 60,552 | 0,760 | 0,900 | 0,923 |
| G10.02 | 0,037 | 0,048 | 0,063 | 48,499 | 82,158 | 62,774 | 0,743 | 0,906 | 0,946 |
| G10.03 | 0,033 | 0,043 | 0,057 | 40,539 | 70,969 | 55,500 | 0,666 | 0,806 | 0,869 |
| G10.04 | 0,022 | 0,037 | 0,054 | 31,505 | 60,553 | 51,342 | 0,440 | 0,701 | 0,819 |
| G10.05 | 0,033 | 0,043 | 0,058 | 40,433 | 70,858 | 56,609 | 0,666 | 0,806 | 0,880 |
| G10.06 | 0,031 | 0,042 | 0,057 | 34,005 | 67,097 | 54,677 | 0,620 | 0,780 | 0,862 |
| G10.07 | 0,035 | 0,045 | 0,060 | 42,756 | 74,408 | 59,338 | 0,688 | 0,839 | 0,910 |
| G10.08 | 0,035 | 0,045 | 0,061 | 39,757 | 72,354 | 60,577 | 0,695 | 0,837 | 0,926 |
| G10.09 | 0,036 | 0,045 | 0,060 | 42,063 | 73,527 | 58,908 | 0,715 | 0,846 | 0,909 |
| G10.10 | 0,041 | 0,051 | 0,065 | 55,049 | 86,467 | 65,934 | 0,812 | 0,948 | 0,979 |
| G10.11 | 0,042 | 0,053 | 0,066 | 57,350 | 91,968 | 68,444 | 0,834 | 0,990 | 1,000 |
| G10.12 | 0,034 | 0,045 | 0,059 | 40,603 | 74,895 | 57,638 | 0,679 | 0,846 | 0,893 |
| G10.13 | 0,036 | 0,048 | 0,059 | 45,477 | 81,545 | 58,903 | 0,718 | 0,890 | 0,895 |
| G10.14 | 0,034 | 0,046 | 0,060 | 39,942 | 76,201 | 59,226 | 0,685 | 0,858 | 0,906 |
| G10.15 | 0,032 | 0,044 | 0,058 | 35,337 | 71,600 | 56,583 | 0,643 | 0,821 | 0,880 |
| G10.16 | 0,028 | 0,041 | 0,056 | 28,408 | 64,270 | 52,749 | 0,567 | 0,757 | 0,840 |
| G10.17 | 0,031 | 0,042 | 0,055 | 36,371 | 68,399 | 51,623 | 0,626 | 0,778 | 0,825 |
| G10.18 | 0,032 | 0,043 | 0,056 | 38,653 | 71,939 | 54,347 | 0,645 | 0,809 | 0,854 |
| G10.19 | 0,032 | 0,043 | 0,057 | 35,411 | 69,795 | 55,587 | 0,644 | 0,802 | 0,866 |
| G10.20 | 0,036 | 0,045 | 0,060 | 42,063 | 73,535 | 59,003 | 0,711 | 0,845 | 0,909 |
| G10.21 | 0,035 | 0,046 | 0,060 | 41,038 | 74,596 | 58,487 | 0,699 | 0,850 | 0,902 |
| G10.22 | 0,040 | 0,051 | 0,062 | 54,429 | 88,279 | 62,064 | 0,788 | 0,950 | 0,935 |

Bu üç bulanık değerlendirme puanları, Denklemler (3.27)- (3.29) kullanılarak net değerlendirme puanlarına ($f_{ia}$, $f_{ia}$, $f_{ia}$) dönüştürülmüştür (Tablo 5.74).

**Tablo 5.74** Kapalı alanlar için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama

| Kısa kod | $f_{ia}$ | $f_{ib}$ | $f_{ic}$ | $f_i$ | Sıralama |
|---|---|---|---|---|---|
| G10.01 | 0,049 | 63,499 | 0,861 | 22,859 | 5 |
| G10.02 | 0,049 | 64,477 | 0,865 | 23,199 | 4 |
| G10.03 | 0,045 | 55,669 | 0,780 | 20,079 | 15 |
| G10.04 | 0,038 | 47,800 | 0,653 | 17,222 | 22 |
| G10.05 | 0,045 | 55,967 | 0,784 | 20,186 | 14 |
| G10.06 | 0,043 | 51,926 | 0,754 | 18,766 | 20 |
| G10.07 | 0,047 | 58,834 | 0,812 | 21,203 | 7 |
| G10.08 | 0,047 | 57,563 | 0,819 | 20,780 | 13 |
| G10.09 | 0,047 | 58,166 | 0,823 | 20,990 | 10 |
| G10.10 | 0,052 | 69,150 | 0,913 | 24,859 | 2 |
| G10.11 | 0,054 | 72,587 | 0,941 | 26,069 | 1 |
| G10.12 | 0,046 | 57,712 | 0,806 | 20,811 | 12 |
| G10.13 | 0,048 | 61,975 | 0,834 | 22,303 | 6 |
| G10.14 | 0,047 | 58,456 | 0,817 | 21,080 | 8 |
| G10.15 | 0,045 | 54,507 | 0,782 | 19,685 | 17 |
| G10.16 | 0,042 | 48,476 | 0,721 | 17,545 | 21 |
| G10.17 | 0,043 | 52,131 | 0,743 | 18,820 | 19 |
| G10.18 | 0,044 | 54,980 | 0,769 | 19,828 | 16 |
| G10.19 | 0,044 | 53,598 | 0,771 | 19,360 | 18 |
| G10.20 | 0,047 | 58,200 | 0,822 | 21,000 | 9 |
| G10.21 | 0,047 | 58,041 | 0,817 | 20,939 | 11 |
| G10.22 | 0,051 | 68,258 | 0,891 | 24,522 | 3 |

**Adım 4. Faaliyetlerin kontrol edilmesi**

Bulanık CoCoSo sonuçlarına göre G10.11 “Tank ve kapalı alan içinde merdiven iniş boşlukları etrafına koruma yapılmaması” 26,069 puan ile en öncelikli sağlık ve

güvenlik çalışmalarını gerektiren kontrol noktası olarak elde edilmiştir. Bu kontrol noktasındaki sağlık ve güvenlik uygulamalarındaki eksiklikler boşluktan düşme sonucu travma, kırık ve ölüm ile sonuçlanabilecek mesleki riskleri meydana getirebilir. Kapalı alanlar için önem sıralaması yapılan kontrol noktalarına yönelik mesleki riskler Tablo 5.75'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.75** Kapalı alanlar kontrol noktaları için mesleki riskler

| Sıra | Kontrol noktası | | Risk kodu |
|---|---|---|---|
| 1 | G10.11 | Tank ve kapalı alan içinde merdiven iniş boşlukları etrafına koruma yapılmaması | R24 |
| 2 | G10.10 | Tank içi açıklıkların korunması amacıyla yapılmış olan korumaların (menhol, balkon, stringer vb.) zaman içerisinde aşırı paslanması ve çürümeye maruz kalması ve çalışmalar öncesi kontrol edilmemesi | R18 |
| 3 | G10.22 | Yanıcı, patlayıcı ve parlayıcı özellikteki alanlarda çıplak ampüllü aydınlatma armatürleri kullanılması | R25 |
| 4 | G10.02 | Mesleki yeterliliği bulunmayan personelin tersane faaliyetlerinde çalışmasına müsaade edilmesi | R26 |
| 5 | G10.01 | Tank kontrolünü yapacak personelin yeterli emniyet ekipmanlarını kullanmaması | R23 |
| 6 | G10.13 | Patlayıcı ve parlayıcı ortamlara komşu mahallerinde ateşli çalışma yapılmasına müsaade edilmesi | R24 |
| 7 | G10.07 | Sürekli aynı personel ile kapalı alanda fazla çalışma yapılması | R27 |
| 8 | G10.14 | Açılan kapalı alan ve tankların asgari olarak 1 saat havalandırmadan kapalı alan ve tanklarda çalışmaya başlanması | R23 |
| 9 | G10.20 | Aydınlatma değerlerinin yapılacak işe uygun seviyede olup olmadığının kontrol edilmemesi | R18 |
| 10 | G10.09 | Kaynakçı personeline 7,5 saatten fazla çalışma yaptırılması | R27 |
| 11 | G10.21 | Çalışma bölgelerinde elektriğin kesilmesi durumunda yedek aydınlatma bulunmaması | R18 |
| 12 | G10.12 | Perdeleri tehlikeli bölgelere denk gelen kapalı alan ve tankların perdelerinin yanlışlıkla çalışma yapılmamasına karşın görülebilecek şekilde markalanmaması | R23 |
| 13 | G10.08 | Çalışanlara ara dinlenme sürelerinin verilmemesi | R27 |
| 14 | G10.05 | Kapalı alanlarda çalışmalarla ilgili personelin eğitilmemesi | R20 |
| 15 | G10.03 | 65 yaş üstü ve 18 yaş altında personelin kapalı alanlarda çalıştırılması | R21 |

**Tablo 5.75** Kapalı alanlar kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 16 | G10.18 | Patlayıcı ortama uygun özellikte fan kullanılmaması | R23 |
| 17 | G10.15 | Kapalı alan ve tankların hacimlerine uygun debide ve hacimde fan kullanılmaması | R23 |
| 18 | G10.19 | Çalışmalar sırasında hava kalitesinin sürekli olarak ölçümlenmemesi ve izlenmemesi | R28 |
| 19 | G10.17 | Birden çok fan ile havalandırma yapılan tanklarda fanların kısa devre yapması | R23 |
| 20 | G10.06 | Kapalı alan ve tanklarda yalnız çalışma yapılması | R21 |
| 21 | G10.16 | Fan ile verilen taze havanın tankın içini dolaşmadan tank dışına çıkacak şekilde havalandırılması | R23 |
| 22 | G10.04 | Psikolojik problemleri bulunan personelin kapalı alanlarda çalıştırılması | R29 |

#### 5.2.1.11 Çalışma Pozisyonları

Çalışma pozisyonları tehlike kaynağı için oniki kontrol noktası espit edilmiştir. Tepit edilen kontrol noktalarına dair bilgiler aşağıda sıralanmıştır.

- G11.01: Çapak sıçramasını engelleyecek panellerin olmaması ve düzgün kullanılmaması.
- G11.02: Basılan zeminin uygun olmaması.
- G11.03: Aşırı ağır yük kaldırma.
- G11.04: Yükün geniş ve büyük olması.
- G11.05: Yükün keskin köşeli yüzeylere sahip olması.
- G11.06: Kimyasal maddelerin elle taşınması.
- G11.07: Yapılan işin biçimsiz pozisyon ya da hareketleri içermesi.

Karar verici uzman ekip tarafından her bir kriter için kontrol noktalarına Tablo 5.76'da bulanık dilsel terimler atanmıştır.

**Tablo 5.76** Çalışma pozisyonları için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi

| **Kontrol Noktaları** | **KV 1** | | | | **KV 2** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| G11.01 | O | OY | OY | ÇY | O | OY | O | OY |
| G11.02 | O | OY | OY | Y | O | OY | O | OY |

**Tablo 5.76** Çalışma pozisyonları için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G11.03 | O | Y | OY | O | OY | Y | O | Y |
| G11.04 | O | OY | OD | OD | OY | Y | O | OY |
| G11.05 | O | O | OD | Y | Y | Y | OY | O |
| G11.06 | OY | O | Y | OY | ÇY | Y | O | OD |
| G11.07 | OY | Y | O | OD | Y | OY | OD | Y |
| **Kontrol Noktaları** | **KV 3** | | | | **KV 4** | | | |
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| G11.01 | OY | OY | OD | OY | Y | Y | O | Y |
| G11.02 | OY | OY | D | OD | Y | Y | OD | O |
| G11.03 | O | OY | O | O | OY | Y | OY | OY |
| G11.04 | O | OD | O | OD | OY | O | OY | O |
| G11.05 | OY | OY | OD | OD | Y | Y | O | O |
| G11.06 | Y | OY | OY | O | Y | Y | Y | OY |
| G11.07 | OY | O | O | OD | Y | OY | OY | O |

**Adım 2. Risklerin analiz edilmesi**

Bu aşamada bulanık CoCoSo adımları uygulanmıştır. Karar verici uzman ekibin dilsel değerlendirmelerine karşılık gelen matrislerin aritmetik ortalaması alınarak başlangıç (toplu) karar matrisi elde edilir (Tablo 5.77). Elde edilen bulanık toplu karar matrisi normalleştirilerek bulanık normalize karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 5.78).

**Tablo 5.77** Çalışma pozisyonları için BCoCoSo toplu karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G11.01 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,550 | 0,750 | 0,925 |
| G11.02 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,550 | 0,750 | 0,925 |
| G11.03 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,650 | 0,850 | 0,975 |
| G11.04 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,400 | 0,600 | 0,775 |
| G11.05 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |

**Tablo 5.77** Çalışma pozisyonları için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G11.06 | 0,650 | 0,825 | 0,950 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| G11.07 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| G11.01 | 0,300 | 0,500 | 0,700 | 0,650 | 0,825 | 0,950 |
| G11.02 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,400 | 0,600 | 0,775 |
| G11.03 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,450 | 0,650 | 0,825 |
| G11.04 | 0,300 | 0,500 | 0,700 | 0,250 | 0,450 | 0,650 |
| G11.05 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,350 | 0,550 | 0,725 |
| G11.06 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| G11.07 | 0,300 | 0,500 | 0,700 | 0,300 | 0,500 | 0,675 |

**Tablo 5.78** Çalışma pozisyonları için BCoCoSo normalize karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G11.01 | 0,091 | 0,455 | 0,773 | 0,087 | 0,391 | 0,739 |
| G11.02 | 0,091 | 0,455 | 0,773 | 0,087 | 0,391 | 0,739 |
| G11.03 | 0,000 | 0,364 | 0,727 | 0,000 | 0,217 | 0,565 |
| G11.04 | 0,000 | 0,364 | 0,727 | 0,348 | 0,652 | 1,000 |
| G11.05 | 0,273 | 0,636 | 0,909 | 0,130 | 0,391 | 0,739 |
| G11.06 | 0,455 | 0,773 | 1,000 | 0,130 | 0,391 | 0,739 |
| G11.07 | 0,364 | 0,727 | 1,000 | 0,174 | 0,478 | 0,826 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| G11.01 | 0,296 | 0,593 | 0,889 | 0,571 | 0,821 | 1,000 |
| G11.02 | 0,444 | 0,741 | 1,000 | 0,214 | 0,500 | 0,750 |
| G11.03 | 0,148 | 0,444 | 0,741 | 0,286 | 0,571 | 0,821 |
| G11.04 | 0,296 | 0,593 | 0,889 | 0,000 | 0,286 | 0,571 |
| G11.05 | 0,370 | 0,667 | 0,963 | 0,143 | 0,429 | 0,679 |
| G11.06 | 0,000 | 0,222 | 0,519 | 0,143 | 0,429 | 0,714 |
| G11.07 | 0,296 | 0,593 | 0,889 | 0,071 | 0,357 | 0,607 |

Denklem (3.22) ve (3.23) kullanılarak, ağırlıklı karşılaştırma bulanık toplamının ($\tilde{S}_i$) güç ağırlığı ve her kontrol noktası için üstel ağırlıklı karşılaştırmalı dizileri ($\tilde{P}_i$) hesaplandı. Sonuçlar Tablo 5.79' de sunulmaktadır.

**Tablo 5.79** Çalışma pozisyonları için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı

| **Kısa kod** | $\tilde{S}_i$ | | | $\tilde{P}_i$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G11.01 | 0,458 | 1,196 | 0,950 | 2,572 | 2,979 | 3,677 |
| G11.02 | 0,394 | 1,076 | 0,914 | 2,459 | 2,840 | 3,629 |
| G11.03 | 0,183 | 0,840 | 0,797 | 1,300 | 2,474 | 3,392 |
| G11.04 | 0,308 | 0,969 | 0,899 | 1,445 | 2,682 | 3,586 |
| G11.05 | 0,453 | 1,075 | 0,923 | 2,597 | 2,850 | 3,660 |
| G11.06 | 0,372 | 0,911 | 0,833 | 1,947 | 2,576 | 3,470 |
| G11.07 | 0,460 | 1,079 | 0,934 | 2,557 | 2,857 | 3,684 |

**Adım 3. Risk değerlendirmesi**

Denklemler (3.24)- (3.26) kullanılarak, her kontrol noktası için üç bulanık değerlendirme puanı ($\tilde{f}_{ia}$, $\tilde{f}_{ib}$ , $\tilde{f}_{ic}$) elde edilmiştir. Değerlendirme puanları Tablo 5.80'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.80** Çalışma pozisyonları için BCoCoSo değerlendirme puanları

| **Kısa kod** | $\tilde{f}_{ia}$ | | | $\tilde{f}_{ib}$ | | | $\tilde{f}_{ic}$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G11.01 | 0,097 | 0,158 | 0,264 | 4,481 | 8,829 | 8,023 | 0,654 | 0,901 | 0,998 |
| G11.02 | 0,091 | 0,148 | 0,260 | 4,048 | 8,068 | 7,791 | 0,616 | 0,845 | 0,980 |
| G11.03 | 0,047 | 0,125 | 0,239 | 2,000 | 6,495 | 6,967 | 0,320 | 0,715 | 0,904 |
| G11.04 | 0,056 | 0,138 | 0,256 | 2,798 | 7,360 | 7,672 | 0,378 | 0,788 | 0,968 |
| G11.05 | 0,097 | 0,149 | 0,262 | 4,475 | 8,068 | 7,862 | 0,658 | 0,847 | 0,989 |
| G11.06 | 0,074 | 0,132 | 0,246 | 3,532 | 6,962 | 7,224 | 0,500 | 0,752 | 0,929 |
| G11.07 | 0,096 | 0,149 | 0,264 | 4,485 | 8,099 | 7,940 | 0,651 | 0,849 | 0,996 |

Bu üç bulanık değerlendirme puanları, Denklemler (3.27)- (3.29) kullanılarak net değerlendirme puanlarına ($f_{ia}$, $f_{ia}$, $f_{ia}$) dönüştürülmüştür (Tablo 5.81).

**Tablo 5.81** Çalışma pozisyonları için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama

| Kısa kod | $f_{ia}$ | $f_{ib}$ | $f_{ic}$ | $f_i$ | Sıralama |
|---|---|---|---|---|---|
| G11.01 | 0,173 | 7,111 | 0,851 | 3,727 | 1 |
| G11.02 | 0,166 | 6,635 | 0,814 | 3,503 | 4 |
| G11.03 | 0,137 | 5,154 | 0,646 | 2,750 | 7 |
| G11.04 | 0,150 | 5,943 | 0,711 | 3,128 | 5 |
| G11.05 | 0,169 | 6,801 | 0,831 | 3,586 | 3 |
| G11.06 | 0,151 | 5,906 | 0,727 | 3,126 | 6 |
| G11.07 | 0,170 | 6,841 | 0,832 | 3,603 | 2 |

**Adım 4. Faaliyetlerin kontrol edilmesi**

Bulanık CoCoSo sonuçlarına göre G11.01 "Gemi üzerinde Çapak sıçramasını engelleyecek panellerin olmaması ve düzgün kullanılmaması" 3,727 puan ile en öncelikli sağlık ve güvenlik çalışmalarını gerektiren kontrol noktası olarak elde edilmiştir. Bu kontrol noktasındaki sağlık ve güvenlik uygulamalarındaki eksiklikler Görme duyusunun zarar görmesi sonucu göz rahatsızlıkları, görme kaybı ile sonuçlanabilecek mesleki riskleri meydana getirebilir. Çalışma pozisyonları için önem sıralaması yapılan kontrol noktalarına yönelik mesleki riskler Tablo 5.82'de sunulmaktadır.

**Tablo 5.82** Çalışma pozisyonları kontrol noktaları için mesleki riskler

| Sıra | Kontrol noktası | | Risk kodu |
|---|---|---|---|
| 1 | G11.01 | Gemi üzerinde çapak sıçramasını engelleyecek panellerin olmaması ve düzgün kullanılmaması | R14 |
| 2 | G11.07 | Yapılan işin biçimsiz pozisyon ya da hareketleri içermesi | R30 |
| 3 | G11.05 | Yükün keskin köşeli yüzeylere sahip olması | R20 |
| 4 | G11.02 | Basılan zeminin uygun olmaması | R18 |

**Tablo 5.82** Çalışma pozisyonları kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 | G11.04 | Yükün geniş ve büyük olması | R17 |
| 6 | G11.06 | Kimyasal maddelerin elle taşınması | R31 |
| 7 | G11.03 | Aşırı ağır yük kaldırma | R30 |

**Adım 5. Sürekli iyileştirme**

Önerilen karar modeli analiz sonuçlarına göre halat manevraları tehlike kaynağı için meydana gelmesi beklenen mesleki riskler halatın savrulması, kopması, rodasının içinde kalması, babadan kurtulması, çalışanlara çarpması ve takılması sonucu ağır yaralanma ve ölüm ile sonuçlanabilecek olaylar şeklinde açıklanabilir. Öncelikli ilk üç kontrol noktasına baktığımızda mesleki risklerin yaşanmaması için İSG denetimlerinin önemli bir etkiye sahip olduğu açıktır. Halatların periyodik kontrollerinin gerçekleştirilmesi ve İSG eğitimlerinin işin gerekliklerine uygun olarak hazırlanması mesleki riskleri önlemek için önemlidir. En düşük önem derecesine sahip kontrol noktası G1.10 "Çalışanların halat savrulma ekseninde bulunması" olarak elde edilmiştir. Bu, işyerinde çalışanların mesleki yeterlilik eğitimlerine sahip olduğunu ve eğitimlerin etkinliğini göstermektedir.

Gemi manevraları tehlike kaynağı için muhtemel mesleki riskler yüksekten düşme ve geminin çarpması sonucu ciddi yaralanma ve ölüm ile sonuçlanabilecek olaylardır. Öncelikli ilk üç kontrol noktasına bakıldığında iş operasyonları başlatılmadan önce iş izni prosedürün işletilmesi, İSG denetimlerinin gerçekleştirilmesi ve çalışanlara işin gerekliliğine uygun talimatlar hazırlanması mesleki riskleri önlemek için önemlidir. En düşük önem derecesine sahip kontrol noktası G2.10 "Pilotların gemi manevraları ve operasyonları öncesinde riskleri analiz etmemeleri" olarak elde edilmiştir. Bu, işyerinde mesleki riskler hususunda çalışanların bilgi sahibi olduğunu göstermektedir.

Kaynak donanımları tehlike kaynağı için muhtemel mesleki riskler elektrik kaçağı ve malzeme düşmesi sonucu yaralanma ve ölüm ile sonuçlanabilecek olaylardır. Öncelikli ilk üç kontrol noktasını göre periyodik muayene ve kontrollerin düzenli olarak yapılması, mesleki eğitim ve İSG denetimlerinin önemi açıktır. En düşük önem derecesine sahip kontrol noktası G3.09 "Duman ve gazların olumsuz etkileri" olarak elde edilmiştir. Buna göre, işyerinde kaynak işlerinde çalışanların işe uygun

KKD'lere sahiip olduğu ve işin gereklilikleri ile ilgili bilgi sahibi oldukları anlaşılmaktadır.

Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri kontrol noktaları için mesleki riskler çevre kirliliği sonucu deniz altı canlılarının zarar görmesi ve ağır maddi hasardır. Bu mesleki risklerin önlenebilmesi için öncelikli kontrol noktalarını incelediğimizde iş izin sisteminin uygulanmasının, malzeme güvenlik bilgi formlarının oluşturulmasının ve İSG denetimlerinin önemi görülmektedir.

Gemi iskeleleri tehlike kaynağı için mesleki riskler düşme, kayma ve takılma sonucu ciddi yaralanma ve ölüm ile sonuçlanabilecek olaylardır. Öncelikli kontrol noktalarına baktığımızda iskelelerde uyarı levhalarının bulunmasının, iskele kurulum öncesi ve sonrasında gerekli prosedürlerin eksiksiz yerine getirilmesinin ve iskele elemanlarının standarlara uygun olanlarının kullanılmasının mesleki riskleri önlemek için gerekli faaliyetler olduğu görülmektedir. En düşük önem derecesine sahip G5.01 "İskele elemanlarının depolandığı veya yığıldığı alanlarda düzgün bir şekilde istif edilmemesi" kontrol noktası işyerinde tertip ve düzen konusunda gerekli çalışmalarının yürütüldüğünü göstermektedir.

Saç, plak ve boru işleri kontrol noktaları için mesleki riskler malzeme düşmesi sonucu hafif yaralanma, uzuv kaybı, iş günü kaybı, maddi hasar ve ölüm ile sonuçlanabilecek olaylardır. Mesleki risklerin önlenmesi için uygun kaldırma ekipmanlarının kullanılması, boğdurma yönteminin yapılması, saçların dört noktasından eşit mesafelerde bağlanması ve kaynatılan mapaların İSG personeli ve yük bağlanacak armador tarafından kontrol edilmesi gerekli önlemlerdir. En düşük önem derecesine sahip kontrol noktası G6.07 "Dönen ve savrulan saç ve blokların el ile durdurulmaya çalışılması" işyerinde yük kaldırma işlemleri öncesinde iş izin sisteminin uygulandığını ve çalışan personelin bilgi sahibi olduğunu göstermektedir.

Double bank kontrol noktası için mesleki riskler acil durumlara müdahale edilmemesi veya geç müdahale edilmesi sonucu yaralanma, maddi hasar ve ölüm ile sonulanabilecek olaylardır. Öncelikli kontrol noktaları incelendiğinde mesleki riskleri önlemek için acil durumlarda yaralı ve müdahale ekipmanı transferinin sağlanması amacıyla gemilere yeterli sayıda vinç hizmeti sağlanmasının, vinç erişimi olmayan ve sedye ile yaralı transferi yapılamayacak alanlarda çalışma

yapılmamasının, gemilerin olumsuz havalarda maruz kalacağı etkiler hesaplanarak yeterli sayıda halat ile bağlanmalısının, gerekli durumlar için ilave baglama tedbirleri alınmasının, habersiz ve izinsiz ballast operasyonu yapılmamasnın, gemi hareketlerinden maksimum koruma sağlayan ölçülerde gangway ve merdivenlerin kullanılmasının, olası yangın halinde her iki gemiyede müdahale edebilecek şekilde rıhtımın itfaiye geçişlerine açık halde tutulmasının, her iki gemi arasında itfaiye ve acil durum müdahale ekipmanlarının transferini sağlayabilecek sayıda geçiş bulundurulmasının, her iki gemi üzerine itfaiye ve acil durum müdahale ekipmanlarının transferini sağlayabilecek vinç hizmeti sağlanmasının ve zorunlu haller dışında double bank yapılmamasının sağlanması gerekmektedir. En düşük önem derecesine sahipp kontrol noktası G7.05 "Gemiye yeterli vinç ulaşımı sağlanamaması" işyerinde double bank operasyonları için gerekli önlemlerin gerçekleştirildiğini göstermektedir.

Gaz ölçümleri kontrol noktası için mesleki riskler zehirli gazlara maruz kalma sonucu zehirlenme, yangın, parlama ve patlama sonucu ölüm ile sonuçlanabilecek olaylardır. Öncelikli kontrol noktaları incelendiğinde mesleki riskleri önlemek için kapalı alanların menhollerinin açılmasının ardından gaz ölçümlerinin alınması, gaz değerlerinin limitlerin üzerinde olması halinde girişin yasak olduğunu gösteren tabelalar tank girişlerine asılması ve gerekirse çapraz lamalar ile tanka fizilsel girişin kısıtlanması, havadan ağır zehirli gazların olduğu yada açığa çıkma ihtimalinin bulunduğu derin tanklarda havalandırma işlemi yapılırken havalandırma fanlarına fan poşetleri bağlanarak tank tabanına 1 metre kalaya kadar çekilmesi, tankta iki adet menhol olması halinde birinci mehnolden fan poşetinin salınması diğer menholden sirküle edilen havanın çıkmasının sağlanması, tankta yalnızca bir menhol bulunması halinde aynı menholden fan poşetinin salınıp havanın dışarı çıkmasına olanak sağlanacak şekilde yerleşim yapılması, fanın sürekli aktif bir şekilde çalışmasının rutin olarak kontrol edilmesi, tüm kapalı mahallere giriş yapılmadan önce gaz ölçüm ekibi tarafından gaz ölçümlerinin alınması ve periyodik olarak gaz ölçümlerinin alınmaya devam edilmesi, tank içi olaylarda hızlı kurtarma yapılabilmesi amacı ile İSG birimi tarafından kurtarma ekipmanlarının gemi üzerinde hazır tutulması ve İSG biriminde görevli personellerin kurtarma konusunda eğitimli ve tecrübeli olması sağlanır. En düşük önem derecesine sahip kontrol noktası G8.04 "Kapalı alanlarda çalışma yapacak

yada yaptıracak personelin yanıcı, parlayıcı ve patlayıcı maddeler hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması" işyerinde gaz ölçüm faaliyetlerinin mesleki bilgi ve yeterliliğe sahip çalışanlar tarafından yapıldığını göstermektedir.

Açıklıklar kontrol noktası için mesleki riskler elektrik kaçağı, düşme, mahsur kalma ve boğulma sonucu meydana gelebilecek ciddi yaralanmalı ve ölümlü olaylardır. Öncelikli kontrol noktalarını incelediğimizde mesleki riskleri önlemek için açıklıklardan kablo geçişi yapılan bölümlerdeki kapak gibi malzemelere sıkışma sağlayabilecek elemanların sabitlenmesi, kapalı alanlarda çalışma konusunda çalışanların bilgilendirilmesi, kapalı alanlarda yalnız çalışma yapılmaması, kapalı alanlarda çalışma talimatının hazırlanması ve çalışanlara tebliğ edilmesi gerekmektedir. En düşük önem derecesine sahip kontrol noktası G9.06 "Koruma kapaklarının açılır kapanır özellikte olması ve çalışanların korumaları kapatmaması" işyerinde korumaların kullanımı ile ilgili çalışanların bilgi sahibi olduğunu göstermektedir.

Kapalı alanlar tehlike kaynağı için mesleki riskler boşluktan düşme, onarımda bulunan gemiler, tanklar ve kuyularda meydana gelebilecek takılma, düşme, elektrik çarpması, açık alanlardan düşme sonucunda ciddi yaralanma ve ölüm ile sonuçlanabilecek olaylardır. Öncelikli kontrol noktalarını incelediğimizde mesleki riskleri önlemek için alınması gereken önlemler tankların giriş ve çıkış bölümleri için kontrol formlarının düzenlenmesi, koruması olmayan bölümler için teçhiz istenmesi ve iş izinlerinin oluşturulması, periyodik kontrol formlarının oluşturulması ve İSG denetimlerinin yapılması şeklinde sıralanabilir. En düşük önem derecesine sahip kontrol noktası G10.04 "Psikolojik problemleri bulunan personelin kapalı alanlarda çalıştırılması", işyerinde kapalı alanlar gibi özel çalışma koşullarında uygun personel seçimine dikkat edildiği görülmektedir.

Çalışma pozisyonları tehlike kaynağı için mesleki riskler uygun olmayan pozisyonda çalışma ve aşırı yüke maruziyet sonucu kas iskelet sistemi rahatsızlıkları ve meslek hastalığı meydana gelmedir. Öncelikli kontrol noktalarını incelediğimizde çalışma ortamının ergonomik açıdan düzenlenmesi ve çalışanların doğru çalışma pozisyonları hakkında bilgilendirilmesinin mesleki riskleri önlemek için alınabilecek önlemler olduğu görülmektedir. En düşük önem derecesine sahip kontrol noktası G11.03 "Aşırı ağır yük kaldırma", işyerinde kas iskelet sistemi rahatsızlıklarını önlemek için gerekli önlemlerin alındığını göstermektedir.

### 5.2.2 Gemi Operasyonları İçin Karşılaştırmalı Analiz

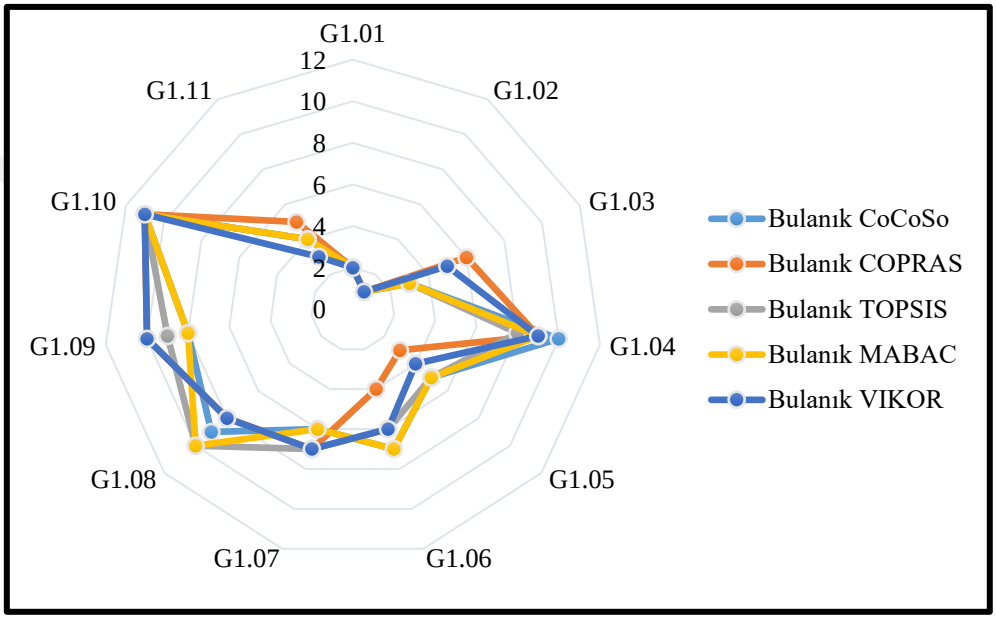
Bu tez çalışmasında önerilen karar modeli yaklaşımının etkinliğini daha fazla göstermek için karşılaştırmalı analiz yöntemine başvurulmuştur. Bu kapsamda bulanık COPRAS (Bathrinath vd., 2021), bulanık TOPSIS (Zubayer vd., 2019), bulanık MABAC (Liang vd., 2019)ve bulanık VIKOR (Rathore vd., 2021) yöntemleri seçilerek, karşılaştırma için vaka çalışmasına uygulanmıştır. Bu yöntemler kullanılarak gemi operasyonları için tanımlanmış olan her bir tehlike kaynağına yönelik kontrol noktaları sıralanmaktadır ve analiz sonuçları Tablo 5.83 ve Tablo 5.93 aralığında sunulmaktadır. Karşılaştırmalı analiz için kullanılan dört yöntemin analiz sonuçları ile önerdiğimiz karar modeli yöntemi analiz sonuçları arasındaki ilişkiyi incelemek için spearman korelasyon testi uygulanmaktadır.

**Tablo 5.83** Halat manevraları için karşılaştırmalı analiz sonuçları

| **Kontrol Noktası Kısa Kod** | **Nihai değerlendirme puanları ve sıralama** | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Bulanık CoCoSo** | | **Bulanık COPRAS** | | **Bulanık TOPSIS** | | **Bulanık MABAC** | | **Bulanık VIKOR** | |
| G1.01 | 3,1285 | 2 | 83,59 | 2 | 0,850 | 2 | 0,2846 | 2 | 0,1074 | 2 |
| G1.02 | 3,3028 | 1 | 100,00 | 1 | 0,858 | 1 | 0,3688 | 1 | 0,0483 | 1 |
| G1.03 | 2,7564 | 3 | 69,58 | 6 | 0,655 | 3 | 0,0936 | 3 | 0,1838 | 6 |
| G1.04 | 2,0934 | 10 | 58,67 | 9 | 0,481 | 8 | -0,1601 | 9 | 0,2489 | 10 |
| G1.05 | 2,7198 | 5 | 74,25 | 3 | 0,589 | 5 | 0,0720 | 5 | 0,1598 | 4 |
| G1.06 | 2,5722 | 7 | 71,82 | 4 | 0,543 | 6 | -0,0019 | 7 | 0,1793 | 5 |
| G1.07 | 2,5810 | 6 | 66,94 | 7 | 0,542 | 7 | 0,0104 | 6 | 0,2145 | 7 |
| G1.08 | 2,1069 | 9 | 60,53 | 8 | 0,382 | 10 | -0,1873 | 10 | 0,2315 | 8 |
| G1.09 | 2,1647 | 8 | 55,14 | 10 | 0,384 | 9 | -0,1536 | 8 | 0,2452 | 9 |
| G1.10 | 1,9962 | 11 | 53,84 | 11 | 0,313 | 11 | -0,1891 | 11 | 0,2566 | 11 |
| G1.11 | 2,7452 | 4 | 70,97 | 5 | 0,633 | 4 | 0,0856 | 4 | 0,1377 | 3 |

Halat manevraları tehlike kaynağı için farklı yöntemler kullanılarak belirlenen ilk üç kontrol noktası, yaklaşımımızın sonuçlarıyla yüksek oranda tutarlıdır (Tablo 5.83). Karar modeli yöntemimiz ve bulanık COPRAS, bulanık TOPSIS, bulanık MABAC ve bulanık VIKOR metodolojileri kullanılarak halat manevraları kontrol

noktalarının sıralamaları için BCoCoSo – BCOPRAS arasında spearman korelasyon katsayısı 0.8636 ve p-değeri 0.0006, BCoCoSo – BTOPSIS arasında spearman korelasyon katsayısı 0.9636 ve p-değeri 0.0000, BCoCoSo – BMABAC arasında spearman korelasyon katsayısı 0.9909 ve p-değeri 0.0000, BCoCoSo – BVIKOR arasında spearman korelasyon katsayısı 0.9182 ve p-değeri: 0.0001 olarak hesaplanmıştır. Ortalama Spearman korelasyon katsayısı 0.9341 ve Kendall's W uyum katsayısı 0.8602'dir. Bu sonuçlar, önerilen modelimiz ile dört metodoloji arasında güçlü ilişkiler olduğunu göstermektedir.




**Şekil 5.4** Halat manevraları karşılaştırmalı analiz göstergesi

Halat manevraları için önerilen karar modeli yöntemi kullanarak elde edilen kontrol noktalarının sıralamaları sırası ile BMABAC, BTOPSIS, BVIKOR ve BCOPRAS yöntemleri ile yakından örtüşmektedir (Şekil 5.4). Bu, önerilen karar modelimizin halat manevraları için etkinliğini doğrulamaktadır.

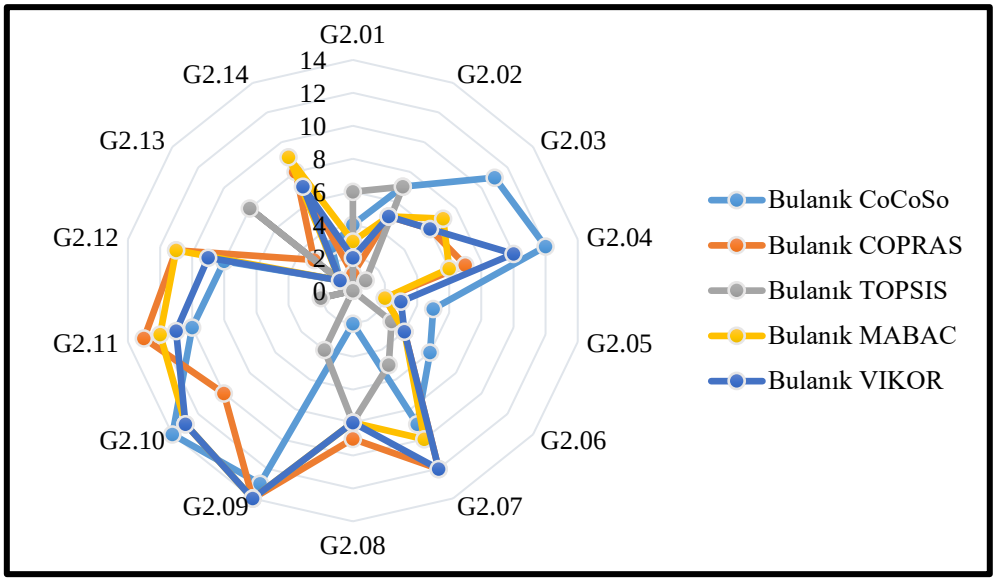
**Tablo 5.84** Gemi manevraları için karşılaştırmalı analiz sonuçları

| **Kontrol Noktası** | **Nihai değerlendirme puanları ve sıralama** | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa Kod** | **Bulanık CoCoSo** | | **Bulanık COPRAS** | | **Bulanık TOPSIS** | | **Bulanık MABAC** | | **Bulanık VIKOR** | |
| G2.01 | 3,0604 | 4 | 100,00 | 1 | 1,036 | 6 | 0,1366 | 3 | 0,0231 | 2 |
| G2.02 | 2,9278 | 7 | 96,42 | 5 | 1,014 | 7 | 0,0919 | 5 | 0,0650 | 5 |
| G2.03 | 2,7473 | 11 | 95,34 | 6 | 6,396 | 1 | 0,0412 | 7 | 0,0943 | 6 |

**Tablo 5.84** Gemi manevraları için karşılaştırmalı analiz sonuçları (devamı)

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G2.04 | 2,6947 | 12 | 86,23 | 7 | -2,268 | 0 | 0,0431 | 6 | 0,2077 | 10 |
| G2.05 | 3,0133 | 5 | 99,04 | 2 | -0,819 | 0 | 0,1456 | 2 | 0,0332 | 3 |
| G2.06 | 2,9456 | 6 | 96,54 | 4 | 1,684 | 3 | 0,0982 | 4 | 0,0558 | 4 |
| G2.07 | 2,8451 | 9 | 68,58 | 12 | 1,182 | 5 | -0,0617 | 10 | 0,2638 | 12 |
| G2.08 | 3,1353 | 2 | 75,91 | 9 | 0,309 | 8 | 0,0382 | 8 | 0,1758 | 8 |
| G2.09 | 2,5832 | 13 | 64,90 | 14 | 1,358 | 4 | -0,1712 | 14 | 0,2977 | 14 |
| G2.10 | 2,5063 | 14 | 75,63 | 10 | -12,440 | 0 | -0,1617 | 13 | 0,2883 | 13 |
| G2.11 | 2,7679 | 10 | 67,72 | 13 | 1,751 | 2 | -0,1256 | 12 | 0,2521 | 11 |
| G2.12 | 2,8968 | 8 | 71,70 | 11 | -1,220 | 0 | -0,0619 | 11 | 0,2020 | 9 |
| G2.13 | 3,4401 | 1 | 97,65 | 3 | 0,309 | 8 | 0,1777 | 1 | 0,0121 | 1 |
| G2.14 | 3,0828 | 3 | 80,13 | 8 | -1,181 | 0 | 0,0204 | 9 | 0,1376 | 7 |

Gemi manevraları tehlike kaynağı için farklı yöntemler kullanılarak belirlenen ilk kontrol noktası, yaklaşımımızın sonuçlarıyla yüksek oranda tutarlıdır (Tablo 5.84). Karar modeli yöntemimiz ve bulanık COPRAS, bulanık TOPSIS, bulanık MABAC ve bulanık VIKOR metodolojileri kullanılarak gemi manevraları kontrol noktalarının sıralamaları için için BCoCoSo – BCOPRAS arasında spearman korelasyon katsayısı 0.5648 ve p-değeri 0.03533, BCoCoSo – BTOPSIS arasında spearman korelasyon katsayısı -0.2376 ve p-değeri 0.4133, BCoCoSo – BMABAC arasında spearman korelasyon katsayısı 0.6527 ve p-değeri 0.0138, BCoCoSo – BVIKOR arasında spearman korelasyon katsayısı 0.7582 ve p-değeri 0.0016 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre, BCoCoSo ile diğer bazı yöntemler arasında (örneğin, BCOPRAS, BMABAC, BVIKOR) anlamlı ve güçlü pozitif korelasyonlar gözlemlenmektedir ve p-değerlerinin çok düşük olması, bu yöntemlerin sıralama sonuçlarının birbirleriyle uyumlu olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, BTOPSIS'in negatif ilişki göstermesi, diğer yöntemlerle ters yönde bir sıralama eğilimi olduğunu ifade eder. Hesaplanan Kendall's W uyum katsayısı değeri 0.5470'tir. Bu değer yöntemler arasında orta düzeyde bir uyum olduğunu gösterir.




**Şekil 5.5** Gemi manevraları karşılaştırmalı analiz göstergesi

Gemi manevraları kontrol noktaları için önerilen karar modeli analiz sonuçları ile karşılaştırmalı analiz yöntemleri sonuçları arasındaki gösterge Şekil 5.5'te sunulmaktadır.

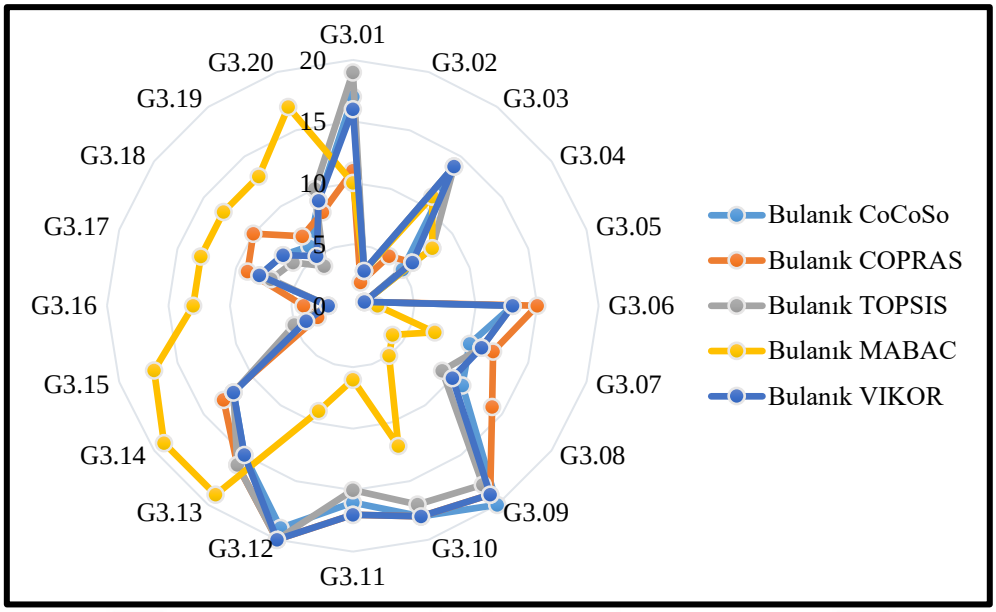
**Tablo 5.85** Kaynak donanımları için karşılaştırmalı analiz sonuçları

| **Kontrol Noktası Kısa Kod** | **Nihai değerlendirme puanları ve sıralama** | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Bulanık CoCoSo** | | **Bulanık COPRAS** | | **Bulanık TOPSIS** | | **Bulanık MABAC** | | **Bulanık VIKOR** | |
| G3.01 | 2,2796 | 17 | 62,00 | 11 | 0,294 | 19 | 0,1501 | 10 | 0,4836 | 16 |
| G3.02 | 3,2366 | 3 | 80,88 | 2 | 0,688 | 3 | 0,3844 | 3 | 0,1290 | 3 |
| G3.03 | 2,5889 | 14 | 68,89 | 5 | 0,451 | 14 | 0,1475 | 11 | 0,3763 | 14 |
| G3.04 | 3,0489 | 5 | 68,14 | 6 | 0,635 | 8 | 0,1831 | 8 | 0,2116 | 6 |
| G3.05 | 3,4279 | 1 | 100,00 | 1 | 0,782 | 1 | 0,4789 | 1 | 0,0424 | 1 |
| G3.06 | 2,6546 | 13 | 53,86 | 15 | 0,501 | 13 | 0,4293 | 2 | 0,3678 | 13 |
| G3.07 | 2,8997 | 10 | 61,44 | 12 | 0,553 | 11 | 0,2023 | 7 | 0,2743 | 11 |
| G3.08 | 2,8972 | 11 | 60,02 | 14 | 0,625 | 9 | 0,3537 | 4 | 0,2631 | 10 |
| G3.09 | 1,9569 | 20 | 45,26 | 19 | 0,334 | 18 | 0,2971 | 5 | 0,6119 | 19 |
| G3.10 | 2,1824 | 18 | 47,46 | 18 | 0,401 | 17 | -0,0024 | 12 | 0,5316 | 18 |
| G3.11 | 2,3638 | 16 | 49,08 | 17 | 0,443 | 15 | 0,2174 | 6 | 0,4943 | 17 |
| G3.12 | 1,9755 | 19 | 43,58 | 20 | 0,275 | 20 | 0,1653 | 9 | 0,6407 | 20 |

**Tablo 5.85** Kaynak donanımları için karşılaştırmalı analiz sonuçları (devamı)

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G3.13 | 2,4709 | 15 | 50,93 | 16 | 0,411 | 16 | -0,3495 | 19 | 0,4529 | 15 |
| G3.14 | 2,7624 | 12 | 60,82 | 13 | 0,507 | 12 | -0,3495 | 19 | 0,3393 | 12 |
| G3.15 | 3,1791 | 4 | 79,24 | 3 | 0,679 | 5 | -0,2949 | 17 | 0,1513 | 4 |
| G3.16 | 3,3009 | 2 | 77,69 | 4 | 0,731 | 2 | -0,2534 | 13 | 0,1074 | 2 |
| G3.17 | 2,9877 | 8 | 65,63 | 9 | 0,641 | 7 | -0,2534 | 13 | 0,2348 | 8 |
| G3.18 | 2,9879 | 7 | 62,71 | 10 | 0,671 | 6 | -0,2534 | 13 | 0,2264 | 7 |
| G3.19 | 3,0188 | 6 | 66,29 | 7 | 0,682 | 4 | -0,2534 | 13 | 0,2065 | 5 |
| G3.20 | 2,9608 | 9 | 65,70 | 8 | 0,611 | 10 | -0,2949 | 17 | 0,2506 | 9 |

Kaynak donanımları tehlike kaynağı için farklı yöntemler kullanılarak belirlenen ilk üç kontrol noktası, yaklaşımımızın sonuçlarıyla yüksek oranda tutarlıdır (Tablo 5.85). Karar modeli yöntemimiz ve bulanık COPRAS, bulanık TOPSIS, bulanık MABAC ve bulanık VIKOR metodolojileri kullanılarak kaynak donanımları kontrol noktalarının sıralamaları için BCoCoSo – BCOPRAS arasında spearman korelasyon katsayısı 0.7818 ve p-değeri 0.0044, BCoCoSo – BTOPSIS arasında spearman korelasyon katsayısı 0.9636 ve p-değeri 0.0000, BCoCoSo – BMABAC arasında spearman korelasyon katsayısı 0.5 ve p-değeri 0.1173, BCoCoSo – BVIKOR arasında spearman korelasyon katsayısı 0.9727 ve p-değeri 0.01 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, BCoCoSo, BTOPSIS ve BVIKOR yöntemleri arasında çok güçlü bir uyum olduğunu, BMABAC yönteminin diğer yöntemlerle en az uyum gösteren yöntem olduğunu, Kendall's W değerinin 1'den büyük olması, yöntemler arasında genel olarak yüksek bir uyum olduğunu göstermektedir Bu, önerilen karar modelimizin kaynak donanımaları için etkinliğini doğrulamaktadır.



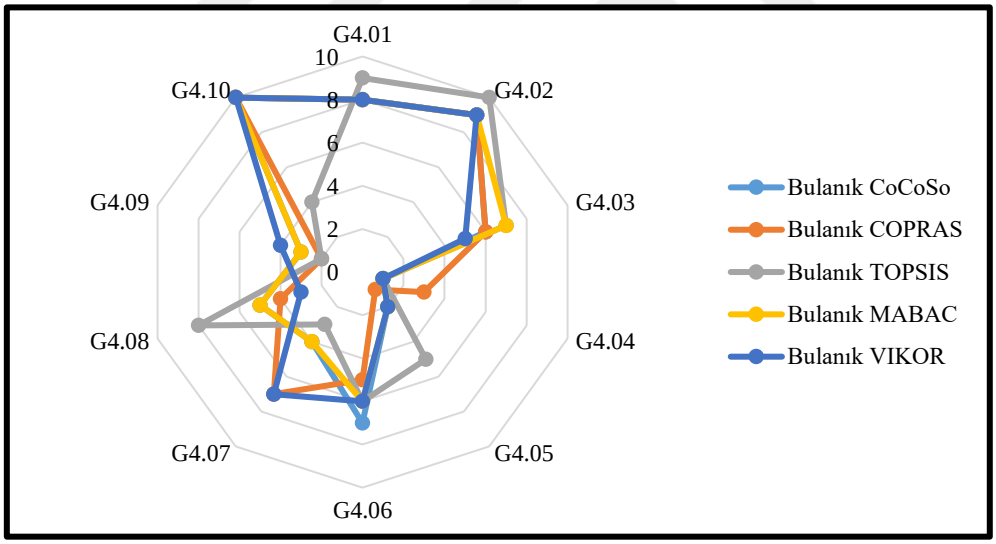

**Şekil 5.6** Kaynak donanımları karşılaştırmalı analiz göstergesi

Kaynak donanımları kontrol noktaları için önerilen karar modeli analiz sonuçları ile karşılaştırmalı analiz yöntemleri sonuçları arasındaki gösterge Şekil 5.6'da sunulmaktadır.

**Tablo 5.86** Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri için karşılaştırmalı analiz sonuçları

| Kontrol Noktası Kısa Kod | Nihai değerlendirme puanları ve sıralama | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bulanık CoCoSo | | Bulanık COPRAS | | Bulanık TOPSIS | | Bulanık MABAC | | Bulanık VIKOR | |
| G4.01 | 2,3693 | 8 | 79,33 | 8 | 0,149 | 9 | -0,1169 | 8 | 0,1845 | 8 |
| G4.02 | 2,2386 | 9 | 76,92 | 9 | 0,139 | 10 | -0,1357 | 9 | 0,3096 | 9 |
| G4.03 | 2,6272 | 6 | 86,82 | 6 | 0,190 | 7 | 0,0026 | 7 | 0,1252 | 5 |
| G4.04 | 2,9751 | 1 | 93,69 | 3 | 0,890 | 1 | 0,1772 | 1 | 0,0041 | 1 |
| G4.05 | 2,8366 | 2 | 100,00 | 1 | 0,425 | 5 | 0,1484 | 2 | 0,0938 | 2 |
| G4.06 | 2,5845 | 7 | 88,23 | 5 | 0,324 | 6 | 0,0203 | 6 | 0,1325 | 6 |
| G4.07 | 2,7705 | 4 | 84,82 | 7 | 0,787 | 3 | 0,0863 | 4 | 0,1395 | 7 |
| G4.08 | 2,6716 | 5 | 91,59 | 4 | 0,180 | 8 | 0,0281 | 5 | 0,1024 | 3 |
| G4.09 | 2,7820 | 3 | 94,13 | 2 | 0,793 | 2 | 0,1204 | 3 | 0,1104 | 4 |
| G4.10 | 2,0762 | 10 | 73,13 | 10 | 0,605 | 4 | -0,1713 | 10 | 0,3355 | 10 |

Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri tehlike kaynağı için farklı yöntemler kullanılarak belirlenen ilk üç kontrol noktası, yaklaşımımızın sonuçlarıyla yüksek oranda tutarlıdır (Tablo 5.86). Karar modeli yöntemimiz ve bulanık COPRAS, bulanık TOPSIS, bulanık MABAC ve bulanık VIKOR metodolojileri kullanılarak Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri kontrol noktalarının sıralamaları için BCoCoSo ile BCOPRAS arasında güçlü pozitif korelasyon ($r = 0.8788$, $p = 0.000814$), BCoCoSo ile BTOPSIS arasında orta düzeyde pozitif korelasyon ($r = 0.6364$, $p = 0.047912$), BCoCoSo ile BMABAC arasında çok güçlü pozitif korelasyon ($r = 0.9879$, $p < 0.0001$) ve BCoCoSo ile BVIKOR arasında güçlü negatif korelasyon ($r = 0.9030$, $p = 0.000344$) bulunmaktadır. Kendall's W uyum katsayısı 0.8099 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, yöntemler arasında düşük-orta düzeyde bir uyum olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, özellikle Bulanık CoCoSo ve Bulanık MABAC yöntemlerinin çok benzer sonuçlar ürettiğini, ancak Bulanık VIKOR'un diğer yöntemlerden farklı sonuçlar ürettiğini göstermektedir. Genel olarak yöntemler arasında orta düzeyde bir uyum olduğu söylenebilir.




**Şekil 5.7** Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri için karşılaştırmalı analiz göstergesi

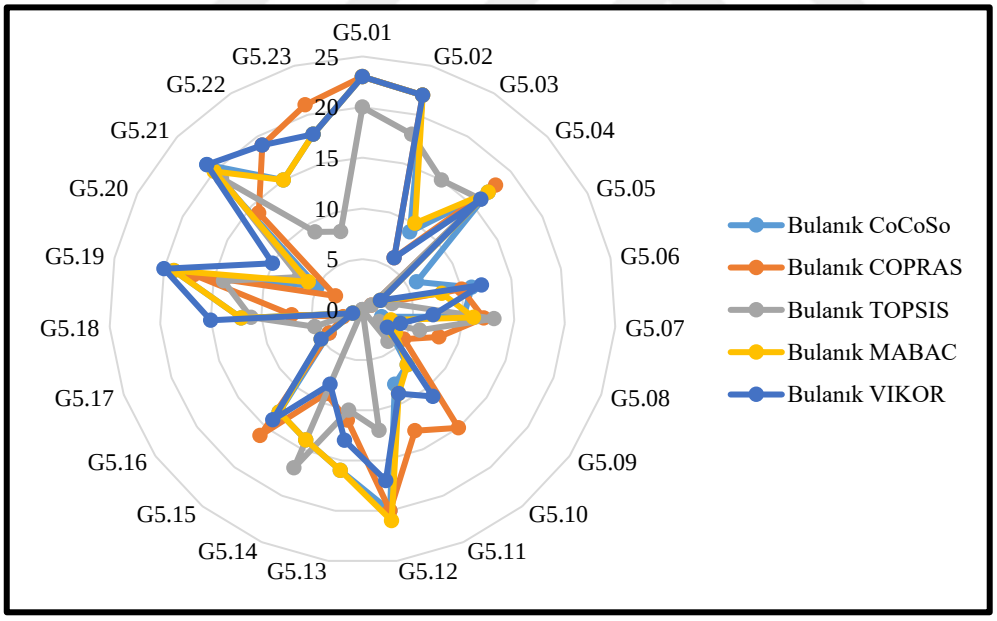
Yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri kontrol noktaları için önerilen karar modeli analiz sonuçları ile karşılaştırmalı analiz yöntemleri sonuçları arasındaki gösterge Şekil 5.7'da sunulmaktadır.

**Tablo 5.87** Gemi iskeleleri için karşılaştırmalı analiz sonuçları

| Kontrol Noktası Kısa Kod | Nihai değerlendirme puanları ve sıralama | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bulanık CoCoSo | | Bulanık COPRAS | | Bulanık TOPSIS | | Bulanık MABAC | | Bulanık VIKOR | |
| G5.01 | 2,5159 | 23 | 41,82 | 23 | 0,071 | 20 | -0,4267 | 23 | 0,4980 | 23 |
| G5.02 | 3,0348 | 22 | 46,21 | 22 | 0,112 | 18 | -0,3054 | 22 | 0,4709 | 22 |
| G5.03 | 4,5068 | 9 | 79,20 | 6 | 0,150 | 15 | 0,0813 | 10 | 0,1565 | 6 |
| G5.04 | 3,8882 | 17 | 57,72 | 18 | 0,144 | 16 | -0,0922 | 17 | 0,3219 | 16 |
| G5.05 | 4,7205 | 6 | 100,00 | 1 | 2,720 | 1 | 0,2752 | 2 | 0,0559 | 2 |
| G5.06 | 4,4213 | 11 | 66,56 | 10 | 0,784 | 3 | 0,0905 | 8 | 0,2738 | 12 |
| G5.07 | 4,4695 | 10 | 64,71 | 12 | 0,157 | 13 | 0,0715 | 11 | 0,1600 | 7 |
| G5.08 | 4,9081 | 2 | 71,12 | 8 | 0,672 | 6 | 0,2032 | 3 | 0,1230 | 4 |
| G5.09 | 4,8948 | 3 | 80,48 | 5 | 1,320 | 2 | 0,1948 | 4 | 0,1072 | 3 |
| G5.10 | 4,5420 | 7 | 62,02 | 15 | 0,728 | 4 | 0,0993 | 7 | 0,2470 | 11 |
| G5.11 | 4,5078 | 8 | 63,48 | 13 | -1,281 | 0 | 0,0839 | 9 | 0,2185 | 9 |
| G5.12 | 3,6405 | 20 | 53,67 | 20 | 0,159 | 12 | -0,1613 | 21 | 0,3283 | 17 |
| G5.13 | 4,1034 | 16 | 65,61 | 11 | 0,183 | 10 | -0,0275 | 16 | 0,2909 | 13 |
| G5.14 | 4,2097 | 14 | 67,85 | 9 | 0,138 | 17 | -0,0032 | 14 | 0,2075 | 8 |
| G5.15 | 4,2306 | 13 | 59,60 | 16 | -1,467 | 0 | 0,0078 | 13 | 0,2963 | 14 |
| G5.16 | 4,8494 | 4 | 81,25 | 4 | -3,916 | 0 | 0,1845 | 5 | 0,1291 | 5 |
| G5.17 | 5,3906 | 1 | 99,35 | 2 | 0,727 | 5 | 0,3438 | 1 | 0,0000 | 1 |
| G5.18 | 4,2891 | 12 | 78,72 | 7 | 0,183 | 11 | 0,0294 | 12 | 0,3192 | 15 |
| G5.19 | 3,6638 | 19 | 57,74 | 17 | 0,155 | 14 | -0,1504 | 19 | 0,3692 | 20 |
| G5.20 | 4,7915 | 5 | 95,79 | 3 | 0,276 | 7 | 0,1704 | 6 | 0,2241 | 10 |
| G5.21 | 3,5452 | 21 | 63,10 | 14 | 0,108 | 19 | -0,1572 | 20 | 0,4283 | 21 |
| G5.22 | 4,1112 | 15 | 56,66 | 19 | 0,186 | 9 | -0,0183 | 15 | 0,3430 | 19 |
| G5.23 | 3,8533 | 18 | 53,15 | 21 | 0,190 | 8 | -0,0976 | 18 | 0,3422 | 18 |

Gemi iskeleleri tehlike kaynağı için farklı yöntemler kullanılarak belirlenen ilk üç kontrol noktası, yaklaşımımızın sonuçlarıyla yüksek oranda tutarlıdır (Tablo 5.87).

Karar modeli yöntemimiz ve bulanık COPRAS, bulanık TOPSIS, bulanık MABAC ve bulanık VIKOR metodolojileri kullanılarak gemi iskeleleri kontrol noktalarının sıralamaları için BCoCoSo ile BCOPRAS arasında spearman korelasyon katsayısı 0.8340 ve p-değeri: $7.6488.10^{-7}$, BCoCoSo ile BTOPSIS arasında spearman korelasyon katsayısı 0.7151 ve p-değeri: $1.2547.10^{-4}$, BCoCoSo ile BMABAC arasında korelasyon katsayısı 0.9832 ve p-değeri $5.3708.10^{-17}$, BCoCoSo ile BVIKOR arasında spearman korelasyon katsayısı 0.9190 ve p-değeri: $6.0508.10^{-10}$ olarak hesaplanmıştır. Kendall's W uyum katsayısı 0.8253'tür. Bu değer, yöntemler arasında çok yüksek düzeyde bir uyum olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, tüm yöntemlerin birbirleriyle oldukça tutarlı sonuçlar ürettiğini göstermektedir. Özellikle, en yüksek korelasyon BCoCoSo ve BMABAC arasında görülmektedir. En düşük korelasyon BCoCoSo ve BTOPSIS arasındadır, ancak bu bile güçlü bir pozitif korelasyondur. Kendall's W değeri 0.825 ve tüm yöntemler için $p < 0.001$'dir, bu sonuçlar yöntemlerin genel olarak çok yüksek düzeyde bir uyum içinde olduğunu göstermektedir.



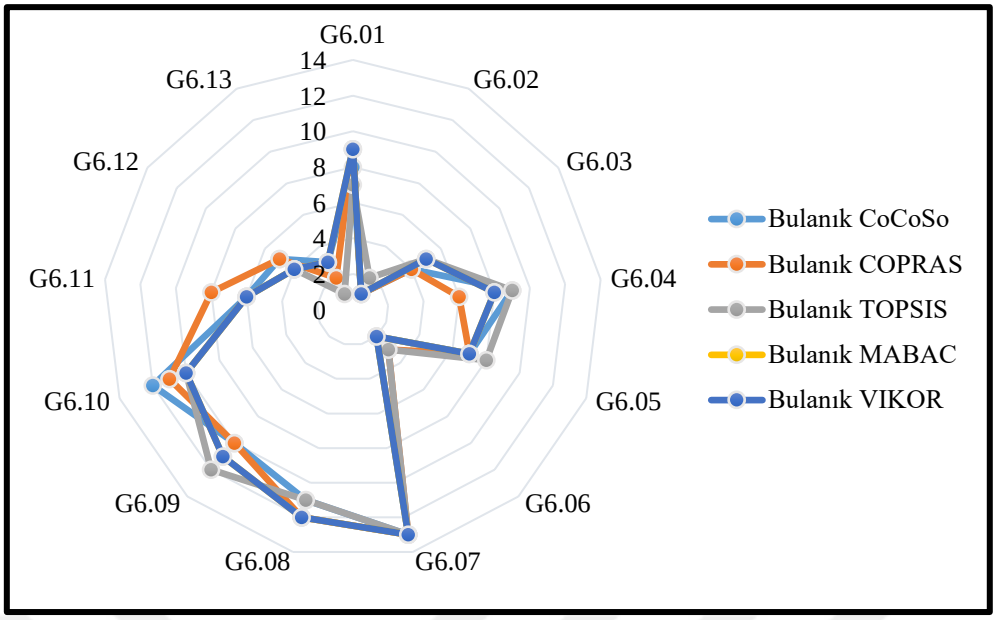

**Şekil 5.8** Gemi iskeleleri için karşılaştırmalı analiz sonuçları göstergesi

Gemi iskeleleri kontrol noktaları için önerilen karar modeli analiz sonuçları ile karşılaştırmalı analiz yöntemleri sonuçları arasındaki gösterge Şekil 5.8'de sunulmaktadır.

**Tablo 5.88** Saç, plak ve blok işleri için karşılaştırmalı analiz sonuçları

| Kontrol Noktası Kısa Kod | Nihai değerlendirme puanları ve sıralama | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bulanık CoCoSo | | Bulanık COPRAS | | Bulanık TOPSIS | | Bulanık MABAC | | Bulanık VIKOR | |
| G6.01 | 2,4439 | 8 | 63,44 | 9 | 0,434 | 7 | -0,0724 | 9 | 0,5082 | 9 |
| G6.02 | 3,2688 | 1 | 100,00 | 1 | 0,690 | 2 | 0,2990 | 1 | 0,1466 | 1 |
| G6.03 | 2,9542 | 4 | 80,79 | 4 | 0,555 | 5 | 0,1504 | 5 | 0,3053 | 5 |
| G6.04 | 2,4060 | 9 | 76,60 | 6 | 0,381 | 9 | -0,0599 | 8 | 0,4992 | 8 |
| G6.05 | 2,5545 | 7 | 72,70 | 7 | 0,391 | 8 | 0,0045 | 7 | 0,4478 | 7 |
| G6.06 | 3,1528 | 2 | 86,87 | 3 | 0,675 | 3 | 0,2401 | 2 | 0,1994 | 2 |
| G6.07 | 2,0853 | 13 | 54,19 | 13 | 0,293 | 13 | -0,2200 | 13 | 0,6707 | 13 |
| G6.08 | 2,1991 | 11 | 57,31 | 12 | 0,353 | 11 | -0,1725 | 12 | 0,6205 | 12 |
| G6.09 | 2,2934 | 10 | 61,12 | 10 | 0,313 | 12 | -0,1503 | 11 | 0,5954 | 11 |
| G6.10 | 2,1609 | 12 | 58,26 | 11 | 0,354 | 10 | -0,1345 | 10 | 0,5767 | 10 |
| G6.11 | 2,6296 | 6 | 68,83 | 8 | 0,501 | 6 | 0,0166 | 6 | 0,4230 | 6 |
| G6.12 | 2,8479 | 5 | 78,91 | 5 | 0,669 | 4 | 0,1533 | 4 | 0,3049 | 4 |
| G6.13 | 3,0941 | 3 | 87,72 | 2 | 0,711 | 1 | 0,2247 | 3 | 0,2230 | 3 |

Saç, plak ve blok işleri tehlike kaynağı için farklı yöntemler kullanılarak belirlenen ilk üç kontrol noktası, yaklaşımımızın sonuçlarıyla yüksek oranda tutarlıdır (Tablo 5.88). Karar modeli yöntemimiz ve bulanık COPRAS, bulanık TOPSIS, bulanık MABAC ve bulanık VIKOR metodolojileri kullanılarak saç, plak ve blok işleri kontrol noktalarının sıralamaları için BCoCoSo ile BCOPRAS arasında spearman korelasyon katsayısı 0.9505 ve p-değeri: $6.3637.10^{-7}$, BCoCoSo ile BTOPSIS arasında spearman korelasyon katsayısı 0.9505 ve p-değeri: $6.3637.10^{-7}$, BCoCoSo ile BMABAC arasında spearman korelasyon katsayısı 0.9725 ve p-değeri $2.6191.10^{-8}$, BCoCoSo ile BVIKOR arasında spearman korelasyon katsayısı 0.9725 ve p-değeri: $2.6191.10^{-8}$ olarak hesaplanmıştır. Kendall's W uyum kaysayısı 0.9692'tir. Bu sonuçlar, BCoCoSo ile BCOPRAS ve BTOPSIS arasında yüksek korelasyon ($r = 0.9505$, $p \approx 6.36.10^{-7}$), BMABAC ve BVIKOR ile ise neredeyse mükemmel uyum ($r = 0.9725$, $p \approx 2.62.10^{-8}$) olduğunu göstermektedir.



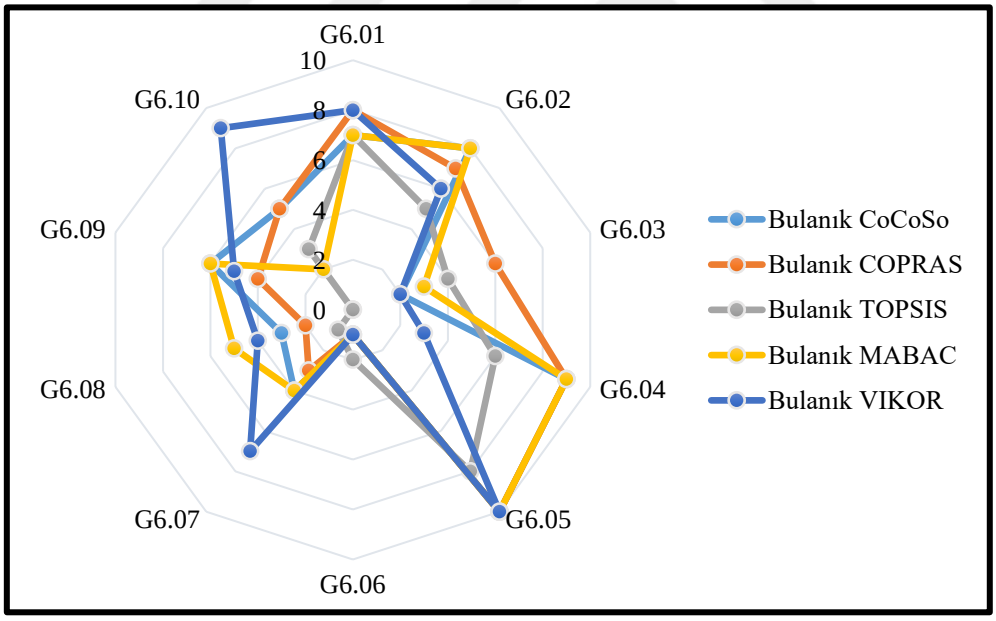

**Şekil 5.9** Saç, plak ve blok işleri için karşılaştırmalı analiz göstergesi

Saç, plak ve blok işleri kontrol noktaları için önerilen karar modeli analiz sonuçları ile karşılaştırmalı analiz yöntemleri sonuçları arasındaki gösterge Şekil 5.9'da sunulmaktadır.

**Tablo 5.89** Double bank için karşılaştırmalı analiz sonuçları

| **Kontrol Noktası** | **Nihai değerlendirme puanları ve sıralama** | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa Kod** | **Bulanık CoCoSo** | | **Bulanık COPRAS** | | **Bulanık TOPSIS** | | **Bulanık MABAC** | | **Bulanık VIKOR** | |
| G6.01 | 6,4730 | 7 | 80,07 | 8 | 0,278 | 7 | -0,0027 | 7 | 0,1678 | 8 |
| G6.02 | 6,4011 | 8 | 80,70 | 7 | 0,339 | 5 | -0,0237 | 8 | 0,1296 | 6 |
| G6.03 | 7,0309 | 2 | 83,65 | 6 | 0,405 | 4 | 0,0780 | 3 | 0,0303 | 2 |
| G6.04 | 5,9163 | 9 | 71,76 | 9 | 0,279 | 6 | -0,1070 | 9 | 0,1077 | 3 |
| G6.05 | 4,5938 | 10 | 63,44 | 10 | 0,107 | 8 | -0,2753 | 10 | 0,2377 | 10 |
| G6.06 | 7,6520 | 1 | 100,00 | 1 | 0,943 | 2 | 0,1887 | 1 | 0,0160 | 1 |
| G6.07 | 6,9359 | 4 | 85,33 | 3 | 1,833 | 1 | 0,0779 | 4 | 0,1487 | 7 |
| G6.08 | 6,9677 | 3 | 86,96 | 2 | -0,081 | 0 | 0,0771 | 5 | 0,1102 | 4 |
| G6.09 | 6,8354 | 6 | 84,30 | 4 | -0,078 | 0 | 0,0541 | 6 | 0,1166 | 5 |
| G6.10 | 6,8756 | 5 | 84,16 | 5 | 0,728 | 3 | 0,0918 | 2 | 0,2141 | 9 |

Double bank tehlike kaynağı için farklı yöntemler kullanılarak belirlenen ilk üç kontrol noktası, yaklaşımımızın sonuçlarıyla yüksek oranda tutarlıdır (Tablo 5.89). Karar modeli yöntemimiz ve bulanık COPRAS, bulanık TOPSIS, bulanık MABAC ve bulanık VIKOR metodolojileri kullanılarak double bank kontrol noktalarının sıralamaları için BCoCoSo ile BCOPRAS arasında spearman korelasyon katsayısı 0.8545 ve p-değeri $3.5047.10^{-3}$ bulunmuştur. BCoCoSo ile BTOPSIS arasında spearman korelasyon katsayısı 0.6687 ve p-değeri $3.451.10^{-2}$, yani orta güçlü pozitif bir ilişki vardır. BCoCoSo ile BMABAC arasındaki spearman korelasyonu 0.9152 ve p-değeri $4.6672.10^{-4}$ olarak hesaplanmıştır. BCoCoSo ile BVIKOR arasında ise spearman korelasyon katsayısı 0.5879 ve p-değeri $8.0215.10^{-2}$ olarak bulunmuştur. Genel yöntem sıralamaları arasındaki uyum ise Kendall's W katsayısı 0.7129 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, BCoCoSo ile karşılaştırmalı analiz yöntemleri arasında farklı derecelerde ilişki mevcut olup, BCOPRAS ve BMABAC ile olan ilişki daha yüksek iken BTOPSIS ile daha zayıf bir ilişki söz konusudur. Genel uyum ise orta düzeydedir.




**Şekil 5.10** Double bank için karşılaştırmalı analiz göstergesi

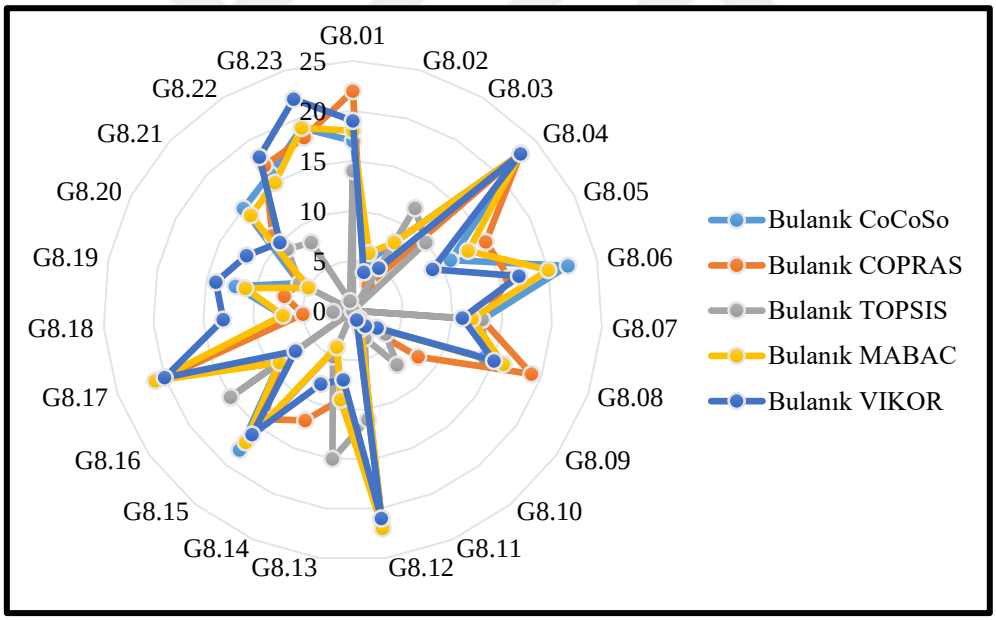
Double bank kontrol noktaları için önerilen karar modeli analiz sonuçları ile karşılaştırmalı analiz yöntemleri sonuçları arasındaki gösterge Şekil 5.10'da sunulmaktadır.

**Tablo 5.90** Gaz ölçüm işleri için karşılaştırmalı analiz sonuçları

| Kontrol Noktası Kısa Kod | Nihai değerlendirme puanları ve sıralama | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bulanık CoCoSo | | Bulanık COPRAS | | Bulanık TOPSIS | | Bulanık MABAC | | Bulanık VIKOR | |
| G8.01 | 3,6858 | 17 | 73,02 | 22 | 0,740 | 14 | -0,0806 | 18 | 0,2148 | 19 |
| G8.02 | 4,1911 | 5 | 86,57 | 4 | -0,407 | 0 | 0,0667 | 6 | 0,0947 | 4 |
| G8.03 | 4,0249 | 8 | 87,93 | 3 | 0,866 | 12 | 0,0200 | 8 | 0,1216 | 5 |
| G8.04 | 2,9434 | 23 | 65,71 | 23 | 0,905 | 10 | -0,2448 | 23 | 0,3363 | 23 |
| G8.05 | 3,9307 | 11 | 78,06 | 15 | -0,237 | 0 | -0,0077 | 13 | 0,1574 | 9 |
| G8.06 | 3,3941 | 22 | 78,01 | 16 | -1,845 | 0 | -0,1206 | 20 | 0,1919 | 17 |
| G8.07 | 3,8900 | 13 | 79,57 | 13 | 0,864 | 13 | -0,0002 | 12 | 0,1702 | 11 |
| G8.08 | 3,8335 | 14 | 75,39 | 19 | -0,176 | 0 | -0,0352 | 16 | 0,1813 | 15 |
| G8.09 | 4,7362 | 3 | 84,34 | 8 | 1,006 | 4 | 0,2231 | 3 | 0,0675 | 3 |
| G8.10 | 4,9665 | 1 | 94,48 | 2 | 0,963 | 7 | 0,2952 | 1 | 0,0195 | 2 |
| G8.11 | 4,9082 | 2 | 100,00 | 1 | 1,069 | 3 | 0,2771 | 2 | 0,0086 | 1 |
| G8.12 | 3,4010 | 21 | 73,16 | 21 | 0,894 | 11 | -0,1401 | 22 | 0,2157 | 21 |
| G8.13 | 4,0230 | 9 | 84,24 | 9 | 0,688 | 15 | 0,0183 | 9 | 0,1248 | 7 |
| G8.14 | 4,2362 | 4 | 81,64 | 12 | 0,996 | 5 | 0,0821 | 4 | 0,1282 | 8 |
| G8.15 | 3,6654 | 18 | 78,50 | 14 | -0,692 | 0 | -0,0643 | 17 | 0,1835 | 16 |
| G8.16 | 4,0230 | 9 | 84,24 | 9 | 0,688 | 15 | 0,0183 | 9 | 0,1248 | 7 |
| G8.17 | 3,4165 | 20 | 73,17 | 20 | -9,576 | 0 | -0,1344 | 21 | 0,2152 | 20 |
| G8.18 | 4,0873 | 7 | 85,09 | 5 | 1,073 | 2 | 0,0613 | 7 | 0,1720 | 13 |
| G8.19 | 3,9301 | 12 | 84,50 | 7 | -0,195 | 0 | 0,0157 | 11 | 0,1808 | 14 |
| G8.20 | 4,1401 | 6 | 84,93 | 6 | 0,988 | 6 | 0,0780 | 5 | 0,1703 | 12 |
| G8.21 | 3,8333 | 15 | 81,94 | 11 | 0,935 | 9 | -0,0150 | 14 | 0,1619 | 10 |
| G8.22 | 3,8139 | 16 | 77,99 | 17 | 0,962 | 8 | -0,0162 | 15 | 0,1953 | 18 |
| G8.23 | 3,4239 | 19 | 76,15 | 18 | 1,462 | 1 | -0,1093 | 19 | 0,2182 | 22 |

Gaz ölçüm işleri tehlike kaynağı için farklı yöntemler kullanılarak belirlenen ilk üç kontrol noktası, yaklaşımımızın sonuçlarıyla yüksek oranda tutarlıdır (Tablo 5.90).

Karar modeli yöntemimiz ve bulanık COPRAS, bulanık TOPSIS, bulanık MABAC ve bulanık VIKOR metodolojileri kullanılarak gaz ölçüm işleri kontrol noktalarının sıralamaları için BCoCoSo ile BCOPRAS arasında spearman korelasyon katsayısı 0.8606 ve p-değeri $1.3819.10^{-7}$ olarak hesaplanmıştır ve güçlü bir pozitif korelasyona sahiptir. BCoCoSo ile BTOPSIS arasında zayıf bir pozitif ilişki vardır, spearman korelasyon katsayısı 0.4039 ve p-değeri 0.0560'tır. BCoCoSo ile BMABAC arasında çok güçlü bir pozitif korelasyon vardır, spearman korelasyon katsayısı 0.9891, p-değeri $5.7336.10^{-19}$'tur. BCoCoSo ile BVIKOR arasında güçlü bir pozitif korelasyon vardır, spearman korelasyon katsayısı 0.9001, p-değeri $4.9834.10^{-9}$'tur. Genel yöntem sıralamaları arasındaki uyum Kendall's W katsayısı 0.7334 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, BMABAC ile en güçlü ilişki gözlemlenirken, BTOPSIS ile olan ilişki daha zayıftır. BCOPRAS ve BVIKOR ile de güçlü pozitif korelasyonlar mevcuttur. Genel uyum düzeyi ise Kendall's W değerine göre oldukça yüksektir.




**Şekil 5.11** Gaz ölçüm işleri için karşılaştırmalı analiz göstergesi

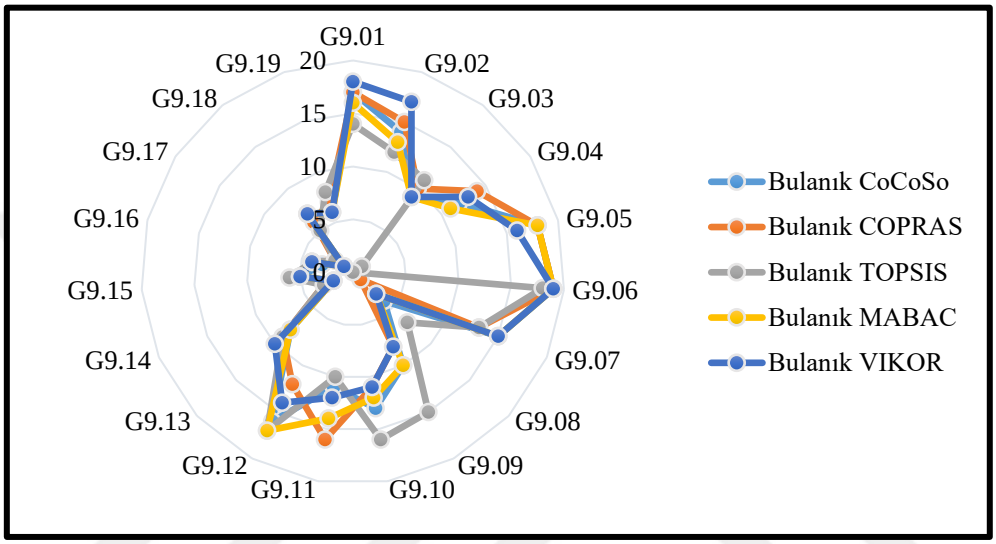
Gaz ölçüm işleri kontrol noktaları için önerilen karar modeli analiz sonuçları ile karşılaştırmalı analiz yöntemleri sonuçları arasındaki gösterge Şekil 5.11'de sunulmaktadır.

**Tablo 5.91** Açıklıklar için karşılaştırmalı analiz sonuçları

| Kontrol Noktası Kısa Kod | Nihai değerlendirme puanları ve sıralama | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bulanık CoCoSo | | Bulanık COPRAS | | Bulanık TOPSIS | | Bulanık MABAC | | Bulanık VIKOR | |
| G9.01 | 3,7449 | 17 | 24,21 | 17 | 0,259 | 14 | -0,1635 | 16 | 0,3774 | 18 |
| G9.02 | 3,9314 | 14 | 25,45 | 15 | 0,281 | 12 | -0,1134 | 13 | 0,3647 | 17 |
| G9.03 | 4,4589 | 9 | 31,32 | 10 | 0,306 | 11 | -0,0112 | 9 | 0,2098 | 9 |
| G9.04 | 4,1285 | 12 | 25,66 | 14 | 0,618 | 1 | -0,0887 | 11 | 0,3054 | 13 |
| G9.05 | 3,7408 | 18 | 23,56 | 18 | -0,081 | 0 | -0,1859 | 18 | 0,3567 | 16 |
| G9.06 | 2,9455 | 19 | 20,86 | 19 | 0,143 | 18 | -0,3373 | 19 | 0,4474 | 19 |
| G9.07 | 3,8882 | 15 | 26,16 | 13 | 0,261 | 13 | -0,1274 | 15 | 0,3477 | 15 |
| G9.08 | 5,4782 | 4 | 100,00 | 1 | 0,446 | 7 | 0,2776 | 3 | 0,0602 | 3 |
| G9.09 | 4,4114 | 10 | 37,66 | 8 | 0,257 | 15 | -0,0207 | 10 | 0,2005 | 8 |
| G9.10 | 4,1207 | 13 | 29,29 | 11 | 0,254 | 16 | -0,1023 | 12 | 0,2518 | 11 |
| G9.11 | 4,1623 | 11 | 25,39 | 16 | 0,318 | 10 | -0,1184 | 14 | 0,2951 | 12 |
| G9.12 | 3,7968 | 16 | 26,53 | 12 | 0,154 | 17 | -0,1840 | 17 | 0,3195 | 14 |
| G9.13 | 4,8596 | 8 | 32,53 | 9 | 0,396 | 9 | 0,0769 | 8 | 0,2338 | 10 |
| G9.14 | 5,7675 | 2 | 84,31 | 3 | 0,507 | 3 | 0,3197 | 2 | 0,0154 | 2 |
| G9.15 | 5,4359 | 5 | 50,73 | 5 | 0,460 | 6 | 0,2252 | 5 | 0,0851 | 5 |
| G9.16 | 5,5456 | 3 | 55,19 | 4 | 0,471 | 4 | 0,2557 | 4 | 0,0763 | 4 |
| G9.17 | 5,7899 | 1 | 84,39 | 2 | 0,508 | 2 | 0,3273 | 1 | 0,0013 | 1 |
| G9.18 | 5,1575 | 7 | 47,18 | 6 | 0,464 | 5 | 0,1472 | 7 | 0,1400 | 7 |
| G9.19 | 5,2215 | 6 | 40,20 | 7 | 0,425 | 8 | 0,1632 | 6 | 0,1224 | 6 |

Açıklıklar tehlike kaynağı için farklı yöntemler kullanılarak belirlenen ilk üç kontrol noktası, yaklaşımımızın sonuçlarıyla yüksek oranda tutarlıdır (Tablo 5.91). Karar modeli yöntemimiz ve bulanık COPRAS, bulanık TOPSIS, bulanık MABAC ve bulanık VIKOR metodolojileri kullanılarak açıklıklar kontrol noktalarının sıralamaları için BCoCoSo ile BCOPRAS arasında spearman korelasyon katsayısı 0.9351 ve p-değeri $4.4461.10^{-9}$ olarak elde edilmiştir ve oldukça yüksek bir pozitif korelasyon bulunmuştur. BCoCoSo ile BTOPSIS arasında da yüksek pozitif bir

ilişki vardır ve spearman korelasyon katsayısı 0.8228 ve p-değeri $1.5233.10^{-5}$ olarak hesaplanmıştır. BCoCoSo ile BMABAC arasında neredeyse mükemmel bir korelasyon vardır, spearman korelasyon katsayısı 0.9860 ve p-değeri $1.1746.10^{-14}$ olarak hesaplanmıştır. BCoCoSo ile BVIKOR arasında güçlü bir pozitif korelasyon hesaplanmıştır, spearman korelasyon katsayısı 0.9702 ve p-değeri $6.7490.10^{-12}$'dir. Kendall's W katsayısı 0.9043 olarak belirlenmiştir. Karşılaştırmalı analiz yöntemleri arasında uyum oldukça yüksektir.




**Şekil 5.12** Açıklıklar için karşılaştırmalı analiz göstergesi

Açıklıklar kontrol noktaları için önerilen karar modeli analiz sonuçları ile karşılaştırmalı analiz yöntemleri sonuçları arasındaki gösterge Şekil 5.12'de sunulmaktadır.

**Tablo 5.92** Kapalı alanlar için karşılaştırmalı analiz sonuçları

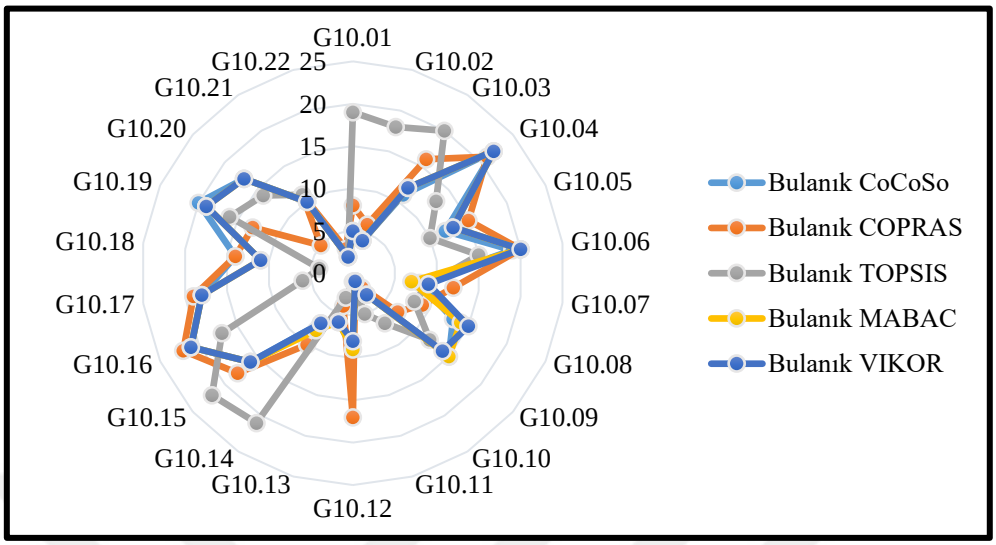
| **Kontrol Noktası** | **Nihai değerlendirme puanları ve sıralama** | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa Kod** | **Bulanık CoCoSo** | | **Bulanık COPRAS** | | **Bulanık TOPSIS** | | **Bulanık MABAC** | | **Bulanık VIKOR** | |
| G10.01 | 2,6515 | 5 | 66,90 | 8 | 0,215 | 19 | 0,1171 | 5 | 0,2448 | 5 |
| G10.02 | 2,6851 | 4 | 69,34 | 6 | 0,228 | 18 | 0,1375 | 4 | 0,2175 | 4 |
| G10.03 | 2,3629 | 11 | 58,06 | 16 | 0,192 | 20 | -0,0116 | 12 | 0,3744 | 12 |
| G10.04 | 1,9484 | 22 | 52,92 | 21 | 0,369 | 13 | -0,1515 | 22 | 0,5123 | 22 |
| G10.05 | 2,3555 | 12 | 58,76 | 15 | 0,400 | 10 | -0,0173 | 13 | 0,3808 | 13 |

**Tablo 5.92** Kapalı alanlar için karşılaştırmalı analiz sonuçları (devamı)

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G10.06 | 2,2132 | 19 | 54,81 | 20 | 0,346 | 15 | -0,0914 | 20 | 0,4479 | 20 |
| G10.07 | 2,4610 | 8 | 62,85 | 12 | 0,423 | 9 | 0,0310 | 7 | 0,3302 | 9 |
| G10.08 | 2,3522 | 13 | 66,47 | 9 | 0,428 | 8 | -0,0384 | 14 | 0,3870 | 15 |
| G10.09 | 2,3334 | 15 | 68,92 | 7 | 0,396 | 12 | -0,0405 | 15 | 0,3855 | 14 |
| G10.10 | 2,7602 | 3 | 83,12 | 2 | 0,545 | 7 | 0,1672 | 3 | 0,1845 | 3 |
| G10.11 | 2,8936 | 1 | 100,00 | 1 | 0,562 | 5 | 0,2337 | 1 | 0,1269 | 1 |
| G10.12 | 2,4585 | 9 | 57,53 | 17 | 1,120 | 1 | 0,0274 | 9 | 0,3283 | 8 |
| G10.13 | 2,5293 | 6 | 76,47 | 4 | 0,721 | 3 | 0,1034 | 6 | 0,2718 | 6 |
| G10.14 | 2,4629 | 7 | 66,01 | 10 | 0,188 | 21 | 0,0274 | 8 | 0,3262 | 7 |
| G10.15 | 2,3231 | 16 | 56,45 | 18 | 0,176 | 22 | -0,0408 | 16 | 0,3906 | 16 |
| G10.16 | 2,0782 | 21 | 50,00 | 22 | 0,269 | 17 | -0,1487 | 21 | 0,4923 | 21 |
| G10.17 | 2,2403 | 18 | 54,93 | 19 | 0,552 | 6 | -0,0542 | 18 | 0,4164 | 18 |
| G10.18 | 2,3429 | 14 | 60,08 | 14 | 0,591 | 4 | -0,0060 | 11 | 0,3658 | 11 |
| G10.19 | 2,2064 | 20 | 60,11 | 13 | 0,324 | 16 | -0,0683 | 19 | 0,4393 | 19 |
| G10.20 | 2,2428 | 17 | 75,46 | 5 | 0,365 | 14 | -0,0511 | 17 | 0,3962 | 17 |
| G10.21 | 2,4097 | 10 | 63,73 | 11 | 0,400 | 11 | -0,0055 | 10 | 0,3563 | 10 |
| G10.22 | 2,8300 | 2 | 80,01 | 3 | 0,765 | 2 | 0,2213 | 2 | 0,1396 | 2 |

Kapalı alanlar tehlike kaynağı için farklı yöntemler kullanılarak belirlenen ilk üç kontrol noktası, yaklaşımımızın sonuçlarıyla yüksek oranda tutarlıdır (Tablo 5.92). Karar modeli yöntemimiz ve bulanık COPRAS, bulanık TOPSIS, bulanık MABAC ve bulanık VIKOR metodolojileri kullanılarak kapalı alanlar kontrol noktalarının sıralamaları için BCoCoSo ile BCOPRAS arasında orta düzey bir pozitif ilişki vardır, spearman korelasyon katsayısı 0.7606 ve p-değeri $3.9762.10^{-5}$ olarak gözlemlenmiştir. BTOPSIS ile arasındaki ilişki zayıftır, spearman korelasyon katsayısı 0.3056 ve p-değeri 0.1667'dır. BMABAC ve BVIKOR ile ise neredeyse mükemmel uyum vardır, spearman korelasyon katsayısı 0.9901 ve p-değeri 0.9887 olarak belirlenmiştir. Kendall's W katsayısının 0.7245 olduğu gözlemlenmiştir. Bu değerler, G10 kontrol noktaları için yöntemler arasında tutarlı uyumun olduğunu,

ancak BTOPSIS sonuçlarının diğer yöntemlerle uyumunun daha düşük olduğunu işaret etmektedir.




**Şekil 5.13** Kapalı alanlar için karşılaştırmalı analiz göstergesi

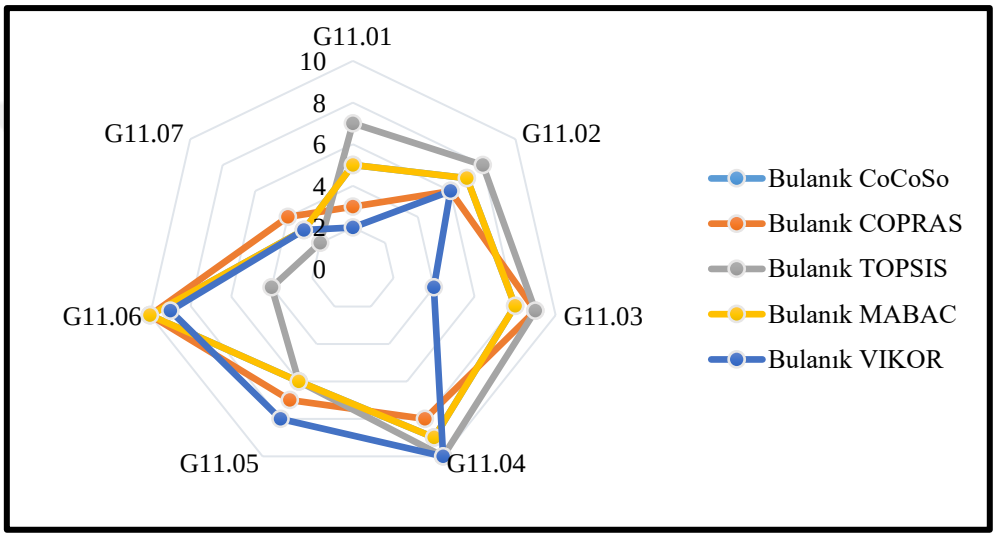
Kapalı alanlar kontrol noktaları için önerilen karar modeli analiz sonuçları ile karşılaştırmalı analiz yöntemleri sonuçları arasındaki gösterge Şekil 5.13'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.93** Çalışma pozisyonları için karşılaştırmalı analiz sonuçları

| **Kontrol Noktası** | **Nihai değerlendirme puanları ve sıralama** | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa Kod** | **Bulanık CoCoSo** | | **Bulanık COPRAS** | | **Bulanık TOPSIS** | | **Bulanık MABAC** | | **Bulanık VIKOR** | |
| G11.01 | 3,7271 | 1 | 100,00 | 1 | 0,483 | 3 | 0,1173 | 1 | 0,0087 | 1 |
| G11.02 | 3,5031 | 4 | 96,28 | 2 | 0,389 | 5 | 0,0443 | 4 | 0,0816 | 2 |
| G11.03 | 2,7498 | 7 | 84,20 | 7 | 0,224 | 7 | -0,1438 | 7 | 0,1741 | 5 |
| G11.04 | 3,1275 | 5 | 90,76 | 5 | 0,280 | 6 | -0,0252 | 5 | 0,1881 | 7 |
| G11.05 | 3,5861 | 3 | 95,49 | 3 | 0,467 | 4 | 0,0664 | 3 | 0,1009 | 3 |
| G11.06 | 3,1261 | 6 | 85,66 | 6 | 0,540 | 2 | -0,0452 | 6 | 0,1842 | 6 |
| G11.07 | 3,6031 | 2 | 94,38 | 4 | 0,551 | 1 | 0,0740 | 2 | 0,1195 | 4 |

Çalışma pozisyonları tehlike kaynağı için farklı yöntemler kullanılarak belirlenen ilk üç kontrol noktası, yaklaşımımızın sonuçlarıyla yüksek oranda tutarlıdır (Tablo 5.93). Karar modeli yöntemimiz ve bulanık COPRAS, bulanık TOPSIS, bulanık

MABAC ve bulanık VIKOR metodolojileri kullanılarak kapalı alanlar kontrol noktalarının sıralamaları için BCoCoSo ile BCOPRAS arasında güçlü pozitif ilişki vardır, spearman korelasyon katsayısı 0.8571 ve p-değeri $1.37.10^{-2}$'dir. BTOPSIS ile ilişki orta düzeydir ve spearman korelasyon katsayısı 0.5714 ve p-değeri 0,180'dir. BMABAC ile neredeyse tamamen uyumlu bir sonuç elde edilmiştir, spearman korelasyon katsayısı 1.0 ve p-değeri 0'dır. BVIKOR ile orta güçlü ilişki mevcuttur, spearman korelasyon katsayısı 0.7143, p-değeri 0.00713'tür. Kendall's W uyum katsayısı 0.7314 olarak hesaplanmıştır, bu sonuçlar yöntemler arasında iyi derecede bir uyum olduğunu göstermektedir.



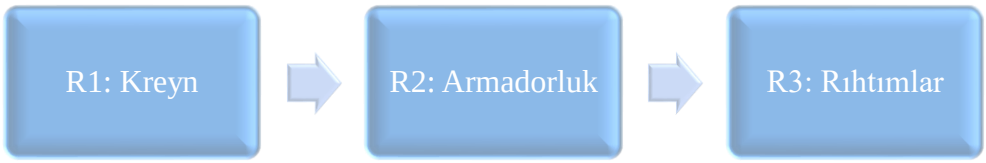

**Şekil 5.14** Çalışma pozisyonları için karşılaştırmalı analiz göstergesi

Çalışma pozisyonları kontrol noktaları için önerilen karar modeli analiz sonuçları ile karşılaştırmalı analiz yöntemleri sonuçları arasındaki gösterge Şekil 5.14'te sunulmaktadır.

### 5.2.3 Rıhtım Operasyonları İçin Uygulama Örneği

**Adım 1. Riskleri tanımlanması**

Bu aşamada önerilen risk analizi karar modeli, Şekil 5.2'deki risk yönetim dizisi referans alınarak rıhtım operasyonları için uygunlamıştır. Adım 1' deki talimatlar izlenerek ilk olarak rıhtım operasyonları için üç adet tehlike kaynağı tespit edilmiştir (Şekil 5.15).




**Şekil 5.15** Rıhtım operasyonları için tehlike kaynakları

İkinci olarak tehlike kaynaklarına ilişkin potansiyel tehlike faktörleri ile olası sonuçları mesleki riskler olarak tanımlanmıştır. Rıhtım operasyonları için mesleki riskler aşağıda sıralanmaktadır.

- R32: Gemiye yakıt transferi sonucunda parlama, patlama, yangın
- R33: Sarılma, dolanma, kesilme
- R34: İki malzeme arasına sıkışma
- R35: Gaz sıkışması ve basınç patlaması
- R36: Çalışma ortamındaki toz nedeni ile solunum yolu hastalıkları,
- R37: Çökme, devrilme, ezilme

Üçüncü olarak uzman ekip görüşlerine başvurularak rıhtım operasyonları için tanımlanan her bir tehlike kaynağına yönelik kontrol noktaları tespit edilmiştir. Tehlike kaynakları için tanımlanan kontrol noktaları için önerilen karar modeli analizleri aşağıda sunulmaktadır.

#### 5.2.3.1 Kreyn

Kreyn tehlike kaynağı için otuzbeş adet kontrol noktası tespit edilmiştir. Tepit edilen kontrol noktalarına dair bilgiler aşağıda sıralanmıştır.

- R1.01: Çalışanların yeterli mesleki deneyim ve tecrübeye sahip olmaması.
- R1.02: Kreyn yapılacak işlere habersiz başlanması.

- R1.03: Personelin sağlık muayenesinin olmaması.
- R1.04: Çalışanların yüksekte çalışmaya uygun olmaması.
- R1.05: Kreyn işlerinin gece yapılması.
- R1.06: Çalışma bölgesinin yeterli olarak havalandırılmaması.
- R1.07: Çalışma bölgesine iniş-çıkış merdivenlerinin yağlı ve kaygan olması.
- R1.08: Çalışanların çalışma sırasında uygun KKDleri kullanmaması.
- R1.09: Donanım ve makaralarda birikmiş yağların temizlenmeden çalışmaya başlanması.
- R1.10: Temizlenen yağların gemi güvertesi ve denize atılması.
- R1.11: Makara, donanım halatı vb. malzemelerin ip ile transfer edilmesi.
- R1.12: Vinçlerde sepet ile çalışan personelin sepetlerde malzeme taşıması.
- R1.13: Serbest hale getirilen halatların insan gücü ile tutulmaya çalışılması.
- R1.14: Boşaltılan halatların düzgün bir şekilde toplanmaması.
- R1.15: Çalışma bölgesinin güvenlik şeridi ve ikaz levhaları ile markalanmaması.
- R1.16: Donanım çekilirken kılavuz olarak ip kullanılması.
- R1.17: Donanım halatı takılırken sapanın el yordamı ile yapılması.
- R1.18: Sıcak çalışma yapılacak alanların yağ tanklarına denk gelmesi.
- R1.19: Sıcak çalışma bölgesinde yanıcı malzeme ve atıkların bulunması.
- R1.20: Elektrikli el aletlerinin kabloların çalışmaya uygun olmaması.
- R1.21: Kabloların izolasyonlarının açık olması.
- R1.22: Kaldırma ekipmanlarının periyodik test ve kontrollerinin yapılmamış olması.
- R1.23: Bakım onarım sırasında vincin çalıştırılması ve hareket ettirilmesi.
- R1.24: Hidrolik boru ve hortum devrelerinde çalışırken devrenin aktif olması.
- R1.25: Kreynin kapalı ve dar alanlarında gaz ölçümü yapılmaması.
- R1.26: Kreynin hareket ettirilmesi sırasında makine dairesinde insan bulunması.
- R1.27: Çalışanların ortamda bulunan toz, buhar, dumana maruz bırakılması.
- R1.28: Arızalı ve onarımda bulunan kreynlerle yük veya insan transfer edilmesi.

- R1.29: Boom üzerinde habersiz sıcak çalışma yapılması.
- R1.30: Boom içinden gaz ölçümü alınmadan sıcak çalışma yapılması.
- R1.31: Mayna vira sırasında personelin platform ile ana gövde arasına uzuvlarını sokması.
- R1.32: Platform bağlantı papuç ve saportlarının yeterli kaynak yapılmadan vincin ayrılması.
- R1.33: Kaynak bağlantılarının tahribatsız muayenesi yapılmadan platform üzerine personel çıkarılması.
- R1.34: Platform güvenli hale gelmeden altından insan geçmesi.
- R1.35: Platformun yönlendirmesi ve çevrilmesi sırasında yönlendirici halat ve iplerin bulunmaması.

Karar verici uzman ekip tarafından her bir kriter için kontrol noktalarına Tablo 5.94'te bulanık dilsel terimler atanmıştır.

**Tablo 5.94** Kreyn için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi

| **Kontrol Noktaları** | **KV 1** | | | | **KV 2** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| R1.01 | O | OD | O | O | O | OD | OY | O |
| R1.02 | O | OY | O | OY | O | Y | OY | O |
| R1.03 | OY | OY | OD | O | OY | OY | O | OY |
| R1.04 | ÇY | ÇY | OD | O | ÇY | ÇY | OD | OY |
| R1.05 | Y | ÇY | OD | OY | ÇY | ÇY | OD | OY |
| R1.06 | Y | ÇY | O | OY | Y | ÇY | O | OY |
| R1.07 | Y | ÇY | OD | OY | ÇY | ÇY | O | OY |
| R1.08 | ÇY | OY | O | OY | ÇY | Y | O | OY |
| R1.09 | ÇY | Y | O | Y | ÇY | Y | O | OY |
| R1.10 | ÇY | ÇY | OY | ÇY | ÇY | Y | OY | ÇY |
| R1.11 | ÇY | ÇY | O | ÇY | ÇY | Y | OD | ÇY |
| R1.12 | Y | ÇY | OD | ÇY | ÇY | ÇY | O | ÇY |
| R1.13 | Y | ÇY | O | ÇY | Y | ÇY | OY | ÇY |

**Tablo 5.94** Kreyn için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R1.14 | Y | Y | Y | ÇY | Y | ÇY | OY | ÇY |
| R1.15 | ÇY | ÇY | O | Y | ÇY | ÇY | OY | ÇY |
| R1.16 | Y | ÇY | O | ÇY | ÇY | ÇY | OD | ÇY |
| R1.17 | Y | ÇY | O | Y | ÇY | ÇY | OD | Y |
| R1.18 | Y | ÇY | O | ÇY | OY | ÇY | O | Y |
| R1.19 | O | ÇY | OD | ÇY | O | Y | O | ÇY |
| R1.20 | OY | Y | O | Y | OY | ÇY | O | ÇY |
| R1.21 | ÇY | Y | O | Y | ÇY | ÇY | O | ÇY |
| R1.22 | ÇY | ÇY | ÇY | Y | ÇY | ÇY | ÇY | ÇY |
| R1.23 | ÇY | ÇY | O | Y | ÇY | ÇY | OY | Y |
| R1.24 | ÇY | ÇY | OD | ÇY | ÇY | ÇY | D | Y |
| R1.25 | ÇY | ÇY | OD | Y | ÇY | ÇY | D | Y |
| R1.26 | ÇY | ÇY | ÇD | Y | ÇY | ÇY | ÇD | Y |
| R1.27 | ÇY | ÇY | ÇD | Y | ÇY | ÇY | ÇD | Y |
| R1.28 | ÇY | ÇY | ÇD | Y | ÇY | ÇY | OD | Y |
| R1.29 | ÇY | ÇY | D | ÇY | ÇY | ÇY | O | ÇY |
| R1.30 | ÇY | ÇY | O | Y | ÇY | Y | O | ÇY |
| R1.31 | ÇY | OY | OD | ÇY | ÇY | ÇY | O | ÇY |
| R1.32 | ÇY | Y | ÇD | Y | ÇY | Y | OD | Y |
| R1.33 | ÇY | Y | D | Y | ÇY | ÇY | D | Y |
| R1.34 | ÇY | Y | D | OY | ÇY | ÇY | D | OY |
| R1.35 | ÇY | Y | O | OY | ÇY | ÇY | OD | OY |
| **Kontrol Noktaları** | **KV 3** | | | | **KV 4** | | | |
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| R1.01 | O | OD | OY | D | OY | O | Y | OD |
| R1.02 | O | OD | D | D | OY | O | OD | OD |
| R1.03 | Y | OY | ÇD | Y | ÇY | Y | D | ÇY |

**Tablo 5.94** Kreyn için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R1.04 | OY | OY | O | OY | Y | Y | OY | Y |
| R1.05 | O | Y | O | Y | OY | ÇY | OY | ÇY |
| R1.06 | Y | OY | D | OY | ÇY | Y | OD | Y |
| R1.07 | O | OY | ÇD | OY | OY | Y | D | Y |
| R1.08 | OY | Y | D | Y | Y | ÇY | OD | ÇY |
| R1.09 | OY | OY | D | OY | Y | Y | OD | Y |
| R1.10 | O | O | OD | OY | OY | OY | O | Y |
| R1.11 | OY | OY | O | OY | Y | Y | OY | Y |
| R1.12 | O | Y | ÇD | Y | OY | ÇY | D | ÇY |
| R1.13 | O | OY | OY | OY | OY | Y | Y | Y |
| R1.14 | O | O | O | OY | OY | OY | OY | Y |
| R1.15 | OY | OY | D | OY | Y | Y | OD | Y |
| R1.16 | O | O | ÇD | OY | OY | OY | D | Y |
| R1.17 | O | Y | ÇD | Y | OY | ÇY | D | ÇY |
| R1.18 | OD | Y | D | Y | O | ÇY | OD | ÇY |
| R1.19 | O | O | O | OY | OY | OY | OY | Y |
| R1.20 | O | O | D | OY | OY | OY | OD | Y |
| R1.21 | OY | O | OY | O | Y | OY | Y | OY |
| R1.22 | OY | O | OY | O | Y | OY | Y | OY |
| R1.23 | OY | Y | D | Y | Y | ÇY | OD | ÇY |
| R1.24 | OY | OY | ÇD | OY | Y | Y | D | Y |
| R1.25 | OY | O | ÇD | O | Y | OY | D | OY |
| R1.26 | OY | Y | ÇD | Y | Y | ÇY | D | ÇY |
| R1.27 | OY | O | ÇD | O | Y | OY | D | OY |
| R1.28 | OY | OY | ÇD | OY | Y | Y | D | Y |
| R1.29 | OY | OY | D | OY | Y | Y | OD | Y |
| R1.30 | OY | O | D | O | Y | OY | OD | OY |

**Tablo 5.94** Kreyn için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R1.31 | OY | OY | D | OY | Y | Y | OD | Y |
| R1.32 | OY | O | ÇD | O | Y | OY | D | OY |
| R1.33 | OY | O | D | O | Y | OY | OD | OY |
| R1.34 | OY | O | ÇD | O | Y | OY | D | OY |
| R1.35 | OY | OY | D | OY | Y | Y | OD | Y |

**Adım 2. Risklerin analiz edilmesi**

Bu aşamada bulanık CoCoSo adımları uygulanmıştır. Karar verici uzman ekibin dilsel değerlendirmelerine karşılık gelen matrislerin aritmetik ortalaması alınarak başlangıç (toplu) karar matrisi elde edilir (Tablo 5.95). Elde edilen bulanık toplu karar matrisi normalleştirilerek bulanık normalize karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 5.96).

**Tablo 5.95** Kreyn için BCoCoSo toplu karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R1.01 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,150 | 0,350 | 0,550 |
| R1.02 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,400 | 0,600 | 0,775 |
| R1.03 | 0,650 | 0,825 | 0,950 | 0,550 | 0,750 | 0,925 |
| R1.04 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R1.05 | 0,600 | 0,775 | 0,900 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| R1.06 | 0,750 | 0,925 | 1,000 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R1.07 | 0,600 | 0,775 | 0,900 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R1.08 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| R1.09 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,650 | 0,850 | 0,975 |
| R1.10 | 0,650 | 0,800 | 0,900 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| R1.11 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| R1.12 | 0,600 | 0,775 | 0,900 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| R1.13 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R1.14 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |

**Tablo 5.95** Kreyn için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R1.15 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R1.16 | 0,600 | 0,775 | 0,900 | 0,650 | 0,800 | 0,900 |
| R1.17 | 0,600 | 0,775 | 0,900 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| R1.18 | 0,400 | 0,600 | 0,775 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| R1.19 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| R1.20 | 0,450 | 0,650 | 0,850 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| R1.21 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| R1.22 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,650 | 0,800 | 0,900 |
| R1.23 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 1,200 | 1,425 | 1,500 |
| R1.24 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R1.25 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 2,900 | 3,300 | 3,400 |
| R1.26 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| R1.27 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,650 | 0,800 | 0,900 |
| R1.28 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R1.29 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R1.30 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| R1.31 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,650 | 0,825 | 0,950 |
| R1.32 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| R1.33 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| R1.34 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,975 | 1,300 | 1,575 |
| R1.35 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| R1.01 | 0,500 | 0,700 | 0,875 | 0,175 | 0,350 | 0,550 |
| R1.02 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,225 | 0,400 | 0,600 |
| R1.03 | 0,100 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| R1.04 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| R1.05 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,650 | 0,825 | 0,950 |
| R1.06 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,550 | 0,750 | 0,925 |

**Tablo 5.95** Kreyn için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R1.07 | 0,100 | 0,225 | 0,400 | 0,550 | 0,750 | 0,925 |
| R1.08 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,650 | 0,825 | 0,950 |
| R1.09 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| R1.10 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R1.11 | 0,300 | 0,500 | 0,700 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R1.12 | 0,100 | 0,225 | 0,400 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| R1.13 | 0,500 | 0,700 | 0,875 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R1.14 | 0,500 | 0,700 | 0,875 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R1.15 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| R1.16 | 0,100 | 0,225 | 0,400 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R1.17 | 0,100 | 0,225 | 0,400 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| R1.18 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| R1.19 | 0,300 | 0,500 | 0,700 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R1.20 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R1.21 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| R1.22 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| R1.23 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| R1.24 | 0,025 | 0,125 | 0,300 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| R1.25 | 0,025 | 0,125 | 0,300 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| R1.26 | 0,000 | 0,025 | 0,150 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| R1.27 | 0,000 | 0,025 | 0,150 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| R1.28 | 0,025 | 0,100 | 0,250 | 0,650 | 0,850 | 0,975 |
| R1.29 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R1.30 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| R1.31 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R1.32 | 0,025 | 0,100 | 0,250 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| R1.33 | 0,025 | 0,150 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| R1.34 | 0,000 | 0,075 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,850 |

**Tablo 5.95** Kreyn için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R1.35 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,550 | 0,750 | 0,925 |

**Tablo 5.96** Kreyn için BCoCoSo normalize karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R1.01 | 0,000 | 0,308 | 0,615 | 0,877 | 0,938 | 1,000 |
| R1.02 | 0,000 | 0,308 | 0,615 | 0,808 | 0,862 | 0,923 |
| R1.03 | 0,462 | 0,731 | 0,923 | 0,762 | 0,815 | 0,877 |
| R1.04 | 0,615 | 0,846 | 0,962 | 0,746 | 0,769 | 0,815 |
| R1.05 | 0,385 | 0,654 | 0,846 | 0,738 | 0,746 | 0,785 |
| R1.06 | 0,615 | 0,885 | 1,000 | 0,746 | 0,769 | 0,815 |
| R1.07 | 0,385 | 0,654 | 0,846 | 0,746 | 0,769 | 0,815 |
| R1.08 | 0,615 | 0,846 | 0,962 | 0,746 | 0,777 | 0,831 |
| R1.09 | 0,615 | 0,846 | 0,962 | 0,746 | 0,785 | 0,846 |
| R1.10 | 0,462 | 0,692 | 0,846 | 0,769 | 0,808 | 0,862 |
| R1.11 | 0,615 | 0,846 | 0,962 | 0,746 | 0,777 | 0,831 |
| R1.12 | 0,385 | 0,654 | 0,846 | 0,738 | 0,746 | 0,785 |
| R1.13 | 0,308 | 0,615 | 0,846 | 0,746 | 0,769 | 0,815 |
| R1.14 | 0,308 | 0,615 | 0,846 | 0,769 | 0,808 | 0,862 |
| R1.15 | 0,615 | 0,846 | 0,962 | 0,746 | 0,769 | 0,815 |
| R1.16 | 0,385 | 0,654 | 0,846 | 0,769 | 0,800 | 0,846 |
| R1.17 | 0,385 | 0,654 | 0,846 | 0,738 | 0,746 | 0,785 |
| R1.18 | 0,077 | 0,385 | 0,654 | 0,738 | 0,746 | 0,785 |
| R1.19 | 0,000 | 0,308 | 0,615 | 0,769 | 0,808 | 0,862 |
| R1.20 | 0,154 | 0,462 | 0,769 | 0,769 | 0,808 | 0,862 |
| R1.21 | 0,615 | 0,846 | 0,962 | 0,769 | 0,808 | 0,862 |
| R1.22 | 0,615 | 0,846 | 0,962 | 0,769 | 0,800 | 0,846 |
| R1.23 | 0,615 | 0,846 | 0,962 | 0,585 | 0,608 | 0,677 |
| R1.24 | 0,615 | 0,846 | 0,962 | 0,746 | 0,769 | 0,815 |

**Tablo 5.96** Kreyn için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R1.25 | 0,615 | 0,846 | 0,962 | 0,000 | 0,031 | 0,154 |
| R1.26 | 0,615 | 0,846 | 0,962 | 0,738 | 0,746 | 0,785 |
| R1.27 | 0,615 | 0,846 | 0,962 | 0,769 | 0,800 | 0,846 |
| R1.28 | 0,615 | 0,846 | 0,962 | 0,746 | 0,769 | 0,815 |
| R1.29 | 0,615 | 0,846 | 0,962 | 0,746 | 0,769 | 0,815 |
| R1.30 | 0,615 | 0,846 | 0,962 | 0,769 | 0,808 | 0,862 |
| R1.31 | 0,615 | 0,846 | 0,962 | 0,754 | 0,792 | 0,846 |
| R1.32 | 0,615 | 0,846 | 0,962 | 0,769 | 0,815 | 0,877 |
| R1.33 | 0,615 | 0,846 | 0,962 | 0,769 | 0,808 | 0,862 |
| R1.34 | 0,615 | 0,846 | 0,962 | 0,562 | 0,646 | 0,746 |
| R1.35 | 0,615 | 0,846 | 0,962 | 0,746 | 0,777 | 0,831 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| R1.01 | 0,103 | 0,282 | 0,487 | 0,000 | 0,212 | 0,455 |
| R1.02 | 0,385 | 0,590 | 0,769 | 0,061 | 0,273 | 0,515 |
| R1.03 | 0,590 | 0,769 | 0,897 | 0,515 | 0,727 | 0,879 |
| R1.04 | 0,333 | 0,538 | 0,744 | 0,394 | 0,636 | 0,848 |
| R1.05 | 0,333 | 0,538 | 0,744 | 0,576 | 0,788 | 0,939 |
| R1.06 | 0,436 | 0,641 | 0,821 | 0,455 | 0,697 | 0,909 |
| R1.07 | 0,590 | 0,769 | 0,897 | 0,455 | 0,697 | 0,909 |
| R1.08 | 0,436 | 0,641 | 0,821 | 0,576 | 0,788 | 0,939 |
| R1.09 | 0,436 | 0,641 | 0,821 | 0,515 | 0,758 | 0,939 |
| R1.10 | 0,231 | 0,436 | 0,641 | 0,697 | 0,879 | 0,970 |
| R1.11 | 0,282 | 0,487 | 0,692 | 0,697 | 0,879 | 0,970 |
| R1.12 | 0,590 | 0,769 | 0,897 | 0,818 | 0,970 | 1,000 |
| R1.13 | 0,103 | 0,282 | 0,487 | 0,697 | 0,879 | 0,970 |
| R1.14 | 0,103 | 0,282 | 0,487 | 0,697 | 0,879 | 0,970 |
| R1.15 | 0,385 | 0,590 | 0,769 | 0,636 | 0,848 | 0,970 |
| R1.16 | 0,590 | 0,769 | 0,897 | 0,697 | 0,879 | 0,970 |

**Tablo 5.96** Kreyn için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R1.17 | 0,590 | 0,769 | 0,897 | 0,697 | 0,909 | 1,000 |
| R1.18 | 0,436 | 0,641 | 0,821 | 0,758 | 0,939 | 1,000 |
| R1.19 | 0,282 | 0,487 | 0,692 | 0,697 | 0,879 | 0,970 |
| R1.20 | 0,436 | 0,641 | 0,821 | 0,697 | 0,879 | 0,970 |
| R1.21 | 0,154 | 0,333 | 0,538 | 0,515 | 0,727 | 0,879 |
| R1.22 | 0,000 | 0,077 | 0,231 | 0,515 | 0,727 | 0,879 |
| R1.23 | 0,385 | 0,590 | 0,769 | 0,697 | 0,909 | 1,000 |
| R1.24 | 0,692 | 0,872 | 0,974 | 0,636 | 0,848 | 0,970 |
| R1.25 | 0,692 | 0,872 | 0,974 | 0,455 | 0,697 | 0,879 |
| R1.26 | 0,000 | 0,974 | 1,000 | 0,697 | 0,909 | 1,000 |
| R1.27 | 0,000 | 0,974 | 1,000 | 0,455 | 0,697 | 0,879 |
| R1.28 | 0,744 | 0,897 | 0,974 | 0,576 | 0,818 | 0,970 |
| R1.29 | 0,538 | 0,744 | 0,897 | 0,697 | 0,879 | 0,970 |
| R1.30 | 0,436 | 0,641 | 0,821 | 0,515 | 0,727 | 0,879 |
| R1.31 | 0,487 | 0,692 | 0,872 | 0,697 | 0,879 | 0,970 |
| R1.32 | 0,744 | 0,897 | 0,974 | 0,455 | 0,697 | 0,879 |
| R1.33 | 0,641 | 0,846 | 0,974 | 0,455 | 0,697 | 0,879 |
| R1.34 | 0,000 | 0,923 | 1,000 | 0,333 | 0,576 | 0,818 |
| R1.35 | 0,487 | 0,692 | 0,872 | 0,455 | 0,697 | 0,909 |

Denklem (3.22) ve (3.23) kullanılarak, ağırlıklı karşılaştırma bulanık toplamının ($\tilde{S}_i$) güç ağırlığı ve her kontrol noktası için üstel ağırlıklı karşılaştırmalı dizileri ($\tilde{P}_i$) hesaplandı. Sonuçlar Tablo 5.97' de sunulmaktadır.

**Tablo 5.97** Kreyn için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı

| **Kısa kod** | $\tilde{S}_i$ | | | $\tilde{P}_i$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R1.01 | 0,458 | 0,893 | 0,723 | 1,490 | 2,488 | 3,199 |
| R1.02 | 0,589 | 1,044 | 0,796 | 2,176 | 2,747 | 3,377 |
| R1.03 | 1,104 | 1,569 | 1,002 | 3,428 | 3,473 | 3,796 |

**Tablo 5.97** Kreyn için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R1.04 | 1,010 | 1,424 | 0,944 | 3,304 | 3,296 | 3,690 |
| R1.05 | 0,946 | 1,420 | 0,927 | 3,277 | 3,288 | 3,643 |
| R1.06 | 1,084 | 1,529 | 0,992 | 3,392 | 3,424 | 3,780 |
| R1.07 | 1,030 | 1,493 | 0,971 | 3,355 | 3,384 | 3,731 |
| R1.08 | 1,131 | 1,571 | 0,994 | 3,445 | 3,472 | 3,779 |
| R1.09 | 1,107 | 1,557 | 0,999 | 3,420 | 3,457 | 3,786 |
| R1.10 | 0,999 | 1,472 | 0,928 | 3,302 | 3,331 | 3,633 |
| R1.11 | 1,101 | 1,549 | 0,966 | 3,399 | 3,428 | 3,717 |
| R1.12 | 1,166 | 1,646 | 0,986 | 3,490 | 3,548 | 3,751 |
| R1.13 | 0,838 | 1,342 | 0,872 | 3,072 | 3,136 | 3,508 |
| R1.14 | 0,849 | 1,362 | 0,885 | 3,080 | 3,159 | 3,531 |
| R1.15 | 1,128 | 1,578 | 0,983 | 3,441 | 3,475 | 3,754 |
| R1.16 | 1,134 | 1,619 | 0,996 | 3,461 | 3,523 | 3,771 |
| R1.17 | 1,119 | 1,609 | 0,986 | 3,450 | 3,510 | 3,751 |
| R1.18 | 0,892 | 1,446 | 0,911 | 3,123 | 3,281 | 3,587 |
| R1.19 | 0,764 | 1,331 | 0,878 | 2,535 | 3,115 | 3,515 |
| R1.20 | 0,927 | 1,475 | 0,957 | 3,218 | 3,334 | 3,690 |
| R1.21 | 0,978 | 1,396 | 0,908 | 3,227 | 3,226 | 3,599 |
| R1.22 | 0,902 | 1,264 | 0,817 | 2,636 | 2,921 | 3,338 |
| R1.23 | 1,077 | 1,530 | 0,951 | 3,400 | 3,412 | 3,690 |
| R1.24 | 1,281 | 1,720 | 1,041 | 3,579 | 3,641 | 3,863 |
| R1.25 | 0,865 | 1,243 | 0,823 | 2,584 | 2,830 | 3,337 |
| R1.26 | 0,957 | 1,796 | 1,047 | 2,696 | 3,719 | 3,872 |
| R1.27 | 0,879 | 1,696 | 1,033 | 2,609 | 3,611 | 3,855 |
| R1.28 | 1,283 | 1,714 | 1,041 | 3,574 | 3,635 | 3,863 |
| R1.29 | 1,228 | 1,674 | 1,019 | 3,539 | 3,589 | 3,824 |
| R1.30 | 1,118 | 1,551 | 0,987 | 3,428 | 3,449 | 3,770 |

**Tablo 5.97** Kreyn için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R1.31 | 1,206 | 1,660 | 1,021 | 3,519 | 3,572 | 3,826 |
| R1.32 | 1,248 | 1,665 | 1,035 | 3,529 | 3,580 | 3,858 |
| R1.33 | 1,197 | 1,635 | 1,030 | 3,491 | 3,548 | 3,850 |
| R1.34 | 0,736 | 1,517 | 0,987 | 2,463 | 3,403 | 3,777 |
| R1.35 | 1,110 | 1,542 | 1,000 | 3,418 | 3,442 | 3,794 |

**Adım 3. Risk değerlendirmesi**

Denklemler (3.24)- (3.26) kullanılarak, her kontrol noktası için üç bulanık değerlendirme puanı ($\tilde{f}_{ia}$, $\tilde{f}_{ib}$ , $\tilde{f}_{ic}$) elde edilmiştir. Değerlendirme puanları Tablo 5.98'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.98** Kreyn için BCoCoSo değerlendirme puanları

| **Kısa kod** | $\tilde{f}_{ia}$ | | | $\tilde{f}_{ib}$ | | | $\tilde{f}_{ic}$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R1.01 | 0,012 | 0,020 | 0,027 | 2,000 | 3,622 | 3,727 | 0,396 | 0,687 | 0,797 |
| R1.02 | 0,017 | 0,022 | 0,029 | 2,747 | 4,126 | 4,006 | 0,562 | 0,771 | 0,848 |
| R1.03 | 0,028 | 0,030 | 0,033 | 4,713 | 5,759 | 4,738 | 0,921 | 1,025 | 0,975 |
| R1.04 | 0,027 | 0,028 | 0,032 | 4,425 | 5,324 | 4,539 | 0,877 | 0,960 | 0,942 |
| R1.05 | 0,026 | 0,028 | 0,031 | 4,266 | 5,310 | 4,470 | 0,859 | 0,957 | 0,929 |
| R1.06 | 0,028 | 0,029 | 0,033 | 4,646 | 5,639 | 4,705 | 0,910 | 1,007 | 0,970 |
| R1.07 | 0,027 | 0,029 | 0,032 | 4,502 | 5,533 | 4,626 | 0,891 | 0,991 | 0,956 |
| R1.08 | 0,028 | 0,030 | 0,033 | 4,783 | 5,763 | 4,708 | 0,930 | 1,025 | 0,970 |
| R1.09 | 0,028 | 0,029 | 0,033 | 4,715 | 5,722 | 4,723 | 0,920 | 1,019 | 0,973 |
| R1.10 | 0,026 | 0,028 | 0,031 | 4,399 | 5,452 | 4,467 | 0,874 | 0,976 | 0,927 |
| R1.11 | 0,028 | 0,029 | 0,032 | 4,687 | 5,685 | 4,606 | 0,915 | 1,012 | 0,952 |
| R1.12 | 0,029 | 0,031 | 0,032 | 4,890 | 5,977 | 4,672 | 0,947 | 1,056 | 0,963 |
| R1.13 | 0,024 | 0,026 | 0,030 | 3,893 | 5,036 | 4,259 | 0,795 | 0,910 | 0,890 |
| R1.14 | 0,024 | 0,027 | 0,030 | 3,921 | 5,095 | 4,304 | 0,799 | 0,919 | 0,898 |

**Tablo 5.98** Kreyn için BCoCoSo değerlendirme puanları (devamı)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R1.15 | 0,028 | 0,030 | 0,032 | 4,775 | 5,780 | 4,668 | 0,929 | 1,027 | 0,963 |
| R1.16 | 0,028 | 0,030 | 0,033 | 4,800 | 5,901 | 4,708 | 0,934 | 1,045 | 0,969 |
| R1.17 | 0,028 | 0,030 | 0,032 | 4,762 | 5,872 | 4,672 | 0,929 | 1,041 | 0,963 |
| R1.18 | 0,025 | 0,028 | 0,031 | 4,046 | 5,361 | 4,397 | 0,816 | 0,961 | 0,914 |
| R1.19 | 0,020 | 0,026 | 0,030 | 3,370 | 4,998 | 4,278 | 0,671 | 0,904 | 0,893 |
| R1.20 | 0,026 | 0,028 | 0,032 | 4,185 | 5,460 | 4,569 | 0,843 | 0,978 | 0,945 |
| R1.21 | 0,026 | 0,027 | 0,031 | 4,303 | 5,215 | 4,398 | 0,855 | 0,940 | 0,916 |
| R1.22 | 0,022 | 0,025 | 0,028 | 3,740 | 4,721 | 4,025 | 0,719 | 0,851 | 0,845 |
| R1.23 | 0,028 | 0,029 | 0,032 | 4,634 | 5,634 | 4,555 | 0,910 | 1,005 | 0,944 |
| R1.24 | 0,030 | 0,032 | 0,034 | 5,201 | 6,201 | 4,867 | 0,988 | 1,090 | 0,997 |
| R1.25 | 0,021 | 0,024 | 0,028 | 3,625 | 4,614 | 4,039 | 0,701 | 0,828 | 0,846 |
| R1.26 | 0,022 | 0,032 | 0,034 | 3,901 | 6,420 | 4,887 | 0,743 | 1,121 | 1,000 |
| R1.27 | 0,021 | 0,031 | 0,033 | 3,671 | 6,128 | 4,844 | 0,709 | 1,079 | 0,994 |
| R1.28 | 0,030 | 0,031 | 0,034 | 5,202 | 6,185 | 4,867 | 0,987 | 1,087 | 0,997 |
| R1.29 | 0,029 | 0,031 | 0,033 | 5,058 | 6,065 | 4,794 | 0,969 | 1,070 | 0,985 |
| R1.30 | 0,028 | 0,029 | 0,033 | 4,744 | 5,703 | 4,686 | 0,924 | 1,016 | 0,967 |
| R1.31 | 0,029 | 0,031 | 0,033 | 4,997 | 6,024 | 4,799 | 0,960 | 1,064 | 0,985 |
| R1.32 | 0,029 | 0,031 | 0,034 | 5,094 | 6,041 | 4,850 | 0,971 | 1,066 | 0,995 |
| R1.33 | 0,029 | 0,030 | 0,033 | 4,958 | 5,954 | 4,835 | 0,953 | 1,054 | 0,992 |
| R1.34 | 0,020 | 0,029 | 0,033 | 3,261 | 5,597 | 4,692 | 0,650 | 1,000 | 0,969 |
| R1.35 | 0,028 | 0,029 | 0,033 | 4,718 | 5,679 | 4,732 | 0,920 | 1,013 | 0,975 |

Bu üç bulanık değerlendirme puanları, Denklemler (3.27)- (3.29) kullanılarak net değerlendirme puanlarına ($f_{ia}$, $f_{ia}$, $f_{ia}$) dönüştürülmüştür (Tablo 5.99).

**Tablo 5.99** Kreyn için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama

| Kısa kod | $f_{ia}$ | $f_{ib}$ | $f_{ic}$ | $f_i$ | Sıralama |
|---|---|---|---|---|---|
| R1.01 | 0,020 | 3,116 | 0,627 | 1,5912 | 35 |
| R1.02 | 0,023 | 3,626 | 0,727 | 1,8494 | 34 |
| R1.03 | 0,030 | 5,070 | 0,974 | 2,5545 | 12 |
| R1.04 | 0,029 | 4,762 | 0,926 | 2,4078 | 23 |
| R1.05 | 0,028 | 4,682 | 0,915 | 2,3701 | 25 |
| R1.06 | 0,030 | 4,997 | 0,962 | 2,5195 | 17 |
| R1.07 | 0,029 | 4,887 | 0,946 | 2,4678 | 20 |
| R1.08 | 0,030 | 5,085 | 0,975 | 2,5609 | 10 |
| R1.09 | 0,030 | 5,053 | 0,971 | 2,5462 | 13 |
| R1.10 | 0,029 | 4,773 | 0,926 | 2,4114 | 22 |
| R1.11 | 0,030 | 4,993 | 0,960 | 2,5159 | 18 |
| R1.12 | 0,031 | 5,180 | 0,988 | 2,6050 | 7 |
| R1.13 | 0,027 | 4,396 | 0,865 | 2,2298 | 30 |
| R1.14 | 0,027 | 4,440 | 0,872 | 2,2508 | 29 |
| R1.15 | 0,030 | 5,074 | 0,973 | 2,5555 | 11 |
| R1.16 | 0,030 | 5,136 | 0,983 | 2,5852 | 8 |
| R1.17 | 0,030 | 5,102 | 0,978 | 2,5688 | 9 |
| R1.18 | 0,028 | 4,602 | 0,897 | 2,3280 | 27 |
| R1.19 | 0,026 | 4,215 | 0,823 | 2,1334 | 31 |
| R1.20 | 0,029 | 4,738 | 0,922 | 2,3956 | 24 |
| R1.21 | 0,028 | 4,639 | 0,904 | 2,3463 | 26 |
| R1.22 | 0,025 | 4,162 | 0,805 | 2,1012 | 32 |
| R1.23 | 0,029 | 4,941 | 0,953 | 2,4921 | 19 |
| R1.24 | 0,032 | 5,423 | 1,025 | 2,7203 | 1 |
| R1.25 | 0,025 | 4,093 | 0,792 | 2,0664 | 33 |
| R1.26 | 0,030 | 5,069 | 0,955 | 2,5406 | 16 |

**Tablo 5.99** Kreyn için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama (devamı)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| R1.27 | 0,029 | 4,881 | 0,927 | 2,4522 | 21 |
| R1.28 | 0,032 | 5,418 | 1,024 | 2,7179 | 2 |
| R1.29 | 0,031 | 5,306 | 1,008 | 2,6651 | 4 |
| R1.30 | 0,030 | 5,044 | 0,969 | 2,5418 | 14 |
| R1.31 | 0,031 | 5,273 | 1,003 | 2,6499 | 5 |
| R1.32 | 0,031 | 5,328 | 1,011 | 2,6755 | 3 |
| R1.33 | 0,031 | 5,249 | 1,000 | 2,6386 | 6 |
| R1.34 | 0,027 | 4,517 | 0,873 | 2,2801 | 28 |
| R1.35 | 0,030 | 5,043 | 0,969 | 2,5416 | 15 |

**Adım 4. Faaliyetlerin kontrol edilmesi**

Bulanık CoCoSo sonuçlarına göre R1.24 "Hidrolik boru ve hortum devrelerinde çalışırken devrenin aktif olması" 2,720 puan ile en öncelikli sağlık ve güvenlik çalışmalarını gerektiren kontrol noktası olarak elde edilmiştir. Bu kontrol noktasındaki sağlık ve güvenlik uygulamalarındaki eksiklikler Sıkışma ve basınç patlaması sonucu göz kaybı, uzuv kaybı ile sonuçlanabilecek mesleki riskleri meydana getirebilir. Kreyn için önem sıralaması yapılan kontrol noktalarına yönelik mesleki riskler Tablo 5.100'de sunulmaktadır.

**Tablo 5.100** Kreyn kontrol noktaları için mesleki riskler

| **Sıra** | **Kontrol noktası** | | **Risk kodu** |
|---|---|---|---|
| 1 | R1.24 | Hidrolik boru ve hortum devrelerinde çalışırken devrenin aktif olması | R35 |
| 2 | R1.28 | Arızalı ve onarımda bulunan kreynlerle yük veya insan transfer edilmesi | R17 |
| 3 | R1.32 | Platform bağlantı papuç ve saportlarının yeterli kaynak yapılmadan vincin ayrılması | R17 |
| 4 | R1.29 | Boom üzerinde habersiz sıcak çalışma yapılması | R23 |
| 5 | R1.31 | Mayna vira sırasında personelin platform ile ana gövde arasına uzuvlarını sokması | R33 |

**Tablo 5.100** Kreyn kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 | R1.33 | Kaynak bağlantılarının tahribatsız muayenesi yapılmadan platform üzerine personel çıkarılması | R9 |
| 7 | R1.12 | Vinçlerde sepet ile çalışan personelin sepetlerde malzeme taşıması | R9 |
| 8 | R1.16 | Donanım çekilirken kılavuz olarak ip kullanılması | R17 |
| 9 | R1.17 | Donanım halatı takılırken sapanın el yordamı ile yapılması | R34 |
| 10 | R1.08 | Çalışanların çalışma sırasında uygun KKD'leri kullanmaması | R9 |
| 11 | R1.15 | Çalışma bölgesinin güvenlik şeridi ve ikaz levhaları ile markalanmaması | R10 |
| 12 | R1.03 | Personelin sağlık muayenesinin olmaması | R8 |
| 13 | R1.09 | Donanım ve makaralarda birikmiş yağların temizlenmeden çalışmaya başlanması | R32 |
| 14 | R1.30 | Boom içinden gaz ölçümü alınmadan sıcak çalışma yapılması | R23 |
| 15 | R1.35 | Platformun yönlendirmesi ve çevrilmesi sırasında yönlendirici halat ve iplerin bulunmaması | R17 |
| 16 | R1.26 | Kreynin hareket ettirilmesi sırasında makine dairesinde insan bulunması | R9 |
| 17 | R1.06 | Çalışma bölgesinin yeterli olarak havalandırılmaması | R9 |
| 18 | R1.11 | Makara, donanım halatı vb. malzemelerin ip ile transfer edilmesi | R17 |
| 19 | R1.23 | Bakım onarım sırasında vincin çalıştırılması ve hareket ettirilmesi | R10 |
| 20 | R1.07 | Çalışma bölgesine iniş-çıkış merdivenlerinin yağlı ve kaygan olması | R18 |
| 21 | R1.27 | Çalışanların ortamda bulunan toz, buhar, dumana maruz bırakılması | R36 |
| 22 | R1.10 | Temizlenen yağların gemi güvertesi ve denize atılması | R16 |
| 23 | R1.04 | Çalışanların yüksekte çalışmaya uygun olmaması | R8 |
| 24 | R1.20 | Elektrikli el aletlerinin kabloların çalışmaya uygun olmaması | R10 |
| 25 | R1.05 | Kreyn işlerinin gece yapılması | R18 |
| 26 | R1.21 | Kabloların izolasyonlarının açık olması | R10 |
| 27 | R1.18 | Sıcak çalışma yapılacak alanların yağ tanklarına denk gelmesi | R23 |
| 28 | R1.34 | Platform güvenli hale gelmeden altından insan geçmesi | R17 |
| 29 | R1.14 | Boşaltılan halatların düzgün bir şekilde toplanmaması | R18 |
| 30 | R1.13 | Serbest hale getirilen halatların insan gücü ile tutulmaya çalışılması | R33 |

**Tablo 5.100** Kreyn kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 31 | R1.19 | Sıcak çalışma bölgesinde yanıcı malzeme ve atıkların bulunması | R23 |
| 32 | R1.22 | Kaldırma ekipmanlarının periyodik test ve kontrollerinin yapılmamış olması | R17 |
| 33 | R1.25 | Kreynin kapalı ve dar alanlarında gaz ölçümü yapılmaması | R23 |
| 34 | R1.02 | Kreyn yapılacak işlere habersiz başlanması | R9 |
| 35 | R1.01 | Çalışanların yeterli mesleki deneyim ve tecrübeye sahip olmaması | R17 |

### 5.2.3.2 Armadorluk

Armadorluk tehlike kaynağı için onbir adet kontrol noktası tespit edilmiştir. Tepit edilen kontrol noktalarına dair bilgiler aşağıda sıralanmıştır.

- R2.01 Mesleki eğitim ve yeterliliği olmayan kişilerin armador olması
- R2.02 Görme bozukluğu ve işitme kaybı gibi sağlık sorunları olan kişilerin armador olması
- R2.03 Ruhsal olarak uygun olmayan kişilerin armador olması
- R2.04 Armador olarak görevlendirilen kişilerin işe giriş ve periyodik sağlık muayenelerinin yapılmaması
- R2.05 Yeterli sayıda armador çalıştırılmaması
- R2.06 Armador olarak çalışan kişilerin telsiz ile iletişim kurallarını bilmemesi
- R2.07 Armador olarak çalışan kişilerin el kol işaretlerini bilmemesi
- R2.08 Armadorlerin diğer çalışanlardan ayırt edilebileceği iş kıyafeti kullanmaması
- R2.09 Yükün skylight vb. kat olan bölgelerden çıkarılması durumunda armadorun alt bölgedeki katı görememesi
- R2.10 Armador ya da işaretçinin operasyonlar sırasında açıklık bulunan bölgelerde hareket etmesi
- R2.11 Armadorun alkol alışkanlığının olması ve işe alkollü gelmesi

Karar verici uzman ekip tarafından her bir kriter için kontrol noktalarına Tablo 5.101'te bulanık dilsel terimler atanmıştır.

**Tablo 5.101** Armadorluk için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi

| **Kontrol Noktaları** | **KV 1** | | | | **KV 2** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| R2.01 | OY | ÇY | OD | OY | Y | ÇY | OD | ÇY |
| R2.02 | OY | OY | D | Y | Y | Y | D | Y |
| R2.03 | OY | ÇY | OD | OY | Y | Y | D | Y |
| R2.04 | OY | Y | D | OY | Y | ÇY | D | OY |
| R2.05 | OY | Y | D | Y | Y | Y | D | ÇY |
| R2.06 | OY | Y | ÇD | Y | Y | Y | ÇD | Y |
| R2.07 | OY | Y | OD | Y | Y | ÇY | OD | Y |
| R2.08 | OY | OY | OD | OY | Y | OY | OD | OY |
| R2.09 | OY | OY | D | OY | Y | ÇY | O | OY |
| R2.10 | OY | OY | D | OY | Y | Y | OD | OY |
| R2.11 | OY | Y | D | OY | Y | Y | D | ÇY |
| **Kontrol Noktaları** | **KV 3** | | | | **KV 4** | | | |
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| R2.01 | OY | Y | ÇD | OY | Y | ÇY | D | Y |
| R2.02 | OY | Y | ÇD | O | Y | ÇY | D | OY |
| R2.03 | OY | Y | ÇD | OY | Y | ÇY | D | Y |
| R2.04 | OY | Y | ÇD | O | Y | ÇY | D | OY |
| R2.05 | OY | Y | ÇD | OY | Y | ÇY | D | Y |
| R2.06 | OY | Y | ÇD | O | Y | ÇY | D | OY |
| R2.07 | OY | Y | ÇD | O | Y | ÇY | D | OY |
| R2.08 | OY | Y | ÇD | OD | Y | ÇY | D | O |
| R2.09 | OY | Y | O | OY | Y | ÇY | OY | Y |
| R2.10 | OY | Y | ÇD | OY | Y | ÇY | D | Y |
| R2.11 | OY | Y | ÇD | OY | Y | ÇY | D | Y |

**Adım 2. Risklerin analiz edilmesi**

Bu aşamada bulanık CoCoSo adımları uygulanmıştır. Karar verici uzman ekibin dilsel değerlendirmelerine karşılık gelen matrislerin aritmetik ortalaması alınarak başlangıç (toplu) karar matrisi elde edilir (Tablo 5.102). Elde edilen bulanık toplu karar matrisi normalleştirilerek bulanık normalize karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 5.103).

**Tablo 5.102** Armadorluk için BCoCoSo toplu karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R2.01 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| R2.02 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| R2.03 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| R2.04 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| R2.05 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| R2.06 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| R2.07 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| R2.08 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,650 | 0,825 | 0,950 |
| R2.09 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R2.10 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| R2.11 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| R2.01 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,650 | 0,825 | 0,950 |
| R2.02 | 0,000 | 0,075 | 0,250 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| R2.03 | 0,000 | 0,050 | 0,200 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| R2.04 | 0,000 | 0,075 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,850 |
| R2.05 | 0,000 | 0,075 | 0,250 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| R2.06 | 0,000 | 0,025 | 0,150 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| R2.07 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,925 | 1,275 | 1,575 |
| R2.08 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| R2.09 | 0,275 | 0,450 | 0,650 | 0,550 | 0,750 | 0,925 |

**Tablo 5.102** Armadorluk için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R2.10 | 0,025 | 0,125 | 0,300 | 0,550 | 0,750 | 0,925 |
| R2.11 | 0,000 | 0,075 | 0,250 | 0,650 | 0,825 | 0,950 |

**Tablo 5.103** Armadorluk için BCoCoSo normalize karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R2.01 | 0,000 | 0,571 | 1,000 | 0,000 | 0,071 | 0,429 |
| R2.02 | 0,000 | 0,571 | 1,000 | 0,071 | 0,357 | 0,857 |
| R2.03 | 0,000 | 0,571 | 1,000 | 0,000 | 0,143 | 0,571 |
| R2.04 | 0,000 | 0,571 | 1,000 | 0,000 | 0,143 | 0,571 |
| R2.05 | 0,000 | 0,571 | 1,000 | 0,000 | 0,214 | 0,714 |
| R2.06 | 0,000 | 0,571 | 1,000 | 0,000 | 0,214 | 0,714 |
| R2.07 | 0,000 | 0,571 | 1,000 | 0,000 | 0,143 | 0,571 |
| R2.08 | 0,000 | 0,571 | 1,000 | 0,143 | 0,500 | 1,000 |
| R2.09 | 0,000 | 0,571 | 1,000 | 0,071 | 0,286 | 0,714 |
| R2.10 | 0,000 | 0,571 | 1,000 | 0,071 | 0,357 | 0,857 |
| R2.11 | 0,000 | 0,571 | 1,000 | 0,000 | 0,214 | 0,714 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| R2.01 | 0,462 | 0,731 | 0,923 | 0,245 | 0,388 | 0,490 |
| R2.02 | 0,000 | 0,885 | 1,000 | 0,163 | 0,327 | 0,449 |
| R2.03 | 0,000 | 0,923 | 1,000 | 0,204 | 0,367 | 0,490 |
| R2.04 | 0,000 | 0,885 | 1,000 | 0,082 | 0,245 | 0,408 |
| R2.05 | 0,000 | 0,885 | 1,000 | 0,286 | 0,429 | 0,510 |
| R2.06 | 0,000 | 0,962 | 1,000 | 0,163 | 0,327 | 0,449 |
| R2.07 | 0,462 | 0,731 | 0,923 | 0,469 | 0,755 | 1,000 |
| R2.08 | 0,462 | 0,731 | 0,923 | 0,000 | 0,163 | 0,327 |
| R2.09 | 0,000 | 0,308 | 0,577 | 0,163 | 0,327 | 0,469 |
| R2.10 | 0,538 | 0,808 | 0,962 | 0,163 | 0,327 | 0,469 |
| R2.11 | 0,000 | 0,885 | 1,000 | 0,245 | 0,388 | 0,490 |

Denklem (3.22) ve (3.23) kullanılarak, ağırlıklı karşılaştırma bulanık toplamının ($\tilde{S}_i$) güç ağırlığı ve her kontrol noktası için üstel ağırlıklı karşılaştırmalı dizileri ($\tilde{P}_i$) hesaplandı. Sonuçlar Tablo 5.104' de sunulmaktadır.

**Tablo 5.104** Armadorluk için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı

| **Kısa kod** | $\tilde{S}_i$ | | | $\tilde{P}_i$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R2.01 | 0,348 | 0,906 | 0,763 | 1,499 | 2,478 | 3,317 |
| R2.02 | 0,118 | 1,105 | 0,888 | 1,107 | 2,848 | 3,592 |
| R2.03 | 0,104 | 1,035 | 0,822 | 0,653 | 2,683 | 3,455 |
| R2.04 | 0,042 | 0,953 | 0,800 | 0,511 | 2,550 | 3,393 |
| R2.05 | 0,146 | 1,082 | 0,866 | 0,715 | 2,795 | 3,557 |
| R2.06 | 0,083 | 1,071 | 0,849 | 0,615 | 2,754 | 3,513 |
| R2.07 | 0,463 | 1,128 | 0,938 | 1,630 | 2,835 | 3,722 |
| R2.08 | 0,293 | 1,015 | 0,873 | 1,406 | 2,702 | 3,527 |
| R2.09 | 0,118 | 0,762 | 0,742 | 1,107 | 2,383 | 3,294 |
| R2.10 | 0,379 | 1,064 | 0,883 | 1,955 | 2,804 | 3,588 |
| R2.11 | 0,125 | 1,062 | 0,860 | 0,686 | 2,763 | 3,543 |

**Adım 3. Risk değerlendirmesi**

Denklemler (3.24)- (3.26) kullanılarak, her kontrol noktası için üç bulanık değerlendirme puanı ($\tilde{f}_{ia}$, $\tilde{f}_{ib}$ , $\tilde{f}_{ic}$) elde edilmiştir. Değerlendirme puanları Tablo 5.105'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.105** Armadorluk için BCoCoSo değerlendirme puanları

| **Kısa kod** | $\tilde{f}_{ia}$ | | | $\tilde{f}_{ib}$ | | | $\tilde{f}_{ic}$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R2.01 | 0,039 | 0,083 | 0,289 | 11,300 | 26,620 | 24,819 | 0,396 | 0,726 | 0,875 |
| R2.02 | 0,026 | 0,097 | 0,318 | 5,007 | 32,106 | 28,357 | 0,263 | 0,848 | 0,961 |
| R2.03 | 0,016 | 0,091 | 0,303 | 3,778 | 30,104 | 26,506 | 0,162 | 0,798 | 0,918 |
| R2.04 | 0,012 | 0,086 | 0,297 | 2,000 | 27,873 | 25,859 | 0,119 | 0,752 | 0,900 |
| R2.05 | 0,018 | 0,095 | 0,314 | 4,899 | 31,464 | 27,761 | 0,185 | 0,832 | 0,949 |

**Tablo 5.105** Armadorluk için BCoCoSo değerlendirme puanları (devamı)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R2.06 | 0,015 | 0,094 | 0,309 | 3,204 | 31,125 | 27,279 | 0,150 | 0,821 | 0,936 |
| R2.07 | 0,044 | 0,097 | 0,330 | 14,306 | 32,654 | 29,819 | 0,449 | 0,851 | 1,000 |
| R2.08 | 0,036 | 0,091 | 0,312 | 9,799 | 29,663 | 27,871 | 0,365 | 0,797 | 0,944 |
| R2.09 | 0,026 | 0,077 | 0,286 | 5,007 | 22,978 | 24,269 | 0,263 | 0,675 | 0,866 |
| R2.10 | 0,049 | 0,095 | 0,317 | 12,926 | 31,042 | 28,235 | 0,501 | 0,830 | 0,959 |
| R2.11 | 0,017 | 0,094 | 0,312 | 4,342 | 30,907 | 27,601 | 0,174 | 0,821 | 0,945 |

Bu üç bulanık değerlendirme puanları, Denklemler (3.27)- (3.29) kullanılarak net değerlendirme puanlarına ($f_{ia}$, $f_{ia}$, $f_{ia}$) dönüştürülmüştür (Tablo 5.106).

**Tablo 5.106** Armadorluk için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama

| **Kısa kodları** | $\mathbf{f_{ia}}$ | $\mathbf{f_{ib}}$ | $\mathbf{f_{ic}}$ | $\mathbf{f_i}$ | **Sıralama** |
|---|---|---|---|---|---|
| **R2.01** | 0,137 | 20,913 | 0,666 | 8,479 | **7** |
| **R2.02** | 0,147 | 21,823 | 0,691 | 8,857 | **4** |
| **R2.03** | 0,137 | 20,129 | 0,626 | 8,163 | **9** |
| **R2.04** | 0,132 | 18,577 | 0,590 | 7,563 | **10** |
| **R2.05** | 0,142 | 21,375 | 0,655 | 8,649 | **5** |
| **R2.06** | 0,139 | 20,536 | 0,636 | 8,324 | **8** |
| **R2.07** | 0,157 | 25,593 | 0,767 | 10,294 | **1** |
| **R2.08** | 0,146 | 22,444 | 0,702 | 9,085 | **3** |
| **R2.09** | 0,130 | 17,418 | 0,601 | 7,157 | **11** |
| **R2.10** | 0,154 | 24,068 | 0,763 | 9,741 | **2** |
| **R2.11** | 0,141 | 20,950 | 0,647 | 8,486 | **6** |

**Adım 4. Faaliyetlerin kontrol edilmesi**

Bulanık CoCoSo sonuçlarına göre R2.07 "Armador olarak çalışan kişilerin el kol işaretlerini bilmemesi" 10,294 puan ile en öncelikli sağlık ve güvenlik çalışmalarını gerektiren kontrol noktası olarak elde edilmiştir. Bu kontrol noktasındaki sağlık ve güvenlik uygulamalarındaki eksiklikler malzeme düşmesi sonucu hafif yaralanma,

uzuv kaybı, iş günü kaybı, maddi hasar, ölüm ile sonuçlanabilecek mesleki riskleri meydana getirebilir. Armadorluk için önem sıralaması yapılan kontrol noktalarına yönelik mesleki riskler Tablo 5.107'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.107** Armadorluk kontrol noktaları için mesleki riskler

| Sıra | Kontrol noktası | | Risk kodu |
|---|---|---|---|
| 1 | R2.07 | Armador olarak çalışan kişilerin el kol işaretlerini bilmemesi | R17 |
| 2 | R2.10 | Armador ya da işaretçinin operasyonlar sırasında açıklık bulunan bölgelerde hareket etmesi | R24 |
| 3 | R2.08 | Armadorlerin diğer çalışanlardan ayırt edilebileceği iş kıyafeti kullanmaması | R20 |
| 4 | R2.02 | Görme bozukluğu ve işitme kaybı gibi sağlık sorunları olan kişilerin armador olması | R18 |
| 5 | R2.05 | Yeterli sayıda armador çalıştırılmaması | R17 |
| 6 | R2.11 | Armadorun alkol alışkanlığının olması ve işe alkollü gelmesi | R17 |
| 7 | R2.01 | Mesleki eğitim ve yeterliliği olmayan kişilerin armador olması | R17 |
| 8 | R2.06 | Armador olarak çalışan kişilerin telsiz ile iletişim kurallarını bilmemesi | R17 |
| 9 | R2.03 | Ruhsal olarak uygun olmayan kişilerin armador olması | R17 |
| 10 | R2.04 | Armador olarak görevlendirilen kişilerin işe giriş ve periyodik sağlık muayenelerinin yapılmaması | R17 |
| 11 | R2.09 | Yükün skylight vb. kat olan bölgelerden çıkarılması durumunda armadorun alt bölgedeki katı görememesi | R17 |

### 5.2.3.3 Rıhtımlar

Rıhtımlar tehlike kaynağı için yirmidokuz adet kontrol noktası tespit edilmiştir. Tepit edilen kontrol noktalarına dair bilgiler aşağıda sıralanmıştır.

- R3.01: Rıhtım ve iskelelerin metrekare başına taşıma kapasitelerinin bilinmemesi.
- R3.02: Rıhtım ve iskelelerin periyodik olarak kontrol edilmemesi.
- R3.03: Kazıkların tespit edildiği deniz tabanının kontrol edilmemesi.
- R3.04: Deniz tabanında meydana gelen göçük, kayma ve boşalmaların fark edilmemesi.

- R3.05: Kazıklarda meydana gelen çatlama ve kırılmaların kontrol edilmemesi.
- R3.06: Kazıkların yüzey koruması için boyanması
- R3.07: Rıhtım üzerinde bulunan babaların taşıma kapasitelerinin bilinmemesi.
- R3.08: Gemi operasyonları öncesi rüzgâr şiddeti ve gemi yüksekliğine bağlı olarak babalara gelebilecek max yükün bilinmemesi.
- R3.09: Rıhtım ve iskelelerin doğrultularındaki sapmaların takip edilmemesi.
- R3.10: Rıhtım ve iskeleler üzerinde meydana gelen hasarların usulüne uygun olarak tamir edilmemesi.
- R3.11: Operasyonda bulunan gemilerin fırtına ve rüzgâr nedeniyle rıhtım ve iskelelere çarpabileceği ihtimaline karşın önlem alınmaması.
- R3.12: Rıhtım ve iskelelerin zayıf ve kuvvetli bölgelerinin markalanmaması.
- R3.13: Rıhtımlar üzerinde patlayıcı tüp basınçlı tüp ve tanker bulundurulması.
- R3.14: Rıhtım ve iskelelerin üzerinden yapılacak max yük transferlerinin ve transfer yüklerinin bilinmemesi.
- R3.15: Rıhtımların taşıma kapasitesi üzerindeki kapak, rampa vb. donanımların açılması kapatılması ve hidrolik sistemler ile basınç uygulanması.
- R3.16: Rıhtımlar üzerinde elektrik trafosu konuşlandırılması.
- R3.17: Rıhtımlar üzerine bırakılacak sabit ve mobil ekipmanların yerleşimlerinin belli olmaması
- R3.18: Rıhtım ve iskelelerin vibrasyona maruz bırakılması.
- R3.19: Rıhtım ve iskelelerin üzerinde vibrasyon sınır değerlerinin bilinmemesi.
- R3.20: Rıhtım ve iskelelerin sabotaj ihtimaline karşın izlenmemesi.
- R3.21: Rıhtım ve iskelelere bağlı olan gemi ve yüzer havuzların demir ve zincirlerinin kazıklara takılması ve zorlanma yapılması.
- R3.22: Rıhtım ve iskeleler üzerinde yapılacak yük testlerinin limitlerinin belli olmaması.

- R3.23: Rıhtım ve iskeleler üzerinde yapılacak max yük sınırı ve transfer yüksekliğinin belli olmaması.
- R3.24: Rıhtım iskele ve kazıkların periyodik olarak fiziki kontrollerinin yapılmaması.
- R3.25: Rıhtım ve iskelelere bağlı olan gemi ve havuzların yan yatması, kırılması sonucu rıhtım ve iskeleye çarpması ve emniyet mesafesi bırakılmaması.
- R3.26: Rıhtım ve iskele üzerlerinde çalışan vinçlerin devrilmesi, boom ve ağır parçalarının kopması sonucu rıhtım ve iskele üzerine düşmesi.
- R3.27: Rıhtım ve iskelelere araç alınması.
- R3.28: Rıhtım ve iskelelere alınan araçların geri geri hareket etmesi.
- R3.29: Rıhtım ve iskeleler üzerine alınan araçlar için manevra bölgesi bulunmaması.

Karar verici uzman ekip tarafından her bir kriter için kontrol noktalarına Tablo 5.108'de bulanık dilsel terimler atanmıştır.

**Tablo 5.108** Rıhtımlar için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi

| **Kontrol Noktaları** | **KV 1** | | | | **KV 2** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| R3.01 | Y | OY | OD | ÇY | Y | Y | OD | ÇY |
| R3.02 | Y | Y | OD | ÇY | ÇY | Y | OD | ÇY |
| R3.03 | Y | Y | OD | ÇY | ÇY | Y | OD | ÇY |
| R3.04 | Y | Y | O | ÇY | ÇY | Y | D | ÇY |
| R3.05 | Y | Y | OD | ÇY | ÇY | Y | D | ÇY |
| R3.06 | Y | Y | OD | ÇY | Y | Y | O | Y |
| R3.07 | Y | ÇY | OD | ÇY | ÇY | ÇY | O | ÇY |
| R3.08 | Y | Y | OD | Y | ÇY | ÇY | O | ÇY |
| R3.09 | Y | ÇY | O | ÇY | ÇY | ÇY | O | Y |
| R3.10 | Y | ÇY | O | ÇY | Y | ÇY | O | Y |
| R3.11 | Y | ÇY | O | ÇY | ÇY | Y | O | ÇY |

**Tablo 5.108** Rıhtımlar için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R3.12 | Y | Y | O | Y | ÇY | ÇY | O | Y |
| R3.13 | Y | Y | O | ÇY | Y | Y | O | ÇY |
| R3.14 | Y | ÇY | O | ÇY | ÇY | ÇY | O | Y |
| R3.15 | Y | ÇY | OY | OY | ÇY | ÇY | O | Y |
| R3.16 | Y | ÇY | OD | Y | ÇY | Y | OY | ÇY |
| R3.17 | Y | ÇY | OY | ÇY | ÇY | ÇY | OY | ÇY |
| R3.18 | Y | Y | OY | Y | ÇY | ÇY | OY | Y |
| R3.19 | Y | Y | OY | Y | ÇY | ÇY | Y | Y |
| R3.20 | Y | ÇY | OY | ÇY | ÇY | ÇY | Y | Y |
| R3.21 | Y | ÇY | OD | ÇY | ÇY | ÇY | D | Y |
| R3.22 | Y | ÇY | OD | ÇY | ÇY | ÇY | OD | ÇY |
| R3.23 | Y | ÇY | OD | ÇY | ÇY | ÇY | OD | ÇY |
| R3.24 | Y | Y | OD | Y | ÇY | O | O | ÇY |
| R3.25 | Y | Y | OD | ÇY | ÇY | Y | OD | Y |
| R3.26 | Y | ÇY | OD | ÇY | ÇY | ÇY | O | ÇY |
| R3.27 | Y | Y | O | OY | ÇY | ÇY | O | Y |
| R3.28 | Y | Y | ÇY | Y | ÇY | ÇY | ÇY | Y |
| R3.29 | Y | Y | OY | Y | ÇY | ÇY | ÇY | Y |
| **Kontrol Noktaları** | **KV 3** | | | | **KV 4** | | | |
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| R3.01 | Y | OY | ÇD | OY | ÇY | Y | D | Y |
| R3.02 | Y | OY | ÇD | OY | ÇY | Y | D | Y |
| R3.03 | Y | Y | ÇD | Y | ÇY | ÇY | D | ÇY |
| R3.04 | Y | Y | D | Y | ÇY | ÇY | OD | ÇY |
| R3.05 | Y | Y | D | Y | ÇY | ÇY | OD | ÇY |
| R3.06 | Y | O | OD | O | ÇY | OY | O | OY |
| R3.07 | Y | OY | OD | OY | ÇY | Y | O | Y |

**Tablo 5.108** Rıhtımlar için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R3.08 | Y | O | OD | O | ÇY | OY | O | OY |
| R3.09 | Y | OY | D | OY | ÇY | Y | OD | Y |
| R3.10 | Y | O | OD | O | ÇY | OY | O | OY |
| R3.11 | Y | OY | O | OY | ÇY | Y | O | Y |
| R3.12 | Y | O | D | O | ÇY | OY | OD | OY |
| R3.13 | Y | Y | D | Y | ÇY | ÇY | OD | ÇY |
| R3.14 | Y | OY | OD | OY | ÇY | Y | O | Y |
| R3.15 | Y | OY | D | OY | ÇY | Y | OD | Y |
| R3.16 | Y | O | O | O | ÇY | OY | OY | OY |
| R3.17 | Y | OY | OY | OY | ÇY | Y | Y | Y |
| R3.18 | Y | O | O | O | ÇY | OY | OY | OY |
| R3.19 | Y | O | OD | O | ÇY | OY | O | OY |
| R3.20 | Y | OY | OD | OY | ÇY | Y | O | Y |
| R3.21 | Y | OY | ÇD | OY | ÇY | Y | D | Y |
| R3.22 | Y | Y | OD | Y | ÇY | ÇY | O | ÇY |
| R3.23 | Y | Y | D | Y | ÇY | ÇY | OD | ÇY |
| R3.24 | Y | O | ÇD | O | ÇY | OY | D | OY |
| R3.25 | Y | Y | D | Y | ÇY | ÇY | OD | ÇY |
| R3.26 | Y | Y | ÇD | Y | ÇY | ÇY | D | ÇY |
| R3.27 | Y | O | D | OD | ÇY | OY | OD | O |
| R3.28 | Y | O | Y | O | ÇY | OY | ÇY | OY |
| R3.29 | Y | O | OY | O | ÇY | OY | Y | OY |

**Adım 2. Risklerin analiz edilmesi**

Bu aşamada bulanık CoCoSo adımları uygulanmıştır. Karar verici uzman ekibin dilsel değerlendirmelerine karşılık gelen matrislerin aritmetik ortalaması alınarak başlangıç (toplu) karar matrisi elde edilir (Tablo 5.109). Elde edilen bulanık toplu

karar matrisi normalleştirilerek bulanık normalize karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 5.110).

**Tablo 5.109** Rıhtımlar için BCoCoSo toplu karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R3.01 | 0,750 | 0,925 | 1,000 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| R3.02 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,650 | 0,850 | 0,975 |
| R3.03 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| R3.04 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| R3.05 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| R3.06 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| R3.07 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R3.08 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| R3.09 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R3.10 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,650 | 0,800 | 0,900 |
| R3.11 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| R3.12 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| R3.13 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| R3.14 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R3.15 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R3.16 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| R3.17 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R3.18 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| R3.19 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| R3.20 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R3.21 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R3.22 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| R3.23 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| R3.24 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,450 | 0,650 | 0,825 |
| R3.25 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |

**Tablo 5.109** Rıhtımlar için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R3.26 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| R3.27 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| R3.28 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| R3.29 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| R3.01 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R3.02 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R3.03 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| R3.04 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| R3.05 | 0,050 | 0,200 | 0,400 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| R3.06 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| R3.07 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R3.08 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| R3.09 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| R3.10 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| R3.11 | 0,300 | 0,500 | 0,700 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R3.12 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| R3.13 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| R3.14 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| R3.15 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| R3.16 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| R3.17 | 0,550 | 0,750 | 0,925 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| R3.18 | 0,450 | 0,650 | 0,850 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| R3.19 | 0,400 | 0,600 | 0,775 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| R3.20 | 0,400 | 0,600 | 0,775 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| R3.21 | 0,025 | 0,125 | 0,300 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| R3.22 | 0,150 | 0,350 | 0,550 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| R3.23 | 0,050 | 0,175 | 0,325 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |

**Tablo 5.109** Rıhtımlar için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R3.24 | 0,100 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| R3.25 | 0,075 | 0,250 | 0,450 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| R3.26 | 0,100 | 0,225 | 0,400 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| R3.27 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,400 | 0,600 | 0,775 |
| R3.28 | 0,850 | 0,975 | 1,000 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| R3.29 | 0,650 | 0,825 | 0,950 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |

**Tablo 5.110** Rıhtımlar için BCoCoSo normalize karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R3.01 | 0,000 | 0,700 | 1,000 | 0,091 | 0,364 | 0,727 |
| R3.02 | 0,200 | 0,800 | 1,000 | 0,045 | 0,273 | 0,636 |
| R3.03 | 0,200 | 0,800 | 1,000 | 0,000 | 0,136 | 0,455 |
| R3.04 | 0,200 | 0,800 | 1,000 | 0,000 | 0,136 | 0,455 |
| R3.05 | 0,200 | 0,800 | 1,000 | 0,000 | 0,136 | 0,455 |
| R3.06 | 0,200 | 0,800 | 1,000 | 0,182 | 0,455 | 0,818 |
| R3.07 | 0,200 | 0,800 | 1,000 | 0,045 | 0,182 | 0,455 |
| R3.08 | 0,200 | 0,800 | 1,000 | 0,182 | 0,409 | 0,727 |
| R3.09 | 0,200 | 0,800 | 1,000 | 0,045 | 0,182 | 0,455 |
| R3.10 | 0,200 | 0,800 | 1,000 | 0,182 | 0,364 | 0,636 |
| R3.11 | 0,200 | 0,800 | 1,000 | 0,045 | 0,227 | 0,545 |
| R3.12 | 0,200 | 0,800 | 1,000 | 0,182 | 0,409 | 0,727 |
| R3.13 | 0,200 | 0,800 | 1,000 | 0,000 | 0,136 | 0,455 |
| R3.14 | 0,200 | 0,800 | 1,000 | 0,045 | 0,182 | 0,455 |
| R3.15 | 0,200 | 0,800 | 1,000 | 0,045 | 0,182 | 0,455 |
| R3.16 | 0,200 | 0,800 | 1,000 | 0,182 | 0,409 | 0,727 |
| R3.17 | 0,200 | 0,800 | 1,000 | 0,045 | 0,182 | 0,455 |
| R3.18 | 0,200 | 0,800 | 1,000 | 0,182 | 0,409 | 0,727 |
| R3.19 | 0,200 | 0,800 | 1,000 | 0,182 | 0,409 | 0,727 |

**Tablo 5.110** Rıhtımlar için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R3.20 | 0,200 | 0,800 | 1,000 | 0,045 | 0,182 | 0,455 |
| R3.21 | 0,200 | 0,800 | 1,000 | 0,045 | 0,182 | 0,455 |
| R3.22 | 0,200 | 0,800 | 1,000 | 0,000 | 0,045 | 0,273 |
| R3.23 | 0,200 | 0,800 | 1,000 | 0,000 | 0,045 | 0,273 |
| R3.24 | 0,200 | 0,800 | 1,000 | 0,318 | 0,636 | 1,000 |
| R3.25 | 0,200 | 0,800 | 1,000 | 0,000 | 0,136 | 0,455 |
| R3.26 | 0,200 | 0,800 | 1,000 | 0,000 | 0,045 | 0,273 |
| R3.27 | 0,200 | 0,800 | 1,000 | 0,182 | 0,409 | 0,727 |
| R3.28 | 0,200 | 0,800 | 1,000 | 0,182 | 0,409 | 0,727 |
| R3.29 | 0,200 | 0,800 | 1,000 | 0,182 | 0,409 | 0,727 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| R3.01 | 0,667 | 0,846 | 0,974 | 0,583 | 0,833 | 0,958 |
| R3.02 | 0,667 | 0,846 | 0,974 | 0,583 | 0,833 | 0,958 |
| R3.03 | 0,667 | 0,846 | 0,974 | 0,750 | 0,958 | 1,000 |
| R3.04 | 0,564 | 0,769 | 0,923 | 0,750 | 0,958 | 1,000 |
| R3.05 | 0,615 | 0,821 | 0,974 | 0,750 | 0,958 | 1,000 |
| R3.06 | 0,410 | 0,615 | 0,821 | 0,333 | 0,625 | 0,833 |
| R3.07 | 0,410 | 0,615 | 0,821 | 0,583 | 0,833 | 0,958 |
| R3.08 | 0,410 | 0,615 | 0,821 | 0,333 | 0,625 | 0,833 |
| R3.09 | 0,462 | 0,667 | 0,846 | 0,500 | 0,792 | 0,958 |
| R3.10 | 0,359 | 0,564 | 0,769 | 0,333 | 0,625 | 0,833 |
| R3.11 | 0,308 | 0,513 | 0,718 | 0,583 | 0,833 | 0,958 |
| R3.12 | 0,462 | 0,667 | 0,846 | 0,250 | 0,583 | 0,833 |
| R3.13 | 0,462 | 0,667 | 0,846 | 0,750 | 0,958 | 1,000 |
| R3.14 | 0,359 | 0,564 | 0,769 | 0,500 | 0,792 | 0,958 |
| R3.15 | 0,410 | 0,615 | 0,795 | 0,333 | 0,667 | 0,917 |
| R3.16 | 0,256 | 0,462 | 0,667 | 0,333 | 0,625 | 0,833 |
| R3.17 | 0,077 | 0,256 | 0,462 | 0,583 | 0,833 | 0,958 |

**Tablo 5.110** Rıhtımlar için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R3.18 | 0,154 | 0,359 | 0,564 | 0,250 | 0,583 | 0,833 |
| R3.19 | 0,231 | 0,410 | 0,615 | 0,250 | 0,583 | 0,833 |
| R3.20 | 0,231 | 0,410 | 0,615 | 0,500 | 0,792 | 0,958 |
| R3.21 | 0,718 | 0,897 | 1,000 | 0,500 | 0,792 | 0,958 |
| R3.22 | 0,462 | 0,667 | 0,872 | 0,750 | 0,958 | 1,000 |
| R3.23 | 0,692 | 0,846 | 0,974 | 0,750 | 0,958 | 1,000 |
| R3.24 | 0,615 | 0,795 | 0,923 | 0,333 | 0,625 | 0,833 |
| R3.25 | 0,564 | 0,769 | 0,949 | 0,667 | 0,917 | 1,000 |
| R3.26 | 0,615 | 0,795 | 0,923 | 0,750 | 0,958 | 1,000 |
| R3.27 | 0,462 | 0,667 | 0,846 | 0,000 | 0,333 | 0,625 |
| R3.28 | 0,000 | 0,026 | 0,154 | 0,250 | 0,583 | 0,833 |
| R3.29 | 0,051 | 0,179 | 0,359 | 0,250 | 0,583 | 0,833 |

Denklem (3.22) ve (3.23) kullanılarak, ağırlıklı karşılaştırma bulanık toplamının ($\tilde{S}_i$) güç ağırlığı ve her kontrol noktası için üstel ağırlıklı karşılaştırmalı dizileri ($\tilde{P}_i$) hesaplandı. Sonuçlar Tablo 5.111' da sunulmaktadır.

**Tablo 5.111** Rıhtımlar için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı

| **Kısa kod** | $\tilde{S}_i$ | | | $\tilde{P}_i$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R3.01 | 0,665 | 1,408 | 0,983 | 2,288 | 3,256 | 3,822 |
| R3.02 | 0,743 | 1,411 | 0,958 | 2,846 | 3,232 | 3,767 |
| R3.03 | 0,805 | 1,404 | 0,920 | 2,471 | 3,145 | 3,667 |
| R3.04 | 0,756 | 1,363 | 0,907 | 2,432 | 3,100 | 3,642 |
| R3.05 | 0,781 | 1,390 | 0,920 | 2,452 | 3,130 | 3,667 |
| R3.06 | 0,558 | 1,278 | 0,933 | 2,813 | 3,122 | 3,726 |
| R3.07 | 0,619 | 1,242 | 0,868 | 2,737 | 2,994 | 3,567 |
| R3.08 | 0,558 | 1,254 | 0,908 | 2,813 | 3,086 | 3,675 |
| R3.09 | 0,601 | 1,248 | 0,875 | 2,727 | 3,004 | 3,580 |
| R3.10 | 0,533 | 1,204 | 0,870 | 2,785 | 3,014 | 3,593 |

**Tablo 5.111** Rıhtımlar için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R3.11 | 0,569 | 1,211 | 0,865 | 2,678 | 2,973 | 3,573 |
| R3.12 | 0,540 | 1,261 | 0,915 | 2,783 | 3,093 | 3,689 |
| R3.13 | 0,706 | 1,309 | 0,886 | 2,387 | 3,037 | 3,602 |
| R3.14 | 0,551 | 1,194 | 0,854 | 2,674 | 2,936 | 3,539 |
| R3.15 | 0,491 | 1,158 | 0,850 | 2,616 | 2,897 | 3,531 |
| R3.16 | 0,483 | 1,173 | 0,867 | 2,720 | 2,977 | 3,589 |
| R3.17 | 0,457 | 1,052 | 0,772 | 2,453 | 2,707 | 3,346 |
| R3.18 | 0,391 | 1,098 | 0,840 | 2,576 | 2,868 | 3,525 |
| R3.19 | 0,428 | 1,125 | 0,853 | 2,645 | 2,910 | 3,557 |
| R3.20 | 0,489 | 1,112 | 0,813 | 2,589 | 2,821 | 3,449 |
| R3.21 | 0,725 | 1,370 | 0,916 | 2,829 | 3,141 | 3,658 |
| R3.22 | 0,706 | 1,262 | 0,844 | 2,387 | 2,882 | 3,465 |
| R3.23 | 0,818 | 1,357 | 0,872 | 2,480 | 2,990 | 3,517 |
| R3.24 | 0,724 | 1,467 | 1,009 | 3,006 | 3,360 | 3,873 |
| R3.25 | 0,713 | 1,342 | 0,914 | 2,403 | 3,078 | 3,654 |
| R3.26 | 0,781 | 1,329 | 0,858 | 2,452 | 2,961 | 3,491 |
| R3.27 | 0,413 | 1,135 | 0,859 | 2,093 | 2,906 | 3,565 |
| R3.28 | 0,317 | 0,921 | 0,730 | 1,969 | 2,430 | 3,171 |
| R3.29 | 0,342 | 1,003 | 0,785 | 2,422 | 2,689 | 3,376 |

**Adım 3. Risk değerlendirmesi**

Denklemler (3.24)- (3.26) kullanılarak, her kontrol noktası için üç bulanık değerlendirme puanı ($\tilde{f}_{ia}$, $\tilde{f}_{ib}$ , $\tilde{f}_{ic}$) elde edilmiştir. Değerlendirme puanları Tablo 5.112' da sunulmaktadır.

**Tablo 5.112** Rıhtımlar için BCoCoSo değerlendirme puanları

| Kısa kod | $\tilde{f}_{ia}$ | | | $\tilde{f}_{ib}$ | | | $\tilde{f}_{ic}$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R3.01 | 0,023 | 0,038 | 0,052 | 3,260 | 6,097 | 5,042 | 0,605 | 0,955 | 0,984 |
| R3.02 | 0,028 | 0,038 | 0,051 | 3,789 | 6,095 | 4,938 | 0,735 | 0,951 | 0,968 |
| R3.03 | 0,025 | 0,037 | 0,050 | 3,797 | 6,027 | 4,767 | 0,671 | 0,932 | 0,940 |
| R3.04 | 0,025 | 0,036 | 0,050 | 3,620 | 5,876 | 4,711 | 0,653 | 0,914 | 0,932 |
| R3.05 | 0,025 | 0,037 | 0,050 | 3,709 | 5,977 | 4,767 | 0,662 | 0,926 | 0,940 |
| R3.06 | 0,026 | 0,036 | 0,051 | 3,189 | 5,619 | 4,836 | 0,690 | 0,901 | 0,954 |
| R3.07 | 0,026 | 0,034 | 0,048 | 3,342 | 5,440 | 4,552 | 0,687 | 0,868 | 0,908 |
| R3.08 | 0,026 | 0,035 | 0,050 | 3,189 | 5,527 | 4,733 | 0,690 | 0,889 | 0,939 |
| R3.09 | 0,026 | 0,035 | 0,049 | 3,281 | 5,465 | 4,580 | 0,682 | 0,871 | 0,913 |
| R3.10 | 0,026 | 0,034 | 0,049 | 3,097 | 5,331 | 4,571 | 0,680 | 0,864 | 0,914 |
| R3.11 | 0,025 | 0,034 | 0,048 | 3,156 | 5,333 | 4,546 | 0,665 | 0,857 | 0,909 |
| R3.12 | 0,026 | 0,035 | 0,050 | 3,118 | 5,550 | 4,761 | 0,681 | 0,892 | 0,943 |
| R3.13 | 0,024 | 0,035 | 0,049 | 3,441 | 5,673 | 4,626 | 0,634 | 0,890 | 0,919 |
| R3.14 | 0,025 | 0,034 | 0,048 | 3,098 | 5,259 | 4,494 | 0,661 | 0,846 | 0,900 |
| R3.15 | 0,024 | 0,033 | 0,048 | 2,878 | 5,126 | 4,477 | 0,636 | 0,831 | 0,897 |
| R3.16 | 0,025 | 0,034 | 0,049 | 2,907 | 5,215 | 4,559 | 0,656 | 0,850 | 0,913 |
| R3.17 | 0,023 | 0,031 | 0,045 | 2,689 | 4,695 | 4,137 | 0,596 | 0,770 | 0,844 |
| R3.18 | 0,023 | 0,032 | 0,048 | 2,543 | 4,921 | 4,440 | 0,608 | 0,812 | 0,894 |
| R3.19 | 0,024 | 0,033 | 0,048 | 2,696 | 5,029 | 4,500 | 0,630 | 0,827 | 0,903 |
| R3.20 | 0,024 | 0,032 | 0,046 | 2,859 | 4,944 | 4,319 | 0,631 | 0,806 | 0,873 |
| R3.21 | 0,027 | 0,037 | 0,050 | 3,725 | 5,920 | 4,749 | 0,728 | 0,924 | 0,937 |
| R3.22 | 0,024 | 0,034 | 0,047 | 3,441 | 5,446 | 4,424 | 0,634 | 0,849 | 0,883 |
| R3.23 | 0,025 | 0,035 | 0,048 | 3,841 | 5,800 | 4,537 | 0,675 | 0,890 | 0,899 |
| R3.24 | 0,029 | 0,039 | 0,053 | 3,812 | 6,337 | 5,151 | 0,764 | 0,989 | 1,000 |
| R3.25 | 0,024 | 0,036 | 0,050 | 3,471 | 5,799 | 4,739 | 0,638 | 0,905 | 0,936 |
| R3.26 | 0,025 | 0,035 | 0,047 | 3,709 | 5,700 | 4,480 | 0,662 | 0,879 | 0,891 |

**Tablo 5.112** Rıhtımlar için BCoCoSo değerlendirme puanları (devamı)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R3.27 | 0,019 | 0,033 | 0,048 | 2,366 | 5,057 | 4,522 | 0,513 | 0,828 | 0,906 |
| R3.28 | 0,018 | 0,027 | 0,043 | 2,000 | 4,143 | 3,915 | 0,468 | 0,686 | 0,799 |
| R3.29 | 0,021 | 0,030 | 0,045 | 2,308 | 4,531 | 4,191 | 0,566 | 0,756 | 0,852 |

Bu üç bulanık değerlendirme puanları, Denklemler (3.27)- (3.29) kullanılarak net değerlendirme puanlarına ($f_{ia}$, $f_{ia}$, $f_{ia}$) dönüştürülmüştür (Tablo 5.113).

**Tablo 5.113** Rıhtımlar için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama

| **Kısa kod** | $\mathbf{f_{ia}}$ | $\mathbf{f_{ib}}$ | $\mathbf{f_{ic}}$ | $\mathbf{f_i}$ | **Sıralama** |
|---|---|---|---|---|---|
| R3.01 | 0,038 | 4,800 | 0,848 | 2,431 | 6 |
| R3.02 | 0,039 | 4,941 | 0,885 | 2,509 | 2 |
| R3.03 | 0,037 | 4,864 | 0,847 | 2,453 | 3 |
| R3.04 | 0,037 | 4,736 | 0,833 | 2,394 | 7 |
| R3.05 | 0,037 | 4,818 | 0,843 | 2,432 | 5 |
| R3.06 | 0,038 | 4,548 | 0,849 | 2,337 | 11 |
| R3.07 | 0,036 | 4,445 | 0,821 | 2,277 | 15 |
| R3.08 | 0,037 | 4,483 | 0,839 | 2,305 | 13 |
| R3.09 | 0,036 | 4,442 | 0,822 | 2,277 | 16 |
| R3.10 | 0,036 | 4,333 | 0,819 | 2,234 | 18 |
| R3.11 | 0,036 | 4,345 | 0,810 | 2,232 | 19 |
| R3.12 | 0,037 | 4,476 | 0,838 | 2,302 | 14 |
| R3.13 | 0,036 | 4,580 | 0,814 | 2,322 | 12 |
| R3.14 | 0,035 | 4,284 | 0,802 | 2,203 | 20 |
| R3.15 | 0,035 | 4,160 | 0,788 | 2,147 | 22 |
| R3.16 | 0,036 | 4,227 | 0,806 | 2,185 | 21 |
| R3.17 | 0,033 | 3,840 | 0,737 | 1,989 | 27 |
| R3.18 | 0,034 | 3,968 | 0,771 | 2,063 | 25 |
| R3.19 | 0,035 | 4,075 | 0,787 | 2,114 | 23 |

**Tablo 5.113** Rıhtımlar için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama (devamı)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| R3.20 | 0,034 | 4,041 | 0,770 | 2,088 | 24 |
| R3.21 | 0,038 | 4,798 | 0,863 | 2,440 | 4 |
| R3.22 | 0,035 | 4,437 | 0,788 | 2,249 | 17 |
| R3.23 | 0,036 | 4,726 | 0,822 | 2,381 | 8 |
| R3.24 | 0,040 | 5,100 | 0,918 | 2,593 | 1 |
| R3.25 | 0,037 | 4,670 | 0,826 | 2,365 | 9 |
| R3.26 | 0,036 | 4,630 | 0,811 | 2,337 | 10 |
| R3.27 | 0,033 | 3,981 | 0,749 | 2,052 | 26 |
| R3.28 | 0,029 | 3,352 | 0,651 | 1,744 | 29 |
| R3.29 | 0,032 | 3,677 | 0,725 | 1,919 | 28 |

**Adım 4. Faaliyetlerin kontrol edilmesi**

Bulanık CoCoSo sonuçlarına göre R3.24 "Rıhtım iskele ve kazıkların periyodik olarak göz ile kontrollerinin yapılmaması" 2.593 puan ile en öncelikli sağlık ve güvenlik çalışmalarını gerektiren kontrol noktası olarak elde edilmiştir. Bu kontrol noktasındaki sağlık ve güvenlik uygulamalarındaki eksiklikler çökme, devrilme, ezilme sonucu maddi hasar, yaralanma, ölüm ile sonuçlanabilecek mesleki riskleri meydana getirebilir. Rıhtımlar için önem sıralaması yapılan kontrol noktalarına yönelik mesleki riskler Tablo 5.114'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.114** Rıhtımlar kontrol noktaları için mesleki riskler

| **Sıra** | **Kontrol noktası** | | **Risk kodu** |
|---|---|---|---|
| 1 | R3.24 | Rıhtım iskele ve kazıkların periyodik olarak fiziki kontrollerinin yapılmaması | R37 |
| 2 | R3.02 | Rıhtım ve iskelelerin periyodik olarak kontrol edilmemesi | R37 |
| 3 | R3.03 | Kazıkların tespit edildiği deniz tabanının kontrol edilmemesi | R37 |
| 4 | R3.21 | Rıhtım ve iskelelere bağlı olan gemi ve yüzer havuzların demir ve zincirlerinin kazıklara takılması ve zorlanma yapılması | R37 |
| 5 | R3.05 | Kazıklarda meydana gelen çatlama ve kırılmaların kontrol edilmemesi | R37 |

**Tablo 5.114** Rıhtımlar kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 | R3.01 | Rıhtım ve iskelelerin metrekare başına taşıma kapasitelerinin bilinmemesi | R37 |
| 7 | R3.04 | Deniz tabanında meydana gelen göçük, kayma ve boşalmaların fark edilmemesi | R37 |
| 8 | R3.23 | Rıhtım ve iskeleler üzerinde yapılacak max yük sınırı ve transfer yüksekliğinin belli olmaması | R37 |
| 9 | R3.25 | Rıhtım ve iskelelere bağlı olan gemi ve havuzların yan yatması, kırılması sonucu rıhtım ve iskeleye çarpması ve emniyet mesafesi bırakılmaması | R37 |
| 10 | R3.26 | Rıhtım ve iskele üzerlerinde çalışan vinçlerin devrilmesi, boom ve ağır parçalarının kopması sonucu rıhtım ve iskele üzerine düşmesi | R37 |
| 11 | R3.06 | Kazıkların yüzey koruması için boyanması | R37 |
| 12 | R3.13 | Rıhtımlar üzerinde patlayıcı tüp basınçlı tüp ve tanker bulundurulması | R23 |
| 13 | R3.08 | Gemi operasyonları öncesi rüzgar şiddeti ve gemi yüksekliğine bağlı olarak babalara gelebilecek max yükün bilinmemesi | R37 |
| 14 | R3.12 | Rıhtım ve iskelelerin zayıf ve kuvvetli bölgelerinin markalanmaması | R37 |
| 15 | R3.07 | Rıhtım üzerinde bulunan babaların taşıma kapasitelerinin bilinmemesi | R37 |
| 16 | R3.09 | Rıhtım ve iskelelerin doğrultularındaki sapmaların takip edilmemesi | R37 |
| 17 | R3.22 | Rıhtım ve iskeleler üzerinde yapılacak yük testlerinin limitlerinin belli olmaması | R37 |
| 18 | R3.10 | Rıhtım ve iskeleler üzerinde meydana gelen hasarların usulüne uygun olarak tamir edilmemesi | R37 |
| 19 | R3.11 | Operasyonda bulunan gemilerin fırtına ve rüzgar nedeniyle rıhtım ve iskelelere çarpabileceği ihtimaline karşın önlem alınmaması | R37 |
| 20 | R3.14 | Rıhtım ve iskelelerin üzerinden yapılacak max yük transferlerinin ve transfer yüklerinin bilinmemesi | R37 |
| 21 | R3.16 | Rıhtımlar üzerinde elektrik trafosu konuşlandırılması | R10 |
| 22 | R3.15 | Rıhtımların taşıma kapasitesi üzerindeki kapak, rampa vb. donanımların açılması kapatılması ve hidrolik sistemler ile basınç uygulanması | R37 |
| 23 | R3.19 | Rıhtım ve iskelelerin üzerinde vibrasyon sınır değerlerinin bilinmemesi | R37 |
| 24 | R3.20 | Rıhtım ve iskelelerin sabotaj ihtimaline karşın izlenmemesi | R38 |
| 25 | R3.18 | Rıhtım ve iskelelerin vibrasyona maruz bırakılması | R37 |

**Tablo 5.114** Rıhtımlar kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 26 | R3.27 | Rıhtım ve iskelelere araç alınması | R37 |
| 27 | R3.17 | Rıhtımlar üzerine bırakılacak sabit ve mobil ekipmanların yerleşimlerinin belli olmaması | R37 |
| 28 | R3.29 | Rıhtım ve iskeleler üzerine alınan araçlar için manevra bölgesi bulunmaması | R37 |
| 29 | R3.28 | Rıhtım ve iskelelere alınan araçların geri geri hareket etmesi | R37 |

**Adım 5. Sürekli iyileştirme**

Önerilen karar modeli analiz sonuçlarına göre kreyn işleri tehlike kaynağı için meydana gelmesi beklenen mesleki riskler malzeme düşmesi, bir cisme çarpma ve yüksekten düşme sonucu ağır yaralanma ve ölüm ile sonuçlanabilecek olaylar şeklinde açıklanabilir. Öncelikli ilk üç kontrol noktasına baktığımızda mesleki risklerin yaşanmaması için İSG denetimlerinin önemli bir etkiye sahip olduğu açıktır. İş ekipmanlarının periyodik kontrollerinin gerçekleştirilmesi ve İSG eğitimlerinin işin gerekliklerine uygun olarak hazırlanması mesleki riskleri önlemek için önemlidir. En düşük önem derecesine sahip kontrol noktası R1.01 "Çalışanların yeterli mesleki deneyim ve tecrübeye sahip olmaması" olarak elde edilmiştir. Bu, işyerinde işe uygun personel seçimi hususunda gerekliliklerin yerine getirildiğini göstermektedir.

Armadorluk tehlike kaynağı için meydana gelmesi olası mesleki riskler malzeme düşmesi, düz zemin üzerinde düşme, kayma, takılma ve boşluktan düşme sonucu ağır yaralanma ve ölüm ile sonuçlanabilecek olaylar şeklinde açıklanabilir. Bu risklerin önlenebilmesi için öncelikli ilk üç kontrol noktasına baktığımızda armador olarak görevlendirilen personelin işaretçi eğitimine sahip olması, çalışma ortamının düşmeye sebebiyet verecek açıklardan arındırılmış olması ve armador olarak çalışan kişilerin fark edilebilir özellikte reflektörlü kişisel koruyucu donanım ve iş kıyafetlerine sahip olmaları oldukça önemlidir.

Rıhtımlar tehlike kaynağı için meydana gelmesi olası mesleki riskler çökme, devrilme, ezilme sonucu maddi hasar, yaralanma ve ölüm ile sonuçlanabilecek olaylardır. Bu noktada öncelikli ilk üç kontrol noktasını incelediğimizde iş ekipmanlarının periyodik kontrollerinin ve iş süreçlerinde İSG denetimlerinin gerçekleştirilmesinin oldukça önemli olduğu görülmektedir.

### 5.2.4 Rıhtım Operasyonları İçin Karşılaştırmalı Analiz

Bu bölümde rıhtım operasyonları için önerilen karar modeli sonuçları ile bulanık COPRAS, bulanık TOPSIS, bulanık MABAC ve bulanık VIKOR yöntemleri analiz sonuçları karşılaştırılmaktadır. Karşılaştırmalı analiz sonuçları Tablo 5.115 ve Tablo 5.117 aralığında sunulmaktadır. Karşılaştırmalı analiz için kullanılan dört yöntemin analiz sonuçları ile önerdiğimiz karar modeli yöntemi analiz sonuçları arasındaki ilişkiyi incelemek için spearman korelasyon testi uygulanmaktadır.

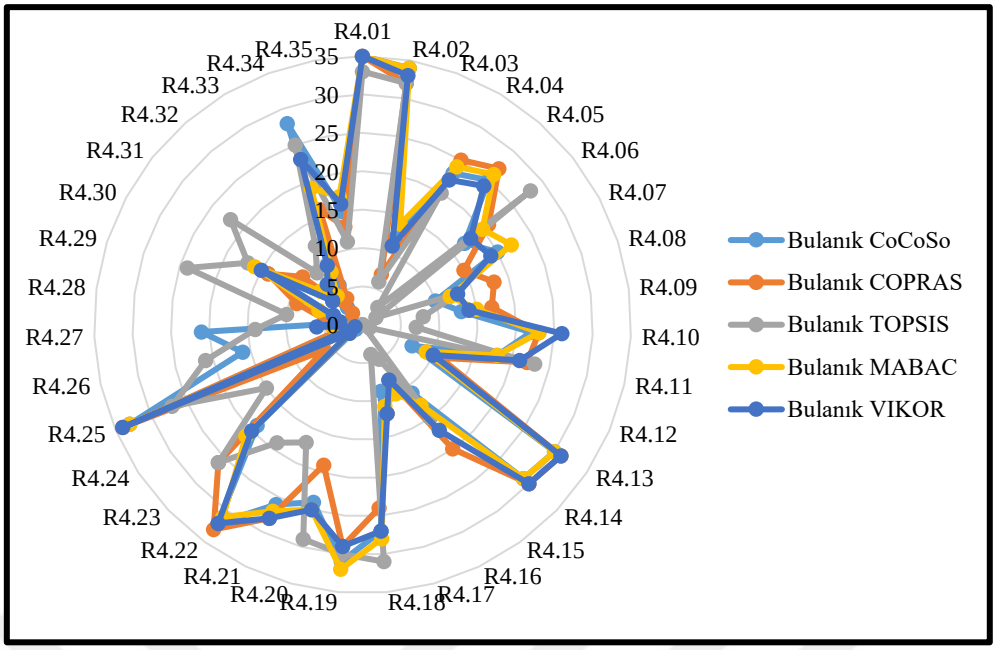
**Tablo 5.115** Kreyn için karşılaştırmalı analiz sonuçları

| Kontrol Noktası Kısa Kod | Nihai değerlendirme puanları ve sıralama | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bulanık CoCoSo | | Bulanık COPRAS | | Bulanık TOPSIS | | Bulanık MABAC | | Bulanık VIKOR | |
| R1.01 | 1,5912 | 35 | 48,90 | 35 | 0,143 | 33 | -0,4592 | 35 | 0,6657 | 35 |
| R1.02 | 1,8494 | 34 | 59,61 | 32 | 0,160 | 32 | -0,3408 | 34 | 0,5789 | 33 |
| R1.03 | 2,5545 | 12 | 82,42 | 7 | 0,999 | 6 | 0,0745 | 14 | 0,1319 | 11 |
| R1.04 | 2,4078 | 23 | 66,23 | 25 | 0,838 | 20 | -0,0245 | 24 | 0,2349 | 22 |
| R1.05 | 2,3701 | 25 | 64,86 | 27 | 1,653 | 3 | -0,0530 | 26 | 0,2474 | 24 |
| R1.06 | 2,5195 | 17 | 71,75 | 21 | 0,785 | 28 | 0,0513 | 20 | 0,1633 | 18 |
| R1.07 | 2,4678 | 20 | 74,57 | 15 | 1,777 | 2 | 0,0141 | 22 | 0,1931 | 19 |
| R1.08 | 2,5609 | 10 | 73,97 | 18 | 0,845 | 13 | 0,0815 | 12 | 0,1327 | 13 |
| R1.09 | 2,5462 | 13 | 74,15 | 17 | 0,852 | 8 | 0,0705 | 15 | 0,1375 | 14 |
| R1.10 | 2,4114 | 22 | 66,96 | 23 | 0,959 | 7 | -0,0172 | 23 | 0,2887 | 26 |
| R1.11 | 2,5159 | 18 | 69,64 | 22 | 0,830 | 23 | 0,0548 | 18 | 0,2299 | 21 |
| R1.12 | 2,6050 | 7 | 77,52 | 11 | 2,837 | 1 | 0,1154 | 9 | 0,1201 | 10 |
| R1.13 | 2,2298 | 30 | 59,93 | 31 | -0,480 | 0 | -0,1335 | 30 | 0,4294 | 31 |
| R1.14 | 2,2508 | 29 | 61,16 | 30 | -0,477 | 0 | -0,1187 | 29 | 0,4236 | 30 |
| R1.15 | 2,5555 | 11 | 71,87 | 20 | 0,842 | 15 | 0,0794 | 13 | 0,1611 | 17 |
| R1.16 | 2,5852 | 8 | 81,38 | 8 | 1,554 | 5 | 0,0990 | 10 | 0,1145 | 8 |
| R1.17 | 2,5688 | 9 | 76,18 | 12 | 1,570 | 4 | 0,0877 | 11 | 0,1326 | 12 |
| R1.18 | 2,3280 | 27 | 66,95 | 24 | 0,198 | 31 | -0,0675 | 28 | 0,3123 | 27 |
| R1.19 | 2,1334 | 31 | 62,67 | 29 | 0,255 | 30 | -0,1596 | 32 | 0,4028 | 29 |

**Tablo 5.115** Kreyn için karşılaştırmalı analiz sonuçları (devamı)

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R1.20 | 2,3956 | 24 | 72,09 | 19 | 0,292 | 29 | -0,0308 | 25 | 0,2649 | 25 |
| R1.21 | 2,3463 | 26 | 63,30 | 28 | 0,842 | 17 | -0,0565 | 27 | 0,3677 | 28 |
| R1.22 | 2,1012 | 32 | 57,78 | 33 | 0,839 | 19 | -0,1565 | 31 | 0,5734 | 32 |
| R1.23 | 2,4921 | 19 | 66,05 | 26 | 0,821 | 26 | 0,0355 | 21 | 0,2064 | 20 |
| R1.24 | 2,7203 | 1 | 88,23 | 6 | 0,842 | 15 | 0,1967 | 2 | 0,0354 | 2 |
| R1.25 | 2,0664 | 33 | 53,58 | 34 | 0,793 | 27 | -0,1734 | 33 | 0,6564 | 34 |
| R1.26 | 2,5406 | 16 | 93,08 | 3 | 0,834 | 21 | 0,2561 | 1 | 0,0233 | 1 |
| R1.27 | 2,4522 | 21 | 100,00 | 1 | 0,844 | 14 | 0,1918 | 4 | 0,0983 | 6 |
| R1.28 | 2,7179 | 2 | 89,09 | 5 | 0,849 | 10 | 0,1956 | 3 | 0,0492 | 3 |
| R1.29 | 2,6651 | 4 | 80,19 | 9 | 0,828 | 24 | 0,1564 | 6 | 0,0659 | 4 |
| R1.30 | 2,5418 | 14 | 75,15 | 14 | 0,842 | 17 | 0,0680 | 16 | 0,1380 | 15 |
| R1.31 | 2,6499 | 5 | 80,15 | 10 | 0,833 | 22 | 0,1452 | 7 | 0,0832 | 5 |
| R1.32 | 2,6755 | 3 | 96,70 | 2 | 0,849 | 9 | 0,1652 | 5 | 0,1031 | 7 |
| R1.33 | 2,6386 | 6 | 90,70 | 4 | 0,846 | 12 | 0,1368 | 8 | 0,1167 | 9 |
| R1.34 | 2,2801 | 28 | 74,29 | 16 | 0,826 | 25 | 0,0523 | 19 | 0,2422 | 23 |
| R1.35 | 2,5416 | 15 | 75,24 | 13 | 0,848 | 11 | 0,0668 | 17 | 0,1545 | 16 |

Kreyn tehlike kaynağı için farklı yöntemler kullanılarak belirlenen ilk üç kontrol noktası, yaklaşımımızın sonuçlarıyla yüksek oranda tutarlıdır (Tablo 5.115). Karar modeli yöntemimiz ve bulanık COPRAS, bulanık TOPSIS, bulanık MABAC ve bulanık VIKOR metodolojileri kullanılarak kreyn kontrol noktalarının sıralamaları için BCoCoSo ile BCOPRAS arasında yüksek düzeyde pozitif ilişki vardır, spearman korelasyon katsayısı 0.8345, p-değeri 0.471'dir. BTOPSIS ile ilişki orta-yüksektir, spearman korelasyon katsayısı 0.5835, p-değeri $2.34.10^{-4}$'tür. BMABAC ile ilişki çok güçlüdür ve spearman korelasyon katsayısı 0.9056, p-değeri $7.71.10^{-14}$'tür. BVIKOR ile de çok güçlü pozitif ilişki gözlemlenmiştir ve spearman korelasyon katsayısı 0.9143, p-değeri $1.68.10^{-14}$ olarak elde edilmiştir. Ayrıca, tüm yöntemler arasındaki Kendall's W uyum katsayısı 0.8181 olarak hesaplanmıştır, bu da yöntemler arasında oldukça yüksek bir uyum olduğunu göstermektedir.



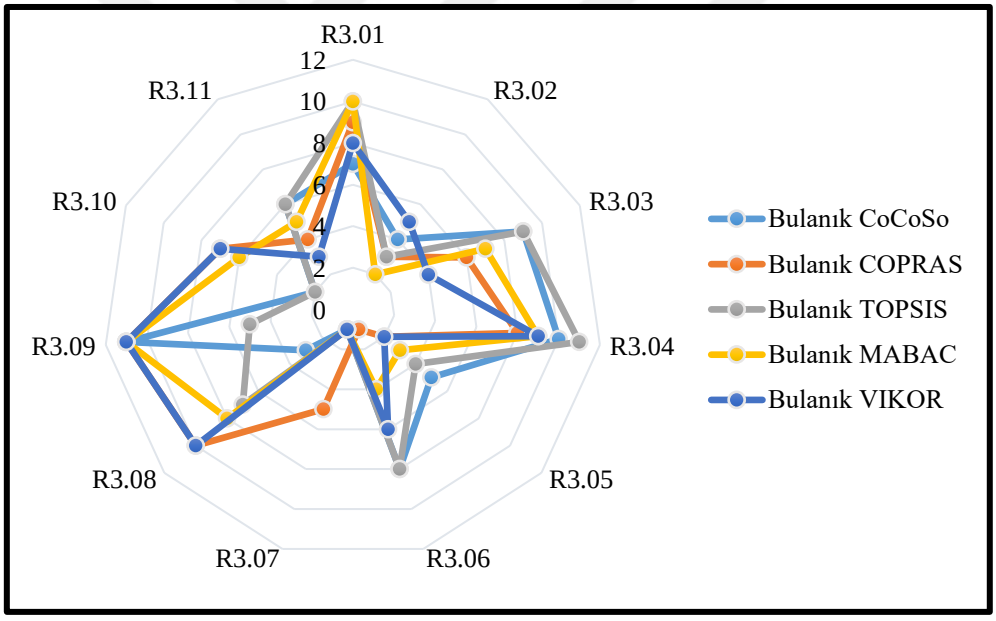

**Şekil 5.16** Kreyn için karşılaştırmalı analiz göstergesi

Kreyn kontrol noktaları için önerilen karar modeli analiz sonuçları ile karşılaştırmalı analiz yöntemleri sonuçları arasındaki gösterge Şekil 5.16'da sunulmaktadır.

**Tablo 5.116** Armadorluk için karşılaştırmalı analiz sonuçları

| **Kontrol Noktası Kısa Kod** | **Nihai değerlendirme puanları ve sıralama** | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Bulanık CoCoSo** | | **Bulanık COPRAS** | | **Bulanık TOPSIS** | | **Bulanık MABAC** | | **Bulanık VIKOR** | |
| R2.01 | 8,4790 | 7 | 83,27 | 9 | 0,287 | 10 | -0,0668 | 10 | 0,1562 | 8 |
| R2.02 | 8,8566 | 4 | 98,55 | 3 | 0,527 | 3 | 0,0677 | 2 | 0,1463 | 5 |
| R2.03 | 8,1629 | 9 | 96,66 | 6 | 0,383 | 9 | 0,0278 | 7 | 0,1385 | 4 |
| R2.04 | 7,5628 | 10 | 90,74 | 8 | 0,277 | 11 | -0,0390 | 9 | 0,2011 | 9 |
| R2.05 | 8,6490 | 5 | 99,02 | 2 | 0,494 | 4 | 0,0595 | 3 | 0,1047 | 2 |
| R2.06 | 8,3240 | 8 | 100,00 | 1 | 0,423 | 8 | 0,0562 | 4 | 0,1485 | 6 |
| R2.07 | 10,2943 | 1 | 96,87 | 5 | 0,657 | 1 | 0,1078 | 1 | 0,0000 | 1 |
| R2.08 | 9,0850 | 3 | 82,04 | 10 | 0,468 | 7 | -0,0055 | 8 | 0,2236 | 10 |
| R2.09 | 7,1571 | 11 | 65,42 | 11 | 0,482 | 5 | -0,1947 | 11 | 0,2384 | 11 |
| R2.10 | 9,7413 | 2 | 91,29 | 7 | 0,532 | 2 | 0,0403 | 6 | 0,1486 | 7 |
| R2.11 | 8,4865 | 6 | 97,75 | 4 | 0,470 | 6 | 0,0443 | 5 | 0,1225 | 3 |

Armadorluk tehlike kaynağı için farklı yöntemler kullanılarak belirlenen ilk üç kontrol noktası, yaklaşımımızın sonuçlarıyla yüksek oranda tutarlıdır (Tablo 5.116). Karar modeli yöntemimiz ve bulanık COPRAS, bulanık TOPSIS, bulanık MABAC ve bulanık VIKOR metodolojileri kullanılarak armadorluk kontrol noktalarının sıralamaları için BCoCoSo ile BCOPRAS arasında zayıf bir pozitif ilişki vardır, spearman korelasyon katsayısı 0.2273, p-değeri 0.5015'tir. BTOPSIS ile güçlü bir pozitif ilişki mevcuttur, spearman korelasyon katsayısı 0.7091, p-değeri 0.0146'dır. BMABAC ile pozitif ilişki oldukça güçlüdür, spearman korelasyon katsayısı 0.6364, p-değeri 0.0353'tür. BVIKOR ile orta düzeyde bir ilişki görülmüştür ve spearman korelasyon katsayısı 0.4364, p-değeri 0.1797'dir. Ayrıca, tüm yöntemler arasındaki Kendall's W uyum katsayısı 0.6625 olarak hesaplanmıştır, bu da yöntemler arasında orta düzeyde bir uyum olduğunu göstermektedir.




**Şekil 5.17** Armadorluk için karşılaştırmalı analiz göstergesi

Armadorluk kontrol noktaları için önerilen karar modeli analiz sonuçları ile karşılaştırmalı analiz yöntemleri sonuçları arasındaki gösterge Şekil 5.17'da sunulmaktadır.

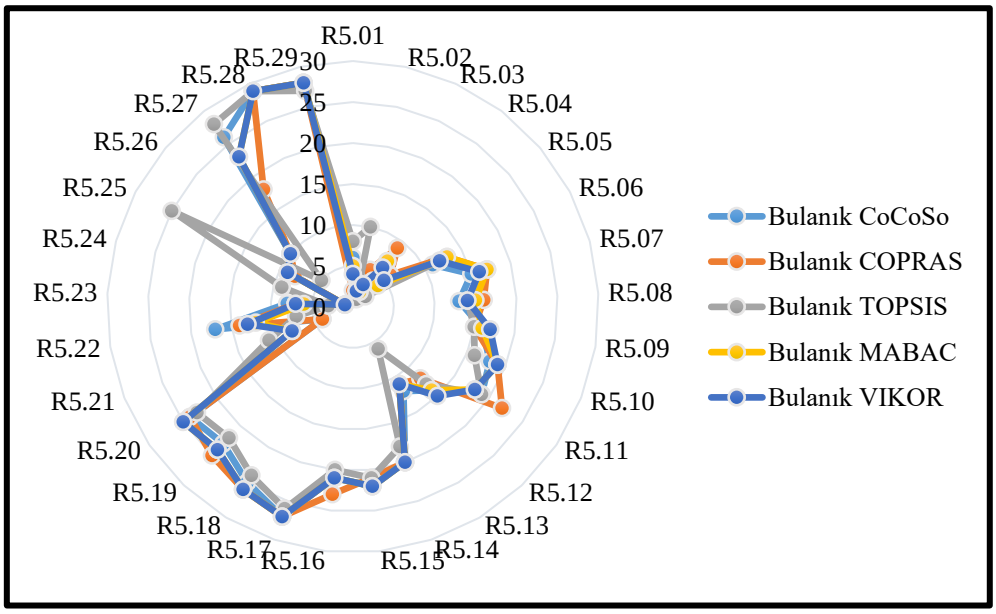
**Tablo 5.117** Rıhtımlar için karşılaştırmalı analiz sonuçları

| Kontrol Noktası Kısa Kod | Nihai değerlendirme puanları ve sıralama | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bulanık CoCoSo | | Bulanık COPRAS | | Bulanık TOPSIS | | Bulanık MABAC | | Bulanık VIKOR | |
| R3.01 | 2,431 | 6 | 98,31 | 2 | 0,580 | 8 | 0,1233 | 5 | 0,0683 | 4 |
| R3.02 | 2,509 | 2 | 96,06 | 3 | 0,529 | 10 | 0,1438 | 3 | 0,0560 | 2 |
| R3.03 | 2,453 | 3 | 93,33 | 5 | 0,787 | 1 | 0,1455 | 2 | 0,0647 | 3 |
| R3.04 | 2,394 | 7 | 88,47 | 9 | 0,740 | 4 | 0,1108 | 7 | 0,0962 | 6 |
| R3.05 | 2,432 | 5 | 92,32 | 6 | 0,778 | 2 | 0,1327 | 4 | 0,0769 | 5 |
| R3.06 | 2,337 | 11 | 82,45 | 13 | 0,470 | 12 | 0,0337 | 13 | 0,1537 | 12 |
| R3.07 | 2,277 | 15 | 79,91 | 17 | 0,429 | 17 | 0,0148 | 17 | 0,1861 | 16 |
| R3.08 | 2,305 | 13 | 81,08 | 16 | 0,458 | 14 | 0,0170 | 15 | 0,1761 | 14 |
| R3.09 | 2,277 | 16 | 81,10 | 15 | 0,446 | 15 | 0,0153 | 16 | 0,1888 | 17 |
| R3.10 | 2,234 | 18 | 77,10 | 19 | 0,430 | 16 | -0,0216 | 19 | 0,2179 | 19 |
| R3.11 | 2,232 | 19 | 76,29 | 22 | 0,417 | 19 | -0,0122 | 18 | 0,2023 | 18 |
| R3.12 | 2,302 | 14 | 82,71 | 12 | 0,461 | 13 | 0,0174 | 14 | 0,1788 | 15 |
| R3.13 | 2,322 | 12 | 83,20 | 11 | 0,688 | 6 | 0,0695 | 11 | 0,1327 | 11 |
| R3.14 | 2,203 | 20 | 76,89 | 20 | 0,418 | 18 | -0,0261 | 20 | 0,2254 | 20 |
| R3.15 | 2,147 | 22 | 76,76 | 21 | 0,402 | 21 | -0,0568 | 22 | 0,2549 | 22 |
| R3.16 | 2,185 | 21 | 73,45 | 23 | 0,417 | 20 | -0,0486 | 21 | 0,2299 | 21 |
| R3.17 | 1,989 | 27 | 68,15 | 27 | 0,356 | 26 | -0,1340 | 27 | 0,3130 | 27 |
| R3.18 | 2,063 | 25 | 69,13 | 26 | 0,381 | 24 | -0,1114 | 26 | 0,2864 | 26 |
| R3.19 | 2,114 | 23 | 70,94 | 25 | 0,392 | 22 | -0,0853 | 24 | 0,2691 | 24 |
| R3.20 | 2,088 | 24 | 71,48 | 24 | 0,382 | 23 | -0,0874 | 25 | 0,2791 | 25 |
| R3.21 | 2,440 | 4 | 94,70 | 4 | 0,528 | 11 | 0,1107 | 8 | 0,1035 | 8 |
| R3.22 | 2,249 | 17 | 81,87 | 14 | 0,650 | 7 | 0,0384 | 12 | 0,1755 | 13 |
| R3.23 | 2,381 | 8 | 90,30 | 7 | 0,742 | 3 | 0,1162 | 6 | 0,0994 | 7 |
| R3.24 | 2,593 | 1 | 100,00 | 1 | 0,578 | 9 | 0,1777 | 1 | 0,0205 | 1 |
| R3.25 | 2,365 | 9 | 88,92 | 8 | 0,371 | 25 | 0,0942 | 9 | 0,1141 | 9 |

**Tablo 5.117** Rıhtımlar için karşılaştırmalı analiz sonuçları (devamı)

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R3.26 | 2,337 | 10 | 86,68 | 10 | 0,703 | 5 | 0,0901 | 10 | 0,1288 | 10 |
| R3.27 | 2,052 | 26 | 79,16 | 18 | 0,329 | 28 | -0,0835 | 23 | 0,2675 | 23 |
| R3.28 | 1,744 | 29 | 61,17 | 29 | 0,322 | 29 | -0,2310 | 29 | 0,4174 | 29 |
| R3.29 | 1,919 | 28 | 64,29 | 28 | 0,347 | 27 | -0,1776 | 28 | 0,3544 | 28 |

Rıhtımlar tehlike kaynağı için farklı yöntemler kullanılarak belirlenen ilk üç kontrol noktası, yaklaşımımızın sonuçlarıyla yüksek oranda tutarlıdır (Tablo 5.117). Karar modeli yöntemimiz ve bulanık COPRAS, bulanık TOPSIS, bulanık MABAC ve bulanık VIKOR metodolojileri kullanılarak rıhtımlar kontrol noktalarının sıralamaları için BCoCoSo ile BCOPRAS arasında çok güçlü bir pozitif ilişki vardır ve spearman korelasyon katsayısı 0.9645, p-değeri $3.8020.10^{-17}$'dir. BTOPSIS ile güçlü bir pozitif ilişki mevcuttur ve spearman korelasyon katsayısı 0.8331, p-değeri $2.0531.10^{-8}$'dir. BMABAC ile çok güçlü bir pozitif ilişki vardır ve spearman korelasyon katsayısı 0.9810, p-değeri $8.9528.10^{-21}$'dir. BVIKOR ile çok güçlü bir pozitif ilişki görülmüştür, spearman korelasyon katsayısı 0.9852, p-değeri $3.1626.10^{-22}$'dir. Ayrıca, tüm yöntemler arasındaki Kendall's W uyum katsayısı 0.9382 olarak hesaplanmıştır, bu da yöntemler arasında çok yüksek düzeyde bir uyum olduğunu göstermektedir.



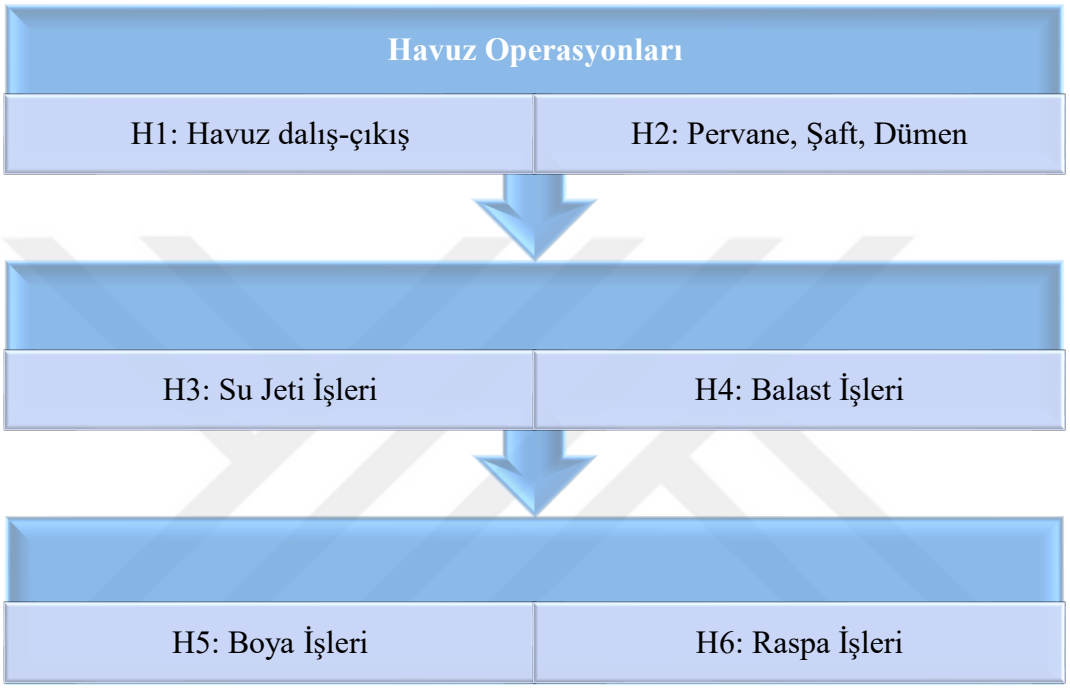

**Şekil 5.18** Rıhtımlar için karşılaştırmalı analiz göstergesi

Rıhtımlar kontrol noktaları için önerilen karar modeli analiz sonuçları ile karşılaştırmalı analiz yöntemleri sonuçları arasındaki gösterge Şekil 5.18’da sunulmaktadır.

### 5.2.5 Havuz Operasyonları İçin Uygulama Örneği

**Adım 1. Riskleri tanımlanması**

Bu aşamada önerilen risk analizi karar modeli, Şekil 5.2'deki risk yönetim dizisi referans alınarak havuz operayonları için uygulanmıştır. Adım 1'deki talimatlar izlenerek ilk olarak havuz operasyonları için altı adet tehlike kaynağı tespit edilmiştir (Şekil 5.19).




**Şekil 5.19** Havuz operasyonları için tehlike kaynakları

İkinci olarak tehlike kaynaklarına ilişkin potansiyel tehlike faktörleri ile olası sonuçları mesleki riskler olarak tanımlanmıştır. Havuz operasyonları için mesleki riskler aşağıda sıralanmaktadır.

- R39: Malzemenin çarpması ve ekipman hasarı
- R40: Savrularak düşme
- R41: Ağır yük altında kalma
- R42: Pervane, şaft ve dümenin iskeleye çarpması
- R43: Basınçlı sıvıya maruz kalma
- R44: Malzeme fırlaması ve kopması
- R45: Makine ve ekipmanların yıpranması sonucu arızalanması
- R46: Pompanın tıkanması
- R47: Pompanın yıpranması

- R48: Pompada yangın meydana gelmesi.
- R49: Geminin karaya çarpması ve oturması
- R50: Kimyasal madde yangınları
- R51: Basınçlı hava patlaması

Üçüncü olarak uzman ekip görüşlerine başvurularak havuz operasyonları için tanımlanan her bir tehlike kaynağına yönelik kontrol noktaları tespit edilmiştir. Tehlike kaynakları için tanımlanan kontrol noktaları için önerilen karar modeli analizleri aşağıda sunulmaktadır.

#### 5.2.5.1 Havuz Dalış-Çıkış

Havuz dalış-çıkış tehlike kaynağı için onbeş adet kontrol noktası tespit edilmiştir. Tepit edilen kontrol noktalarına dair bilgiler aşağıda sıralanmıştır.

- H1.01: Havuz ponton güvertesinin temiz olmaması.
- H1.02: Havuz ponton güvertesinde cihaz, ekipman ve malzeme bulunması.
- H1.03: Gemi toprak bağlantısının alınmaması.
- H1.04: Gemi yangın beslemesinin alınmaması.
- H1.05: Geminin yüzdürme öncesi geçiş iskelesinin alınmaması.
- H1.06: Gemiden havuza halat verilmemesi.
- H1.07: Bordoda gemi ve duba bulunmaması.
- H1.08: Geçişleri alınmış olan diğer gemilere geçiş için sepet veya çarmıh verilememesi.
- H1.09: Dalış sırasında vinçlerin hareket etmeleri.
- H1.10: Dalış öncesi vinçlerin park edilmemesi.
- H1.11: Bordalarda bulunan gemilerin dalış için bilgilendirilmemesi.
- H1.12: Borda gemilerinde nöbetçi bırakılmaması.
- H1.13: Dalış sırasında acil durum dizel jeneratörünün devreye girmemesi.
- H1.14: Draft ve iskandillere hava veren kompresörün çalışmaması.
- H1.15: Dalış sırasında elektrik arızası meydana gelmesi.

Karar verici uzman ekip tarafından her bir kriter için kontrol noktalarına Tablo 5.118'te bulanık dilsel terimler atanmıştır.

**Tablo 5.118** Havuz dalış-çıkış için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi

| **Kontrol Noktaları** | **KV 1** | | | | **KV 2** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| H1.01 | OD | O | O | OY | OY | O | O | OY |
| H1.02 | OD | O | O | OY | OY | O | ÇY | OY |
| H1.03 | OD | O | OY | OY | OY | O | OY | OY |
| H1.04 | OD | O | O | ÇY | OY | O | OY | Y |
| H1.05 | OD | O | O | OY | OY | Y | OY | OY |
| H1.06 | OD | OY | O | Y | OY | Y | O | OY |
| H1.07 | OD | OY | OY | Y | OY | OY | OY | Y |
| H1.08 | OD | Y | OY | Y | OY | Y | Y | Y |
| H1.09 | OD | Y | O | Y | OY | Y | OY | Y |
| H1.10 | OD | OY | O | Y | OY | OY | O | Y |
| H1.11 | OD | Y | OD | ÇY | OY | OY | OY | ÇY |
| H1.12 | OD | Y | O | ÇY | OY | ÇY | OD | ÇY |
| H1.13 | OD | Y | O | ÇY | OY | ÇY | O | ÇY |
| H1.14 | OD | Y | O | ÇY | OY | ÇY | O | ÇY |
| H1.15 | OD | Y | O | ÇY | OY | ÇY | OY | ÇY |
| **Kontrol Noktaları** | **KV 3** | | | | **KV 4** | | | |
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| H1.01 | OY | OY | D | OD | O | Y | OD | O |
| H1.02 | OY | D | OY | OD | O | OD | Y | O |
| H1.03 | OY | O | OD | D | O | OY | O | OD |
| H1.04 | OY | OY | D | O | O | Y | OD | OY |
| H1.05 | OY | OY | D | OD | O | Y | OD | O |
| H1.06 | OY | OY | D | OD | O | Y | OD | O |
| H1.07 | OY | Y | OD | OY | O | ÇY | O | OY |
| H1.08 | OY | O | OD | OY | O | OY | O | OY |

**Tablo 5.118** Havuz dalış-çıkış için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H1.09 | OY | O | D | OY | O | OY | OD | OY |
| H1.10 | OY | Y | OY | OY | O | ÇY | Y | OY |
| H1.11 | OY | O | O | OY | O | OY | O | Y |
| H1.12 | OY | O | ÇD | OY | O | OY | D | Y |
| H1.13 | OY | O | D | OY | O | OY | OD | Y |
| H1.14 | OY | O | D | OD | O | OY | OD | O |
| H1.15 | OY | O | D | OY | O | OY | OD | Y |

**Adım 2. Risklerin analiz edilmesi**

Bu aşamada bulanık CoCoSo adımları uygulanmıştır. Karar verici uzman ekibin dilsel değerlendirmelerine karşılık gelen matrislerin aritmetik ortalaması alınarak başlangıç (toplu) karar matrisi elde edilir (Tablo 5.119). Elde edilen bulanık toplu karar matrisi normalleştirilerek bulanık normalize karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 5.120).

**Tablo 5.119** Havuz dalış-çıkış için BCoCoSo toplu karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H1.01 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,450 | 0,650 | 0,825 |
| H1.02 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,175 | 0,350 | 0,550 |
| H1.03 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| H1.04 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,450 | 0,650 | 0,825 |
| H1.05 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| H1.06 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| H1.07 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,650 | 0,825 | 0,950 |
| H1.08 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| H1.09 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| H1.10 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,650 | 0,825 | 0,950 |
| H1.11 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| H1.12 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |

**Tablo 5.119** Havuz dalış-çıkış için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H1.13 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| H1.14 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| H1.15 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| H1.01 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| H1.02 | 0,600 | 0,775 | 0,900 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| H1.03 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,275 | 0,450 | 0,650 |
| H1.04 | 0,350 | 0,575 | 0,825 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| H1.05 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| H1.06 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,400 | 0,600 | 0,775 |
| H1.07 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| H1.08 | 0,400 | 0,600 | 0,775 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| H1.09 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| H1.10 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| H1.11 | 0,300 | 0,500 | 0,700 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| H1.12 | 0,100 | 0,225 | 0,400 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| H1.13 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| H1.14 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,550 | 0,700 | 0,800 |
| H1.15 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |

**Tablo 5.120** Havuz dalış-çıkış için BCoCoSo normalize karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H1.01 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,161 | 0,387 | 0,645 |
| H1.02 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,516 | 0,774 | 1,000 |
| H1.03 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,258 | 0,516 | 0,774 |
| H1.04 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,161 | 0,387 | 0,645 |
| H1.05 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,065 | 0,258 | 0,516 |
| H1.06 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,000 | 0,194 | 0,452 |

**Tablo 5.120** Havuz dalış-çıkış için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H1.07 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,000 | 0,161 | 0,387 |
| H1.08 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,065 | 0,258 | 0,516 |
| H1.09 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,065 | 0,258 | 0,516 |
| H1.10 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,000 | 0,161 | 0,387 |
| H1.11 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,097 | 0,323 | 0,581 |
| H1.12 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,065 | 0,226 | 0,452 |
| H1.13 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,065 | 0,226 | 0,452 |
| H1.14 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,065 | 0,226 | 0,452 |
| H1.15 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,065 | 0,226 | 0,452 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| H1.01 | 0,438 | 0,688 | 0,906 | 0,107 | 0,393 | 0,679 |
| H1.02 | 0,000 | 0,156 | 0,375 | 0,107 | 0,393 | 0,679 |
| H1.03 | 0,188 | 0,438 | 0,688 | 0,000 | 0,250 | 0,536 |
| H1.04 | 0,094 | 0,406 | 0,688 | 0,464 | 0,714 | 0,893 |
| H1.05 | 0,375 | 0,625 | 0,844 | 0,107 | 0,393 | 0,679 |
| H1.06 | 0,438 | 0,688 | 0,906 | 0,179 | 0,464 | 0,714 |
| H1.07 | 0,188 | 0,438 | 0,688 | 0,464 | 0,750 | 0,964 |
| H1.08 | 0,156 | 0,375 | 0,625 | 0,464 | 0,750 | 0,964 |
| H1.09 | 0,375 | 0,625 | 0,844 | 0,464 | 0,750 | 0,964 |
| H1.10 | 0,094 | 0,313 | 0,563 | 0,464 | 0,750 | 0,964 |
| H1.11 | 0,250 | 0,500 | 0,750 | 0,679 | 0,893 | 1,000 |
| H1.12 | 0,625 | 0,844 | 1,000 | 0,679 | 0,893 | 1,000 |
| H1.13 | 0,438 | 0,688 | 0,906 | 0,679 | 0,893 | 1,000 |
| H1.14 | 0,438 | 0,688 | 0,906 | 0,393 | 0,607 | 0,750 |
| H1.15 | 0,375 | 0,625 | 0,844 | 0,679 | 0,893 | 1,000 |

Denklem (3.22) ve (3.23) kullanılarak, ağırlıklı karşılaştırma bulanık toplamının ($\tilde{S}_i$) güç ağırlığı ve her kontrol noktası için üstel ağırlıklı karşılaştırmalı dizileri ($\tilde{P}_i$) hesaplandı. Sonuçlar Tablo 5.121' de sunulmaktadır.

**Tablo 5.121** Havuz dalış-çıkış için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı

| Kısa kod | $\tilde{S}_i$ | | | $\tilde{P}_i$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H1.01 | 0,333 | 1,002 | 0,905 | 1,929 | 2,746 | 3,630 |
| H1.02 | 0,281 | 0,937 | 0,859 | 1,374 | 2,577 | 3,477 |
| H1.03 | 0,213 | 0,858 | 0,843 | 1,298 | 2,541 | 3,506 |
| H1.04 | 0,299 | 1,055 | 0,901 | 1,915 | 2,801 | 3,604 |
| H1.05 | 0,257 | 0,903 | 0,850 | 1,758 | 2,591 | 3,517 |
| H1.06 | 0,285 | 0,944 | 0,858 | 1,423 | 2,622 | 3,523 |
| H1.07 | 0,271 | 0,974 | 0,845 | 1,439 | 2,626 | 3,460 |
| H1.08 | 0,285 | 0,993 | 0,865 | 1,857 | 2,684 | 3,514 |
| H1.09 | 0,394 | 1,119 | 0,926 | 2,022 | 2,863 | 3,641 |
| H1.10 | 0,224 | 0,912 | 0,810 | 1,328 | 2,524 | 3,382 |
| H1.11 | 0,429 | 1,176 | 0,928 | 2,084 | 2,934 | 3,644 |
| H1.12 | 0,600 | 1,298 | 0,961 | 2,227 | 3,052 | 3,692 |
| H1.13 | 0,507 | 1,220 | 0,935 | 2,143 | 2,962 | 3,644 |
| H1.14 | 0,397 | 1,047 | 0,868 | 2,020 | 2,768 | 3,540 |
| H1.15 | 0,476 | 1,188 | 0,917 | 2,110 | 2,923 | 3,611 |

**Adım 3. Risk değerlendirmesi**

Denklemler (3.24)- (3.26) kullanılarak, her kontrol noktası için üç bulanık değerlendirme puanı ($\tilde{f}_{ia}$, $\tilde{f}_{ib}$ , $\tilde{f}_{ic}$) elde edilmiştir. Değerlendirme puanları Tablo 5.122'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.122** Havuz dalış-çıkış için BCoCoSo değerlendirme puanları

| Kısa kod | $\tilde{f}_{ia}$ | | | $\tilde{f}_{ib}$ | | | $\tilde{f}_{ic}$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H1.01 | 0,034 | 0,066 | 0,141 | 3,051 | 6,825 | 7,050 | 0,486 | 0,806 | 0,975 |
| H1.02 | 0,025 | 0,062 | 0,135 | 2,377 | 6,391 | 6,717 | 0,356 | 0,755 | 0,932 |
| H1.03 | 0,023 | 0,060 | 0,135 | 2,000 | 5,988 | 6,662 | 0,325 | 0,730 | 0,935 |

**Tablo 5.122** Havuz dalış-çıkış için BCoCoSo değerlendirme puanları (devamı)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H1.04 | 0,033 | 0,068 | 0,140 | 2,882 | 7,117 | 7,011 | 0,476 | 0,829 | 0,968 |
| H1.05 | 0,030 | 0,061 | 0,136 | 2,562 | 6,242 | 6,703 | 0,433 | 0,751 | 0,939 |
| H1.06 | 0,026 | 0,063 | 0,136 | 2,438 | 6,457 | 6,747 | 0,367 | 0,766 | 0,942 |
| H1.07 | 0,026 | 0,063 | 0,134 | 2,381 | 6,603 | 6,636 | 0,367 | 0,774 | 0,925 |
| H1.08 | 0,032 | 0,065 | 0,136 | 2,771 | 6,738 | 6,772 | 0,460 | 0,791 | 0,941 |
| H1.09 | 0,036 | 0,070 | 0,142 | 3,409 | 7,465 | 7,159 | 0,519 | 0,856 | 0,982 |
| H1.10 | 0,023 | 0,060 | 0,130 | 2,078 | 6,229 | 6,410 | 0,334 | 0,738 | 0,901 |
| H1.11 | 0,038 | 0,072 | 0,142 | 3,621 | 7,789 | 7,171 | 0,540 | 0,883 | 0,983 |
| H1.12 | 0,042 | 0,077 | 0,145 | 4,535 | 8,453 | 7,360 | 0,608 | 0,935 | 1,000 |
| H1.13 | 0,040 | 0,074 | 0,142 | 4,033 | 8,015 | 7,200 | 0,570 | 0,899 | 0,984 |
| H1.14 | 0,036 | 0,067 | 0,137 | 3,424 | 7,055 | 6,805 | 0,520 | 0,820 | 0,947 |
| H1.15 | 0,039 | 0,072 | 0,141 | 3,862 | 7,838 | 7,092 | 0,556 | 0,884 | 0,973 |

Bu üç bulanık değerlendirme puanları, Denklemler (3.27)- (3.29) kullanılarak net değerlendirme puanlarına ($f_{ia}$, $f_{ia}$, $f_{ia}$) dönüştürülmüştür (Tablo 5.123).

**Tablo 5.123** Havuz dalış-çıkış için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama

| **Kısa kod** | $\mathbf{f_{ia}}$ | $\mathbf{f_{ib}}$ | $\mathbf{f_{ic}}$ | $\mathbf{f_i}$ | **Sıralama** |
|---|---|---|---|---|---|
| H1.01 | 0,080 | 5,642 | 0,756 | 2,859 | 8 |
| H1.02 | 0,074 | 5,162 | 0,681 | 2,610 | 13 |
| H1.03 | 0,073 | 4,884 | 0,663 | 2,490 | 15 |
| H1.04 | 0,080 | 5,670 | 0,758 | 2,871 | 7 |
| H1.05 | 0,076 | 5,169 | 0,708 | 2,636 | 11 |
| H1.06 | 0,075 | 5,214 | 0,692 | 2,640 | 10 |
| H1.07 | 0,074 | 5,207 | 0,689 | 2,633 | 12 |
| H1.08 | 0,078 | 5,427 | 0,731 | 2,754 | 9 |
| H1.09 | 0,083 | 6,011 | 0,786 | 3,024 | 5 |

**Tablo 5.123** Havuz dalış-çıkış için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama (devamı)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H1.10 | 0,071 | 4,906 | 0,658 | 2,491 | 14 |
| H1.11 | 0,084 | 6,194 | 0,802 | 3,107 | 4 |
| H1.12 | 0,088 | 6,783 | 0,848 | 3,369 | 1 |
| H1.13 | 0,085 | 6,416 | 0,818 | 3,204 | 2 |
| H1.14 | 0,080 | 5,761 | 0,762 | 2,907 | 6 |
| H1.15 | 0,084 | 6,264 | 0,804 | 3,135 | 3 |

**Adım 4. Faaliyetlerin kontrol edilmesi**

Bulanık CoCoSo sonuçlarına göre H1.12 "Borda gemilerinde nöbetçi bırakılmaması" 3,369 puan ile en öncelikli sağlık ve güvenlik çalışmalarını gerektiren kontrol noktası olarak elde edilmiştir. Bu kontrol noktasındaki sağlık ve güvenlik uygulamalarındaki eksiklikler çarpma, malzeme ve ekipman hasarı sonucu yaralanma ve ölüm sonuçlanabilecek mesleki riskleri meydana getirebilir. Havuz dalış-çıkış için önem sıralaması yapılan kontrol noktalarına yönelik mesleki riskler Tablo 5.124'ta sunulmaktadır.

**Tablo 5.124** Havuz dalış-çıkış kontrol noktaları için mesleki riskler

| **Sıra** | **Kontrol noktası** | | **Risk kodu** |
|---|---|---|---|
| 1 | H1.12 | Borda gemilerinde nöbetçi bırakılmaması | R39 |
| 2 | H1.13 | Dalış sırasında acil durum dizel jeneratörünün devreye girmemesi | R39 |
| 3 | H1.15 | Dalış sırasında elektrik arızası meydana gelmesi | R20 |
| 4 | H1.11 | Bordalarda bulunan gemilerin dalış için bilgilendirilmemesi | R40 |
| 5 | H1.09 | Dalış sırasında vinçlerin hareket etmeleri | R20 |
| 6 | H1.14 | Draft ve iskandillere hava veren kompresörün çalışmaması | R39 |
| 7 | H1.04 | Gemi yangın beslemesinin alınmaması | R39 |
| 8 | H1.01 | Havuz ponton güvertesinin temiz olmaması | R16 |
| 9 | H1.08 | Geçişleri alınmış olan diğer gemilere geçiş için sepet veya çarmıh verilememesi | R39 |

**Tablo 5.124** Havuz dalış-çıkış kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 10 | H1.06 | Gemiden havuza halat verilmemesi | R39 |
| 11 | H1.05 | Geminin yüzdürme öncesi geçiş iskelesinin alınmaması | R39 |
| 12 | H1.07 | Bordoda gemi ve duba bulunmaması | R19 |
| 13 | H1.02 | Havuz ponton güvertesinde cihaz, ekipman ve malzeme bulunması | R39 |
| 14 | H1.10 | Dalış öncesi vinçlerin park edilmemesi | R39 |
| 15 | H1.03 | Gemi toprak bağlantısının alınmaması | R23 |

### 5.2.5.2 Pervane, Şaft ve Dümen

Pervane, şaft ve dümen tehlike kaynağı için yirmi adet kontrol noktası tespit edilmiştir. Tepit edilen kontrol noktalarına dair bilgiler aşağıda sıralanmıştır.

- H2.01: Pervane ve şaft bölgesinde çalışılırken ana makinenin çalıştırılması.
- H2.02: Şaft bölgesinde çalışmak için açılan açıklık ve panyöl çevresinin emniyete alınmaması.
- H2.03: Yüksekte çalışma sırasında emniyet kemeri takılmaması.
- H2.04: Çalışma şekline uygun iskele kurulmamış olması.
- H2.05: Çalışanların pervane dümen üzerine çıkarak çalışması.
- H2.06: Torna çark öncesi ana makina krank yatağının kontrol edilmemesi.
- H2.07: Sökülen pervanenin ağırlığının bilinmemesi.
- H2.08: Pervanenin sökümü sırasında sapan ve zincirlerin pervaneye çıplak bağlanması.
- H2.09: Test ve kontrolleri yapılmamış olan kaldırma ekipmanlarının kullanılması.
- H2.10: Bağlanan sapan ve zincirlerin kanat ve pervane gövdesinden sıyrılarak kurtulması.
- H2.11: İskelenin uygunsuz kurulması torna çark için etiketleme yapılmaması.
- H2.12: Pervane temizliği sırasında elektrikli el aletleri kullanılması.
- H2.13: Temizlik sırasında maske gözlük ve benzeri kişisel koruyucu donanımların çalışanlar tarafından kullanılmaması.
- H2.14: Somonu dengede tutan aparatın ve sapının kopması.

- H2.15: Transfer sırasında ağırlığa eşit tonajda kaldırma ekipmanı kullanılmaması.
- H2.16: Şaftın kaldırılması ve çekilmesi sırasında salınım yapması.
- H2.17: Dümen yelpazesinde izinsiz olarak sıcak çalışma yapılması.
- H2.18: Dümende rodunun sökümü sonucu oluşan açıklığın kapatılmaması.
- H2.19: Yelpaze içinden gaz ölçümü alınmadan sıcak çalışmaya başlanması.
- H2.20: Lavra tapası açılırken, yelpaze içerisinde bulunan kirli ve yağlı suyun havuza ve denize boşaltılması.

Karar verici uzman ekip tarafından her bir kriter için kontrol noktalarına Tablo 5.125'te bulanık dilsel terimler atanmıştır.

**Tablo 5.125** Pervane, şaft ve dümen için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi

| **Kontrol Noktaları** | **KV 1** | | | | **KV 2** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| H2.01 | D | OY | OD | Y | OD | OD | OD | Y |
| H2.02 | O | O | OD | Y | OY | OY | OD | Y |
| H2.03 | OD | OD | OD | Y | OD | OD | OD | Y |
| H2.04 | O | O | OD | Y | O | O | OD | Y |
| H2.05 | O | O | OD | ÇY | OY | OY | OD | ÇY |
| H2.06 | OY | OY | OD | Y | OY | OY | OD | OY |
| H2.07 | Y | OD | OD | Y | O | O | OD | Y |
| H2.08 | O | O | OD | Y | OY | OY | OD | Y |
| H2.09 | O | O | OD | Y | O | O | OD | Y |
| H2.10 | OD | OD | D | Y | O | O | D | Y |
| H2.11 | OY | OY | D | Y | O | O | D | Y |
| H2.12 | OY | OY | D | Y | O | O | D | Y |
| H2.13 | OY | Y | D | Y | O | O | D | ÇY |
| H2.14 | OY | OY | O | Y | O | Y | OD | Y |
| H2.15 | OY | OY | D | OY | O | O | D | Y |
| H2.16 | OD | OD | D | Y | O | O | D | Y |

**Tablo 5.125** Pervane, şaft ve dümen için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H2.17 | OY | O | D | Y | O | OY | D | Y |
| H2.18 | OD | OD | D | Y | Y | Y | D | Y |
| H2.19 | OY | OY | D | Y | OD | OD | D | Y |
| H2.20 | OY | OY | D | Y | O | O | D | Y |
| **Kontrol Noktaları** | **KV 3** | | | | **KV 4** | | | |
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| H2.01 | O | O | O | ÇY | OY | OY | O | ÇY |
| H2.02 | Y | O | O | ÇY | Y | OY | O | ÇY |
| H2.03 | O | O | O | ÇY | O | O | O | ÇY |
| H2.04 | OY | OY | O | ÇY | OY | OY | O | ÇY |
| H2.05 | O | O | O | Y | Y | Y | O | Y |
| H2.06 | Y | O | O | ÇY | ÇY | O | O | ÇY |
| H2.07 | OY | OY | O | Y | Y | Y | O | Y |
| H2.08 | OY | OY | O | Y | OY | OY | O | Y |
| H2.09 | OY | OY | O | Y | OY | OY | O | Y |
| H2.10 | OY | OY | OD | Y | OY | OY | O | ÇY |
| H2.11 | O | O | O | Y | OY | OY | OD | Y |
| H2.12 | O | O | OD | Y | OY | OY | O | Y |
| H2.13 | O | O | O | ÇY | OY | OY | OD | Y |
| H2.14 | O | O | D | Y | OY | OY | D | Y |
| H2.15 | O | Y | OD | ÇY | OY | OY | OD | ÇY |
| H2.16 | OY | OY | OD | Y | OY | OY | OD | Y |
| H2.17 | OY | OY | OD | Y | O | Y | OD | Y |
| H2.18 | O | O | OD | Y | OY | OY | OD | Y |
| H2.19 | O | O | OD | Y | OY | OY | OD | Y |
| H2.20 | O | O | OD | Y | OY | OY | OD | Y |

**Adım 2. Risklerin analiz edilmesi**

Bu aşamada bulanık CoCoSo adımları uygulanmıştır. Karar verici uzman ekibin dilsel değerlendirmelerine karşılık gelen matrislerin aritmetik ortalaması alınarak başlangıç (toplu) karar matrisi elde edilir (Tablo 5.126). Elde edilen bulanık toplu karar matrisi normalleştirilerek bulanık normalize karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 5.127).

**Tablo 5.126** Pervane, şaft ve dümen için BCoCoSo toplu karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H2.01 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| H2.02 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| H2.03 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,200 | 0,400 | 0,600 |
| H2.04 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| H2.05 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,450 | 0,650 | 0,825 |
| H2.06 | 0,650 | 0,825 | 0,950 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| H2.07 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,400 | 0,600 | 0,775 |
| H2.08 | 0,450 | 0,650 | 0,850 | 0,450 | 0,650 | 0,850 |
| H2.09 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| H2.10 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| H2.11 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| H2.12 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| H2.13 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,450 | 0,650 | 0,825 |
| H2.14 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| H2.15 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| H2.16 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| H2.17 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| H2.18 | 0,400 | 0,600 | 0,775 | 0,400 | 0,600 | 0,775 |
| H2.19 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| H2.20 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |

**Tablo 5.126** Pervane, şaft ve dümen için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| Kısa kod | F | | | Ş | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H2.01 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| H2.02 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| H2.03 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| H2.04 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| H2.05 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| H2.06 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| H2.07 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,700 | 0,900 | 1,000 |
| H2.08 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,700 | 0,900 | 1,000 |
| H2.09 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,700 | 0,900 | 1,000 |
| H2.10 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| H2.11 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,700 | 0,900 | 1,000 |
| H2.12 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,700 | 0,900 | 1,000 |
| H2.13 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| H2.14 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,700 | 0,900 | 1,000 |
| H2.15 | 0,050 | 0,200 | 0,400 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| H2.16 | 0,050 | 0,200 | 0,400 | 0,700 | 0,900 | 1,000 |
| H2.17 | 0,050 | 0,200 | 0,400 | 0,700 | 0,900 | 1,000 |
| H2.18 | 0,050 | 0,200 | 0,400 | 0,700 | 0,900 | 1,000 |
| H2.19 | 0,050 | 0,200 | 0,400 | 0,700 | 0,900 | 1,000 |
| H2.20 | 0,050 | 0,200 | 0,400 | 0,700 | 0,900 | 1,000 |

**Tablo 5.127** Pervane, şaft ve dümen için BCoCoSo normalize karar matrisi

| Kısa kod | KS | | | O | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H2.01 | 0,033 | 0,267 | 0,533 | 0,185 | 0,481 | 0,778 |
| H2.02 | 0,467 | 0,733 | 0,933 | 0,111 | 0,407 | 0,704 |
| H2.03 | 0,000 | 0,267 | 0,533 | 0,407 | 0,704 | 1,000 |
| H2.04 | 0,267 | 0,533 | 0,800 | 0,111 | 0,407 | 0,704 |

**Tablo 5.127** Pervane, şaft ve dümen için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H2.05 | 0,333 | 0,600 | 0,833 | 0,074 | 0,333 | 0,630 |
| H2.06 | 0,600 | 0,833 | 1,000 | 0,111 | 0,407 | 0,704 |
| H2.07 | 0,467 | 0,733 | 0,933 | 0,148 | 0,407 | 0,704 |
| H2.08 | 0,333 | 0,600 | 0,867 | 0,037 | 0,333 | 0,630 |
| H2.09 | 0,267 | 0,533 | 0,800 | 0,111 | 0,407 | 0,704 |
| H2.10 | 0,200 | 0,467 | 0,733 | 0,185 | 0,481 | 0,778 |
| H2.11 | 0,267 | 0,533 | 0,800 | 0,111 | 0,407 | 0,704 |
| H2.12 | 0,267 | 0,533 | 0,800 | 0,111 | 0,407 | 0,704 |
| H2.13 | 0,267 | 0,533 | 0,800 | 0,074 | 0,333 | 0,630 |
| H2.14 | 0,267 | 0,533 | 0,800 | 0,000 | 0,259 | 0,556 |
| H2.15 | 0,267 | 0,533 | 0,800 | 0,000 | 0,259 | 0,556 |
| H2.16 | 0,200 | 0,467 | 0,733 | 0,185 | 0,481 | 0,778 |
| H2.17 | 0,267 | 0,533 | 0,800 | 0,000 | 0,259 | 0,556 |
| H2.18 | 0,267 | 0,533 | 0,767 | 0,148 | 0,407 | 0,704 |
| H2.19 | 0,200 | 0,467 | 0,733 | 0,185 | 0,481 | 0,778 |
| H2.20 | 0,267 | 0,533 | 0,800 | 0,111 | 0,407 | 0,704 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| H2.01 | 0,000 | 0,364 | 0,727 | 0,333 | 0,833 | 1,000 |
| H2.02 | 0,000 | 0,364 | 0,727 | 0,333 | 0,833 | 1,000 |
| H2.03 | 0,000 | 0,364 | 0,727 | 0,333 | 0,833 | 1,000 |
| H2.04 | 0,000 | 0,364 | 0,727 | 0,333 | 0,833 | 1,000 |
| H2.05 | 0,000 | 0,364 | 0,727 | 0,333 | 0,833 | 1,000 |
| H2.06 | 0,000 | 0,364 | 0,727 | 0,167 | 0,667 | 0,917 |
| H2.07 | 0,000 | 0,364 | 0,727 | 0,000 | 0,667 | 1,000 |
| H2.08 | 0,000 | 0,364 | 0,727 | 0,000 | 0,667 | 1,000 |
| H2.09 | 0,000 | 0,364 | 0,727 | 0,000 | 0,667 | 1,000 |
| H2.10 | 0,273 | 0,636 | 0,909 | 0,167 | 0,750 | 1,000 |

**Tablo 5.127** Pervane, şaft ve dümen için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H2.11 | 0,273 | 0,636 | 0,909 | 0,000 | 0,667 | 1,000 |
| H2.12 | 0,273 | 0,636 | 0,909 | 0,000 | 0,667 | 1,000 |
| H2.13 | 0,273 | 0,636 | 0,909 | 0,333 | 0,833 | 1,000 |
| H2.14 | 0,273 | 0,636 | 0,909 | 0,000 | 0,667 | 1,000 |
| H2.15 | 0,364 | 0,727 | 1,000 | 0,167 | 0,667 | 0,917 |
| H2.16 | 0,364 | 0,727 | 1,000 | 0,000 | 0,667 | 1,000 |
| H2.17 | 0,364 | 0,727 | 1,000 | 0,000 | 0,667 | 1,000 |
| H2.18 | 0,364 | 0,727 | 1,000 | 0,000 | 0,667 | 1,000 |
| H2.19 | 0,364 | 0,727 | 1,000 | 0,000 | 0,667 | 1,000 |
| H2.20 | 0,364 | 0,727 | 1,000 | 0,000 | 0,667 | 1,000 |

Denklem (3.22) ve (3.23) kullanılarak, ağırlıklı karşılaştırma bulanık toplamının ($\tilde{S}_i$) güç ağırlığı ve her kontrol noktası için üstel ağırlıklı karşılaştırmalı dizileri ($\tilde{P}_i$) hesaplandı. Sonuçlar Tablo 5.128' de sunulmaktadır.

**Tablo 5.128** Pervane, şaft ve dümen için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı

| **Kısa kod** | **$\tilde{S}_i$** | | | **$\tilde{P}_i$** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H2.01 | 0,232 | 1,053 | 0,849 | 1,742 | 2,743 | 3,445 |
| H2.02 | 0,443 | 1,218 | 0,939 | 2,079 | 2,997 | 3,665 |
| H2.03 | 0,317 | 1,169 | 0,914 | 1,514 | 2,893 | 3,555 |
| H2.04 | 0,330 | 1,131 | 0,902 | 1,962 | 2,884 | 3,585 |
| H2.05 | 0,350 | 1,121 | 0,890 | 1,948 | 2,862 | 3,563 |
| H2.06 | 0,454 | 1,160 | 0,936 | 2,012 | 2,934 | 3,671 |
| H2.07 | 0,332 | 1,117 | 0,939 | 1,380 | 2,884 | 3,665 |
| H2.08 | 0,206 | 1,020 | 0,899 | 1,117 | 2,749 | 3,583 |
| H2.09 | 0,202 | 1,030 | 0,902 | 1,217 | 2,771 | 3,585 |
| H2.10 | 0,398 | 1,227 | 0,956 | 2,561 | 3,038 | 3,683 |
| H2.11 | 0,337 | 1,167 | 0,953 | 1,911 | 2,966 | 3,685 |

**Tablo 5.128** Pervane, şaft ve dümen için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H2.12 | 0,337 | 1,167 | 0,953 | 1,911 | 2,966 | 3,685 |
| H2.13 | 0,448 | 1,229 | 0,931 | 2,597 | 3,017 | 3,642 |
| H2.14 | 0,286 | 1,089 | 0,910 | 1,385 | 2,835 | 3,597 |
| H2.15 | 0,395 | 1,135 | 0,913 | 2,062 | 2,890 | 3,610 |
| H2.16 | 0,379 | 1,222 | 0,981 | 2,001 | 3,036 | 3,729 |
| H2.17 | 0,331 | 1,135 | 0,935 | 1,443 | 2,890 | 3,643 |
| H2.18 | 0,400 | 1,212 | 0,969 | 2,016 | 3,022 | 3,710 |
| H2.19 | 0,379 | 1,222 | 0,981 | 2,001 | 3,036 | 3,729 |
| H2.20 | 0,383 | 1,212 | 0,978 | 1,970 | 3,022 | 3,731 |

**Adım 3. Risk değerlendirmesi**

Denklemler (3.24)- (3.26) kullanılarak, her kontrol noktası için üç bulanık değerlendirme puanı ($\tilde{f}_{ia}$, $\tilde{f}_{ib}$ , $\tilde{f}_{ic}$) elde edilmiştir. Değerlendirme puanları Tablo 5.129'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.129** Pervane, şaft ve dümen için BCoCoSo değerlendirme puanları

| **Kısa kod** | $\tilde{f}_{ia}$ | | | $\tilde{f}_{ib}$ | | | $\tilde{f}_{ic}$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H2.01 | 0,022 | 0,047 | 0,098 | 2,709 | 7,664 | 7,281 | 0,419 | 0,806 | 0,911 |
| H2.02 | 0,028 | 0,052 | 0,105 | 4,051 | 8,704 | 7,925 | 0,535 | 0,894 | 0,977 |
| H2.03 | 0,020 | 0,050 | 0,102 | 2,922 | 8,371 | 7,700 | 0,389 | 0,862 | 0,948 |
| H2.04 | 0,025 | 0,049 | 0,103 | 3,388 | 8,172 | 7,669 | 0,486 | 0,852 | 0,952 |
| H2.05 | 0,025 | 0,049 | 0,102 | 3,476 | 8,104 | 7,588 | 0,488 | 0,845 | 0,945 |
| H2.06 | 0,027 | 0,050 | 0,105 | 4,048 | 8,365 | 7,912 | 0,523 | 0,869 | 0,977 |
| H2.07 | 0,019 | 0,049 | 0,105 | 2,879 | 8,105 | 7,925 | 0,363 | 0,849 | 0,977 |
| H2.08 | 0,014 | 0,046 | 0,102 | 2,016 | 7,506 | 7,652 | 0,281 | 0,800 | 0,951 |
| H2.09 | 0,016 | 0,047 | 0,103 | 2,089 | 7,573 | 7,669 | 0,301 | 0,807 | 0,952 |
| H2.10 | 0,032 | 0,052 | 0,106 | 4,261 | 8,786 | 8,024 | 0,628 | 0,905 | 0,984 |

**Tablo 5.129** Pervane, şaft ve dümen için BCoCoSo değerlendirme puanları (devamı)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H2.11 | 0,025 | 0,051 | 0,106 | 3,380 | 8,425 | 8,011 | 0,477 | 0,877 | 0,984 |
| H2.12 | 0,025 | 0,051 | 0,106 | 3,380 | 8,425 | 8,011 | 0,477 | 0,877 | 0,984 |
| H2.13 | 0,033 | 0,052 | 0,104 | 4,540 | 8,777 | 7,866 | 0,646 | 0,901 | 0,970 |
| H2.14 | 0,018 | 0,048 | 0,103 | 2,654 | 7,925 | 7,718 | 0,355 | 0,833 | 0,956 |
| H2.15 | 0,027 | 0,049 | 0,103 | 3,798 | 8,200 | 7,746 | 0,521 | 0,854 | 0,960 |
| H2.16 | 0,026 | 0,052 | 0,108 | 3,667 | 8,761 | 8,191 | 0,505 | 0,903 | 1,000 |
| H2.17 | 0,019 | 0,049 | 0,105 | 2,929 | 8,200 | 7,885 | 0,377 | 0,854 | 0,971 |
| H2.18 | 0,026 | 0,052 | 0,107 | 3,781 | 8,700 | 8,113 | 0,513 | 0,898 | 0,993 |
| H2.19 | 0,026 | 0,052 | 0,108 | 3,667 | 8,761 | 8,191 | 0,505 | 0,903 | 1,000 |
| H2.20 | 0,026 | 0,052 | 0,108 | 3,655 | 8,700 | 8,178 | 0,499 | 0,898 | 0,999 |

Bu üç bulanık değerlendirme puanları, Denklemler (3.27)- (3.29) kullanılarak net değerlendirme puanlarına ($f_{ia}$, $f_{ia}$, $f_{ia}$) dönüştürülmüştür (Tablo 5.130).

**Tablo 5.130** Pervane, şaft ve dümen için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama

| **Kısa kod** | $\mathbf{f_{ia}}$ | $\mathbf{f_{ib}}$ | $\mathbf{f_{ic}}$ | $\mathbf{f_i}$ | **Sıralama** |
|---|---|---|---|---|---|
| H2.01 | 0,055 | 5,884 | 0,712 | 2,832 | 18 |
| H2.02 | 0,062 | 6,893 | 0,802 | 3,284 | 3 |
| H2.03 | 0,057 | 6,331 | 0,733 | 3,017 | 15 |
| H2.04 | 0,059 | 6,409 | 0,763 | 3,071 | 12 |
| H2.05 | 0,059 | 6,390 | 0,759 | 3,060 | 13 |
| H2.06 | 0,061 | 6,775 | 0,790 | 3,230 | 8 |
| H2.07 | 0,058 | 6,303 | 0,730 | 3,006 | 16 |
| H2.08 | 0,054 | 5,725 | 0,677 | 2,747 | 20 |
| H2.09 | 0,055 | 5,777 | 0,687 | 2,775 | 19 |
| H2.10 | 0,064 | 7,023 | 0,839 | 3,363 | 2 |
| H2.11 | 0,060 | 6,605 | 0,779 | 3,159 | 9 |

**Tablo 5.130** Pervane, şaft ve dümen için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama (devamı)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H2.12 | 0,060 | 6,605 | 0,779 | 3,159 | 10 |
| H2.13 | 0,063 | 7,061 | 0,839 | 3,376 | 1 |
| H2.14 | 0,056 | 6,099 | 0,715 | 2,917 | 17 |
| H2.15 | 0,060 | 6,581 | 0,778 | 3,148 | 11 |
| H2.16 | 0,062 | 6,873 | 0,803 | 3,278 | 4 |
| H2.17 | 0,058 | 6,338 | 0,734 | 3,022 | 14 |
| H2.18 | 0,062 | 6,865 | 0,801 | 3,274 | 6 |
| H2.19 | 0,062 | 6,873 | 0,803 | 3,278 | 5 |
| H2.20 | 0,062 | 6,845 | 0,799 | 3,265 | 7 |

**Adım 4. Faaliyetlerin kontrol edilmesi**

Bulanık CoCoSo sonuçlarına göre H2.13 "Temizlik sırasında maske gözlük ve benzeri kişisel koruyucu donanımların çalışanlar tarafından kullanılmaması edilmesi" 3,376 puan ile en öncelikli sağlık ve güvenlik çalışmalarını gerektiren kontrol noktası olarak elde edilmiştir. Bu kontrol noktasındaki sağlık ve güvenlik uygulamalarındaki eksiklikler duman ve buharlara maruziyet sonucu yaralanma ve ölüm ile sonuçlanabilecek mesleki riskleri meydana getirebilir. Pervane, şaft ve dümen için önem sıralaması yapılan kontrol noktalarına yönelik mesleki riskler Tablo 5.131'de sunulmaktadır.

**Tablo 5.131** Pervane, şaft ve dümen kontrol noktaları için mesleki riskler

| **Sıra** | **Kontrol noktası** | | **Risk kodu** |
|---|---|---|---|
| 1 | H2.13 | Temizlik sırasında maske gözlük ve benzeri kişisel koruyucu donanımların çalışanlar tarafından kullanılmaması. | R12 |
| 2 | H2.10 | Bağlanan sapan ve zincirlerin kanat ve pervane gövdesinden sıyrılarak kurtulması. | R41 |
| 3 | H2.02 | Şaft bölgesinde çalışmak için açılan açıklık ve panyöl çevresinin emniyete alınmaması. | R18 |
| 4 | H2.16 | Şaftın kaldırılması ve çekilmesi sırasında salınım yapması. | R39 |
| 5 | H2.19 | Yelpaze içinden gaz ölçümü alınmadan sıcak çalışmaya başlanması. | R23 |

**Tablo 5.131** Pervane, şaft ve dümen kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 | H2.18 | Dümende rodunun sökümü sonucu oluşan açıklığın kapatılmaması. | R9 |
| 7 | H2.20 | Lavra tapası açılırken, yelpaze içerisinde bulunan kirli ve yağlı suyun havuza ve denize boşaltılması. | R16 |
| 8 | H2.06 | Torna çark öncesi ana makina krank yatağının kontrol edilmemesi. | R31 |
| 9 | H2.11 | İskelenin uygunsuz kurulması ve torna çark için etiketleme yapılmaması. | R42 |
| 10 | H2.12 | Pervane temizliği sırasında elektrikli el aletleri kullanılması. | R10 |
| 11 | H2.15 | Transfer sırasında ağırlığa eşit tonajda kaldırma ekipmanı kullanılmaması. | R43 |
| 12 | H2.04 | Çalışma şekline uygun iskele kurulmamış olması. | R20 |
| 13 | H2.05 | Çalışanların pervane dümen üzerine çıkarak çalışması. | R44 |
| 14 | H2.17 | Dümen yelpazesinde izinsiz olarak sıcak çalışma yapılması. | R23 |
| 15 | H2.03 | Yüksekte çalışma sırasında emniyet kemeri takılmaması. | R9 |
| 16 | H2.07 | Sökülen pervanenin ağırlığının bilinmemesi. | R17 |
| 17 | H2.14 | Somonu dengede tutan aparatın ve sapının kopması. | R17 |
| 18 | H2.01 | Pervane ve şaft bölgesinde çalışılırken ana makinenin çalıştırılması. | R44 |
| 19 | H2.09 | Test ve kontrolleri yapılmamış olan kaldırma ekipmanlarının kullanılması. | R17 |
| 20 | H2.08 | Pervanenin sökümü sırasında sapan ve zincirlerin pervaneye çıplak bağlanması. | R45 |

### 5.2.5.3 Su Jeti İşleri

Su jeti işleri tehlike kaynağı için yirmiiki adet kontrol noktası tespit edilmiştir. Tepit edilen kontrol noktalarına dair bilgiler aşağıda sıralanmıştır.

- H3.01: Su jeti pompası kayış kasnak ve muhafazalarının olmaması.
- H3.02: Su jeti pompası elektrik kaçak akım rölesinin bulunmaması.
- H3.03: Su jeti pompasında aşırı akış valfi bulunmaması.
- H3.04: Pompa çıkışına bağlanan hortumların çelik çorap içerisine alınmamış olması.
- H3.05: Pompa besleme kablosunun çalışma koşullarına uygun özellikte olmaması.

- H3.06: Pompa etrafında güvenli alan oluşturulmaması.
- H3.07: Pompanın hareketli kısımlarının açık olması.
- H3.08: Pompa üzerine iniş çıkış sisteminin bulunmaması.
- H3.09: Hortumların çalışma basınçlarının düşük olması.
- H3.10: Elektrik iletkenliği olmayan hortumların kullanılması.
- H3.11: Hortum ek ve bağlantı noktalarında koruyucu çelik çorap bulunmaması.
- H3.12: Hortumların paslanması.
- H3.13: Hortumların savrulması.
- H3.14: Hortumların elektrik kablolarının içinden geçirilmesi.
- H3.15: Tabanca tetiklerinin çalışmaması.
- H3.16: Tabanca gövdesinde zayıf ve delinmiş kısımların bulunması.
- H3.17: Tabanca bağlantı kısımlarında çelik çorap bulunmaması.
- H3.18: Tabanca ile çalışırken tabancanın elektrik kablolarına temas ettirilmesi.
- H3.19: Çalışanların iş ile ilgili risk ve tehlikelerden haberdar edilmemesi.
- H3.20: Yüksek basınç ile çalışırken çalışanların birbirlerine çok yakın çalışmaları, uygun KKD kullanmamaları.
- H3.21: Su jeti sırasında kullanılan aydınlatmaların uygun olmaması.
- H3.22: Su jeti sırasında faaliyete uygun fan kullanılmaması.

Karar verici uzman ekip tarafından her bir kriter için kontrol noktalarına Tablo 5.132'te bulanık dilsel terimler atanmıştır.

**Tablo 5.132** Su jeti işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi

| **Kontrol Noktaları** | **KV 1** | | | | **KV 2** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| H3.01 | OD | D | OY | OD | OD | D | D | OY |
| H3.02 | OD | OD | OD | O | OD | OD | O | D |
| H3.03 | OD | O | OY | OD | OD | OD | OY | OD |
| H3.04 | OD | O | Y | O | OD | O | Y | O |
| H3.05 | OD | O | O | D | OD | ÇD | O | D |

**Tablo 5.132** Su jeti işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H3.06 | OD | D | Y | O | OD | OD | Y | O |
| H3.07 | OD | O | Y | O | OD | O | Y | O |
| H3.08 | OD | OY | ÇY | OY | OD | OY | ÇY | OY |
| H3.09 | OD | OD | OY | OD | OD | OD | OY | OD |
| H3.10 | OD | OY | ÇY | OY | OD | OY | ÇY | OY |
| H3.11 | OD | OY | ÇY | OY | OD | OY | ÇY | OY |
| H3.12 | OD | O | Y | O | OD | O | Y | O |
| H3.13 | OD | O | Y | O | OD | O | Y | O |
| H3.14 | OD | OY | ÇY | OY | OD | OY | ÇY | OY |
| H3.15 | OD | OY | ÇY | OY | OD | OY | ÇY | OY |
| H3.16 | OD | OY | ÇY | OY | OD | OY | ÇY | OY |
| H3.17 | OD | OY | ÇY | OY | OD | OY | ÇY | OY |
| H3.18 | OD | OY | ÇY | OY | OD | OD | OY | OD |
| H3.19 | OD | OY | ÇY | OY | OD | OD | OY | OD |
| H3.20 | OD | O | Y | O | OD | OD | OY | OD |
| H3.21 | OD | O | Y | O | OD | O | Y | O |
| H3.22 | OD | O | Y | O | OD | O | Y | O |
| **Kontrol Noktaları** | **KV 3** | | | | **KV 4** | | | |
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| H3.01 | O | OD | O | D | O | OD | OD | O |
| H3.02 | O | O | OY | OD | O | OY | OY | OD |
| H3.03 | O | D | Y | O | O | D | Y | O |
| H3.04 | O | OD | Y | O | O | D | Y | O |
| H3.05 | O | OD | OY | OD | O | D | Y | O |
| H3.06 | O | O | Y | O | O | O | OY | OD |
| H3.07 | O | OY | ÇY | OD | O | OY | ÇY | O |
| H3.08 | O | OY | ÇY | OY | O | OY | ÇY | OY |

**Tablo 5.132** Su jeti işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H3.09 | O | O | Y | O | O | OY | ÇY | OY |
| H3.10 | O | OY | ÇY | OY | O | O | Y | O |
| H3.11 | O | O | Y | O | O | OY | ÇY | OY |
| H3.12 | O | O | Y | O | O | O | Y | O |
| H3.13 | O | O | Y | O | O | O | Y | O |
| H3.14 | O | O | Y | O | O | Y | ÇY | Y |
| H3.15 | O | O | Y | O | O | Y | ÇY | Y |
| H3.16 | O | O | Y | O | O | Y | ÇY | Y |
| H3.17 | O | O | Y | O | O | O | Y | O |
| H3.18 | O | O | Y | O | O | OY | ÇY | OY |
| H3.19 | O | O | Y | O | O | OY | ÇY | OY |
| H3.20 | O | OD | OY | OD | O | O | Y | O |
| H3.21 | O | OY | ÇY | OY | O | OY | ÇY | OY |
| H3.22 | O | OY | ÇY | OY | O | OY | ÇY | OY |

**Adım 2. Risklerin analiz edilmesi**

Bu aşamada bulanık CoCoSo adımları uygulanmıştır. Karar verici uzman ekibin dilsel değerlendirmelerine karşılık gelen matrislerin aritmetik ortalaması alınarak başlangıç (toplu) karar matrisi elde edilir (Tablo 5.133). Elde edilen bulanık toplu karar matrisi normalleştirilerek bulanık normalize karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 5.134).

**Tablo 5.133** Su jeti işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H3.01 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,050 | 0,200 | 0,400 |
| H3.02 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,250 | 0,450 | 0,650 |
| H3.03 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,100 | 0,250 | 0,450 |
| H3.04 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,175 | 0,350 | 0,550 |
| H3.05 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,100 | 0,225 | 0,400 |

**Tablo 5.133** Su jeti işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H3.06 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,175 | 0,350 | 0,550 |
| H3.07 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| H3.08 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,500 | 0,700 | 0,900 |
| H3.09 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,250 | 0,450 | 0,650 |
| H3.10 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,450 | 0,650 | 0,850 |
| H3.11 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,450 | 0,650 | 0,850 |
| H3.12 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,300 | 0,500 | 0,700 |
| H3.13 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,300 | 0,500 | 0,700 |
| H3.14 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| H3.15 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| H3.16 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| H3.17 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| H3.18 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| H3.19 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| H3.20 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,200 | 0,400 | 0,600 |
| H3.21 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| H3.22 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| H3.01 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,225 | 0,400 | 0,600 |
| H3.02 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,125 | 0,300 | 0,500 |
| H3.03 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,200 | 0,400 | 0,600 |
| H3.04 | 0,700 | 0,900 | 1,000 | 0,300 | 0,500 | 0,700 |
| H3.05 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,100 | 0,250 | 0,450 |
| H3.06 | 0,650 | 0,850 | 0,975 | 0,250 | 0,450 | 0,650 |
| H3.07 | 1,100 | 1,350 | 1,475 | 0,250 | 0,450 | 0,650 |
| H3.08 | 0,900 | 1,000 | 1,000 | 0,500 | 0,700 | 0,900 |
| H3.09 | 0,650 | 0,825 | 0,950 | 0,250 | 0,450 | 0,650 |
| H3.10 | 0,850 | 0,975 | 1,000 | 0,450 | 0,650 | 0,850 |

**Tablo 5.133** Su jeti işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H3.11 | 0,850 | 0,975 | 1,000 | 0,450 | 0,650 | 0,850 |
| H3.12 | 0,700 | 0,900 | 1,000 | 0,300 | 0,500 | 0,700 |
| H3.13 | 0,700 | 0,900 | 1,000 | 0,300 | 0,500 | 0,700 |
| H3.14 | 0,850 | 0,975 | 1,000 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| H3.15 | 0,850 | 0,975 | 1,000 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| H3.16 | 0,850 | 0,975 | 1,000 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| H3.17 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| H3.18 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| H3.19 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| H3.20 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,200 | 0,400 | 0,600 |
| H3.21 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| H3.22 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |

**Tablo 5.134** Su jeti işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H3.01 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,588 | 0,824 | 1,000 |
| H3.02 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,294 | 0,529 | 0,765 |
| H3.03 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,529 | 0,765 | 0,941 |
| H3.04 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,412 | 0,647 | 0,853 |
| H3.05 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,588 | 0,794 | 0,941 |
| H3.06 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,412 | 0,647 | 0,853 |
| H3.07 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,118 | 0,353 | 0,588 |
| H3.08 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,000 | 0,235 | 0,471 |
| H3.09 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,294 | 0,529 | 0,765 |
| H3.10 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,059 | 0,294 | 0,529 |
| H3.11 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,059 | 0,294 | 0,529 |
| H3.12 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,235 | 0,471 | 0,706 |
| H3.13 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,235 | 0,471 | 0,706 |

**Tablo 5.134** Su jeti işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H3.14 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,029 | 0,235 | 0,471 |
| H3.15 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,029 | 0,235 | 0,471 |
| H3.16 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,029 | 0,235 | 0,471 |
| H3.17 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,118 | 0,353 | 0,588 |
| H3.18 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,176 | 0,412 | 0,647 |
| H3.19 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,176 | 0,412 | 0,647 |
| H3.20 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,353 | 0,588 | 0,824 |
| H3.21 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,118 | 0,353 | 0,588 |
| H3.22 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,118 | 0,353 | 0,588 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| H3.01 | 0,700 | 0,860 | 1,000 | 0,156 | 0,375 | 0,625 |
| H3.02 | 0,580 | 0,740 | 0,900 | 0,031 | 0,250 | 0,500 |
| H3.03 | 0,420 | 0,540 | 0,700 | 0,125 | 0,375 | 0,625 |
| H3.04 | 0,380 | 0,460 | 0,620 | 0,250 | 0,500 | 0,750 |
| H3.05 | 0,520 | 0,660 | 0,820 | 0,000 | 0,188 | 0,438 |
| H3.06 | 0,400 | 0,500 | 0,660 | 0,188 | 0,438 | 0,688 |
| H3.07 | 0,000 | 0,100 | 0,300 | 0,188 | 0,438 | 0,688 |
| H3.08 | 0,380 | 0,380 | 0,460 | 0,500 | 0,750 | 1,000 |
| H3.09 | 0,420 | 0,520 | 0,660 | 0,188 | 0,438 | 0,688 |
| H3.10 | 0,380 | 0,400 | 0,500 | 0,438 | 0,688 | 0,938 |
| H3.11 | 0,380 | 0,400 | 0,500 | 0,438 | 0,688 | 0,938 |
| H3.12 | 0,380 | 0,460 | 0,620 | 0,250 | 0,500 | 0,750 |
| H3.13 | 0,380 | 0,460 | 0,620 | 0,250 | 0,500 | 0,750 |
| H3.14 | 0,380 | 0,400 | 0,500 | 0,500 | 0,750 | 0,969 |
| H3.15 | 0,380 | 0,400 | 0,500 | 0,500 | 0,750 | 0,969 |
| H3.16 | 0,380 | 0,400 | 0,500 | 0,500 | 0,750 | 0,969 |
| H3.17 | 0,380 | 0,420 | 0,540 | 0,375 | 0,625 | 0,875 |
| H3.18 | 0,400 | 0,460 | 0,580 | 0,313 | 0,563 | 0,813 |

**Tablo 5.134** Su jeti işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H3.19 | 0,400 | 0,460 | 0,580 | 0,313 | 0,563 | 0,813 |
| H3.20 | 0,420 | 0,540 | 0,700 | 0,125 | 0,375 | 0,625 |
| H3.21 | 0,380 | 0,420 | 0,540 | 0,375 | 0,625 | 0,875 |
| H3.22 | 0,380 | 0,420 | 0,540 | 0,375 | 0,625 | 0,875 |

Denklem (3.22) ve (3.23) kullanılarak, ağırlıklı karşılaştırma bulanık toplamının ($\tilde{S}_i$) güç ağırlığı ve her kontrol noktası için üstel ağırlıklı karşılaştırmalı dizileri ($\tilde{P}_i$) hesaplandı. Sonuçlar Tablo 5.135' de sunulmaktadır.

**Tablo 5.135** Su jeti işleri için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı

| **Kısa kod** | $\tilde{S}_i$ | | | $\tilde{P}_i$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H3.01 | 0,680 | 1,306 | 1,021 | 2,369 | 3,123 | 3,835 |
| H3.02 | 0,436 | 1,016 | 0,890 | 1,953 | 2,750 | 3,599 |
| H3.03 | 0,502 | 1,114 | 0,919 | 2,187 | 2,896 | 3,645 |
| H3.04 | 0,475 | 1,088 | 0,904 | 2,223 | 2,872 | 3,613 |
| H3.05 | 0,531 | 1,077 | 0,902 | 1,689 | 2,802 | 3,607 |
| H3.06 | 0,461 | 1,071 | 0,899 | 2,183 | 2,850 | 3,609 |
| H3.07 | 0,126 | 0,716 | 0,720 | 1,174 | 2,242 | 3,198 |
| H3.08 | 0,380 | 0,984 | 0,815 | 1,592 | 2,665 | 3,385 |
| H3.09 | 0,417 | 1,019 | 0,873 | 2,122 | 2,784 | 3,563 |
| H3.10 | 0,383 | 0,987 | 0,826 | 2,000 | 2,696 | 3,429 |
| H3.11 | 0,383 | 0,987 | 0,826 | 2,000 | 2,696 | 3,429 |
| H3.12 | 0,393 | 0,996 | 0,861 | 2,107 | 2,750 | 3,535 |
| H3.13 | 0,393 | 0,996 | 0,861 | 2,107 | 2,750 | 3,535 |
| H3.14 | 0,394 | 0,994 | 0,818 | 1,950 | 2,681 | 3,402 |
| H3.15 | 0,394 | 0,994 | 0,818 | 1,950 | 2,681 | 3,402 |
| H3.16 | 0,394 | 0,994 | 0,818 | 1,950 | 2,681 | 3,402 |
| H3.17 | 0,387 | 0,990 | 0,838 | 2,066 | 2,720 | 3,469 |
| H3.18 | 0,400 | 1,003 | 0,850 | 2,108 | 2,753 | 3,504 |

**Tablo 5.135** Su jeti işleri için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H3.19 | 0,400 | 1,003 | 0,850 | 2,108 | 2,753 | 3,504 |
| H3.20 | 0,420 | 1,022 | 0,885 | 2,094 | 2,785 | 3,587 |
| H3.21 | 0,387 | 0,990 | 0,838 | 2,066 | 2,720 | 3,469 |
| H3.22 | 0,387 | 0,990 | 0,838 | 2,066 | 2,720 | 3,469 |

**Adım 3. Risk değerlendirmesi**

Denklemler (3.24)- (3.26) kullanılarak, her kontrol noktası için üç bulanık değerlendirme puanı ($\tilde{f}_{ia}$, $\tilde{f}_{ib}$ , $\tilde{f}_{ic}$) elde edilmiştir. Değerlendirme puanları Tablo 5.136'de sunulmaktadır.

**Tablo 5.136** Su jeti işleri için BCoCoSo değerlendirme puanları

| **Kısa kod** | $\tilde{f}_{ia}$ | | | $\tilde{f}_{ib}$ | | | $\tilde{f}_{ic}$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H3.01 | 0,032 | 0,054 | 0,091 | 7,398 | 12,990 | 11,341 | 0,628 | 0,912 | 1,000 |
| H3.02 | 0,025 | 0,046 | 0,084 | 5,114 | 10,383 | 10,109 | 0,492 | 0,776 | 0,924 |
| H3.03 | 0,028 | 0,048 | 0,086 | 5,833 | 11,282 | 10,376 | 0,554 | 0,826 | 0,940 |
| H3.04 | 0,028 | 0,048 | 0,085 | 5,654 | 11,055 | 10,232 | 0,556 | 0,815 | 0,930 |
| H3.05 | 0,023 | 0,047 | 0,085 | 5,638 | 10,904 | 10,213 | 0,457 | 0,799 | 0,929 |
| H3.06 | 0,028 | 0,047 | 0,085 | 5,509 | 10,897 | 10,185 | 0,545 | 0,807 | 0,928 |
| H3.07 | 0,014 | 0,036 | 0,074 | 2,000 | 7,576 | 8,423 | 0,268 | 0,609 | 0,807 |
| H3.08 | 0,021 | 0,044 | 0,079 | 4,363 | 10,056 | 9,329 | 0,406 | 0,752 | 0,865 |
| H3.09 | 0,026 | 0,046 | 0,083 | 5,103 | 10,435 | 9,942 | 0,523 | 0,783 | 0,914 |
| H3.10 | 0,025 | 0,045 | 0,080 | 4,737 | 10,106 | 9,459 | 0,491 | 0,759 | 0,876 |
| H3.11 | 0,025 | 0,045 | 0,080 | 4,737 | 10,106 | 9,459 | 0,491 | 0,759 | 0,876 |
| H3.12 | 0,026 | 0,045 | 0,083 | 4,907 | 10,223 | 9,826 | 0,515 | 0,771 | 0,905 |
| H3.13 | 0,026 | 0,045 | 0,083 | 4,907 | 10,223 | 9,826 | 0,515 | 0,771 | 0,905 |
| H3.14 | 0,024 | 0,044 | 0,079 | 4,775 | 10,149 | 9,366 | 0,483 | 0,757 | 0,869 |
| H3.15 | 0,024 | 0,044 | 0,079 | 4,775 | 10,149 | 9,366 | 0,483 | 0,757 | 0,869 |

**Tablo 5.136** Su jeti işleri için BCoCoSo değerlendirme puanları (devamı)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H3.16 | 0,024 | 0,044 | 0,079 | 4,775 | 10,149 | 9,366 | 0,483 | 0,757 | 0,869 |
| H3.17 | 0,026 | 0,045 | 0,081 | 4,819 | 10,150 | 9,585 | 0,505 | 0,764 | 0,887 |
| H3.18 | 0,026 | 0,045 | 0,082 | 4,960 | 10,281 | 9,707 | 0,516 | 0,773 | 0,897 |
| H3.19 | 0,026 | 0,045 | 0,082 | 4,960 | 10,281 | 9,707 | 0,516 | 0,773 | 0,897 |
| H3.20 | 0,026 | 0,046 | 0,084 | 5,107 | 10,459 | 10,055 | 0,518 | 0,784 | 0,921 |
| H3.21 | 0,026 | 0,045 | 0,081 | 4,819 | 10,150 | 9,585 | 0,505 | 0,764 | 0,887 |
| H3.22 | 0,026 | 0,045 | 0,081 | 4,819 | 10,150 | 9,585 | 0,505 | 0,764 | 0,887 |

Bu üç bulanık değerlendirme puanları, Denklemler (3.27)- (3.29) kullanılarak net değerlendirme puanlarına ($f_{ia}$, $f_{ia}$, $f_{ia}$) dönüştürülmüştür (Tablo 5.137).

**Tablo 5.137** Su jeti işleri için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama

| **Kısa kod** | $\mathbf{f_{ia}}$ | $\mathbf{f_{ib}}$ | $\mathbf{f_{ic}}$ | $\mathbf{f_i}$ | **Sıralama** |
|---|---|---|---|---|---|
| H3.01 | 0,059 | 10,576 | 0,847 | 4,635 | 1 |
| H3.02 | 0,052 | 8,535 | 0,731 | 3,791 | 7 |
| H3.03 | 0,054 | 9,164 | 0,773 | 4,057 | 2 |
| H3.04 | 0,054 | 8,981 | 0,767 | 3,985 | 3 |
| H3.05 | 0,052 | 8,919 | 0,728 | 3,927 | 5 |
| H3.06 | 0,053 | 8,864 | 0,760 | 3,936 | 4 |
| H3.07 | 0,041 | 6,000 | 0,561 | 2,718 | 22 |
| H3.08 | 0,048 | 7,916 | 0,674 | 3,514 | 21 |
| H3.09 | 0,052 | 8,493 | 0,740 | 3,784 | 8 |
| H3.10 | 0,050 | 8,101 | 0,709 | 3,612 | 16 |
| H3.11 | 0,050 | 8,101 | 0,709 | 3,612 | 17 |
| H3.12 | 0,051 | 8,319 | 0,731 | 3,712 | 9 |
| H3.13 | 0,051 | 8,319 | 0,731 | 3,712 | 10 |
| H3.14 | 0,049 | 8,097 | 0,703 | 3,605 | 18 |
| H3.15 | 0,049 | 8,097 | 0,703 | 3,605 | 19 |

**Tablo 5.137** Su jeti işleri için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama (devamı)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H3.16 | 0,049 | 8,097 | 0,703 | 3,605 | 20 |
| H3.17 | 0,050 | 8,185 | 0,719 | 3,652 | 13 |
| H3.18 | 0,051 | 8,316 | 0,729 | 3,709 | 11 |
| H3.19 | 0,051 | 8,316 | 0,729 | 3,709 | 12 |
| H3.20 | 0,052 | 8,540 | 0,741 | 3,802 | 6 |
| H3.21 | 0,050 | 8,185 | 0,719 | 3,652 | 14 |
| H3.22 | 0,050 | 8,185 | 0,719 | 3,652 | 15 |

**Adım 4. Faaliyetlerin kontrol edilmesi**

Bulanık CoCoSo sonuçlarına göre H3.01 "Su jeti pompası kayış kasnak ve muhafazalarının olmaması" 4.635 puan ile en öncelikli sağlık ve güvenlik çalışmalarını gerektiren kontrol noktası olarak elde edilmiştir. Bu kontrol noktasındaki sağlık ve güvenlik uygulamalarındaki eksiklikler makine ve ekipman arızalanması, yıpranması sonucu maddi hasar, yaralanma, ölüm ile sonuçlanabilecek mesleki riskleri meydana getirebilir. Su jeti işleri için önem sıralaması yapılan kontrol noktalarına yönelik mesleki riskler Tablo 5.138'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.138** Su jeti işleri kontrol noktaları için mesleki riskler

| **Sıra** | **Kontrol noktası** | | **Risk kodu** |
|---|---|---|---|
| 1 | H3.01 | Su jeti pompası kayış kasnak ve muhafazalarının olmaması | R45 |
| 2 | H3.03 | Su jeti pompasında aşırı akış valfi bulunmaması | R20 |
| 3 | H3.04 | Pompa çıkışına bağlanan hortumların çelik çorap içerisine alınmamış olması | R46 |
| 4 | H3.06 | Pompa etrafında güvenli alan oluşturulmaması | R47 |
| 5 | H3.05 | Pompa besleme kablosunun çalışma koşullarına uygun özellikte olmaması | R44 |
| 6 | H3.20 | Yüksek basınç ile çalışırken çalışanların birbirlerine çok yakın çalışmaları, uygun KKD kullanmamaları | R43 |
| 7 | H3.02 | Su jeti pompası elektrik kaçak akım rölesinin bulunmaması | R48 |

**Tablo 5.138** Su jeti işleri kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 8 | H3.09 | Hortumların çalışma basınçlarının düşük olması | R44 |
| 9 | H3.12 | Hortumların paslanması | R44 |
| 10 | H3.13 | Hortumların savrulması | R44 |
| 11 | H3.18 | Tabanca ile çalışırken tabancanın elektrik kablolarına temas ettirilmesi | R34 |
| 12 | H3.19 | Çalışanların iş ile ilgili risk ve tehlikelerden haberdar edilmemesi | R43 |
| 13 | H3.17 | Tabanca bağlantı kısımlarında çelik çorap bulunmaması | R34 |
| 14 | H3.21 | Su jeti sırasında kullanılan aydınlatmaların uygun olmaması | R43 |
| 15 | H3.22 | Su jeti sırasında faaliyete uygun fan kullanılmaması | R43 |
| 16 | H3.10 | Elektrik iletkenliği olmayan hortumların kullanılması | R10 |
| 17 | H3.11 | Hortum ek ve bağlantı noktalarında koruyucu çelik çorap bulunmaması | R44 |
| 18 | H3.14 | Hortumların elektrik kablolarının içinden geçirilmesi | R44 |
| 19 | H3.15 | Tabanca tetiklerinin çalışmaması | R35 |
| 20 | H3.16 | Tabanca gövdesinde zayıf ve delinmiş kısımların bulunması | R35 |
| 21 | H3.08 | Pompa üzerine iniş çıkış sisteminin bulunmaması | R9 |
| 22 | H3.07 | Pompanın hareketli kısımlarının açık olması | R39 |

### 5.2.5.4 Balast İşleri

Balast işleri tehlike kaynağı için yirmi adet kontrol noktası tespit edilmiştir. Tepit edilen kontrol noktalarına dair bilgiler aşağıda sıralanmıştır.

- H4.01: Gemilerin tersaneye alınmadan önce mevcut draftlarının bilinmemesi.
- H4.02: Gemilerin tersaneye alınmadan önce draftlarının tersane deniz derinliğine uygun hale getirilmemesi.
- H4.03: Gemiler tersaneye alınmadan önce uygun draftta olup olmadığının kontrol edilmemesi.
- H4.04: Açıkta bulunan gemilerin uygun olmayan draft ile havuza alınması.
- H4.05: Gemilerin habersiz balast operasyonu yapması.

- H4.06: Gemi tarafından balast operasyonu yapılacak tankların tersane tarafından bilinmemesi.
- H4.07: Gemi tarafından yanlış tanka balast alınması.
- H4.08: Balast operasyonları esnasında balast tanklarında çalışanların bulunması.
- H4.09: Balast operasyonları öncesi diğer tankların valflerinin kontrol edilmemesi ve açık durumda bırakılması.
- H4.10: Balast operasyonları esnasında kule merdiven geçişlerinin kontrol edilmemesi.
- H4.11: Gemi tarafından meyil veya trimde dengesizlik yaratacak şekilde balast operasyonu yapılması.
- H4.12: Gemi tarafından rıhtım üzerine basınç ile balast boşaltılması.
- H4.13: Gemi bordasında duba ile çalışma yapılırken balast operasyonu yapılması.
- H4.14: Gemi bordasında başka bir gemi bağlıyken balast operasyonu yapılması.
- H4.15: Havuzda balast lavra tapalarının tanklar kontrol edilmeden açılması.
- H4.16: Dalış öncesi alınacak balast miktarlarının yanlış hesaplanması.
- H4.17: Havuz sorumlularının bilgisi olmadan dalış öncesi balasta başlanması.
- H4.18: Havuz dalışı esnasında havuz eğimlerinin limit değerleri aşması.
- H4.19: Havuz dalışı öncesi gemiye yanlış miktarlarda balast verilmesi.
- H4.20: Havuz dalışı esnasında yanlış tanklara balast alınması veya balast kaçırılması.

Karar verici uzman ekip tarafından her bir kriter için kontrol noktalarına Tablo 5.139'te bulanık dilsel terimler atanmıştır.

**Tablo 5.139** Balast işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi

| **Kontrol Noktaları** | **KV 1** | | | | **KV 2** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| H4.01 | OD | O | OD | Y | OD | O | O | Y |
| H4.02 | OD | O | OD | Y | OD | ÇY | O | Y |

**Tablo 5.139** Balast işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H4.03 | OD | OY | O | Y | OD | OY | OD | Y |
| H4.04 | OD | Y | D | Y | OD | Y | OD | Y |
| H4.05 | OD | Y | D | Y | OD | Y | D | Y |
| H4.06 | OD | Y | D | ÇY | OD | Y | D | ÇY |
| H4.07 | OD | Y | OD | ÇY | OD | ÇY | OD | ÇY |
| H4.08 | OD | ÇY | OD | ÇY | OD | ÇY | O | ÇY |
| H4.09 | OD | ÇY | OD | ÇY | OD | ÇY | OD | ÇY |
| H4.10 | OD | ÇY | O | Y | OD | ÇY | O | OY |
| H4.11 | OD | ÇY | O | ÇY | OD | ÇY | O | Y |
| H4.12 | OD | Y | O | ÇY | OD | ÇY | OY | Y |
| H4.13 | OD | ÇY | O | ÇY | OD | Y | OY | Y |
| H4.14 | OD | ÇY | O | ÇY | OD | Y | OD | Y |
| H4.15 | OD | Y | O | ÇY | OD | ÇY | O | Y |
| H4.16 | OD | Y | O | ÇY | OD | ÇY | OY | Y |
| H4.17 | OD | ÇY | O | ÇY | OD | ÇY | O | Y |
| H4.18 | OD | ÇY | OD | ÇY | OD | ÇY | O | Y |
| H4.19 | OD | OY | O | ÇY | OD | ÇY | O | Y |
| H4.20 | OD | ÇY | O | ÇY | OD | ÇY | O | Y |
| **Kontrol Noktaları** | **KV 3** | | | | **KV 4** | | | |
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| H4.01 | O | OY | ÇD | Y | O | Y | D | ÇY |
| H4.02 | O | OY | ÇD | Y | O | Y | D | ÇY |
| H4.03 | O | Y | D | Y | O | ÇY | OD | ÇY |
| H4.04 | O | Y | D | Y | O | ÇY | OD | ÇY |
| H4.05 | O | Y | ÇD | Y | O | ÇY | D | ÇY |
| H4.06 | O | OY | D | Y | O | Y | OD | ÇY |
| H4.07 | O | Y | D | Y | O | ÇY | OD | ÇY |

**Tablo 5.139** Balast işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H4.08 | O | Y | ÇD | Y | O | ÇY | D | ÇY |
| H4.09 | O | Y | ÇD | Y | O | ÇY | D | ÇY |
| H4.10 | O | OY | D | Y | O | Y | OD | ÇY |
| H4.11 | O | OY | OD | Y | O | Y | O | ÇY |
| H4.12 | O | O | D | Y | O | OY | OD | ÇY |
| H4.13 | O | OY | D | Y | O | Y | OD | ÇY |
| H4.14 | O | OY | ÇD | Y | O | Y | D | ÇY |
| H4.15 | O | OY | OD | Y | O | Y | O | ÇY |
| H4.16 | O | O | D | Y | O | OY | OD | ÇY |
| H4.17 | O | OY | D | Y | O | Y | OD | ÇY |
| H4.18 | O | O | ÇD | Y | O | OY | D | ÇY |
| H4.19 | O | Y | D | Y | O | ÇY | OD | ÇY |
| H4.20 | O | OY | OD | Y | O | Y | O | ÇY |

**Adım 2. Risklerin analiz edilmesi**

Bu aşamada bulanık CoCoSo adımları uygulanmıştır. Karar verici uzman ekibin dilsel değerlendirmelerine karşılık gelen matrislerin aritmetik ortalaması alınarak başlangıç (toplu) karar matrisi elde edilir (Tablo 5.140). Elde edilen bulanık toplu karar matrisi normalleştirilerek bulanık normalize karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 5.141).

**Tablo 5.140** Balast işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H4.01 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,450 | 0,650 | 0,825 |
| H4.02 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| H4.03 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,650 | 0,825 | 0,950 |
| H4.04 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| H4.05 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| H4.06 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,650 | 0,850 | 0,975 |

**Tablo 5.140** Balast işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H4.07 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| H4.08 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| H4.09 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| H4.10 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| H4.11 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| H4.12 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| H4.13 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| H4.14 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| H4.15 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| H4.16 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| H4.17 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| H4.18 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,650 | 0,800 | 0,900 |
| H4.19 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| H4.20 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| H4.01 | 0,100 | 0,225 | 0,400 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| H4.02 | 0,100 | 0,225 | 0,400 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| H4.03 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| H4.04 | 0,050 | 0,200 | 0,400 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| H4.05 | 0,000 | 0,075 | 0,250 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| H4.06 | 0,025 | 0,150 | 0,350 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| H4.07 | 0,075 | 0,250 | 0,450 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| H4.08 | 0,100 | 0,225 | 0,400 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| H4.09 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| H4.10 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| H4.11 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| H4.12 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| H4.13 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |

**Tablo 5.140** Balast işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H4.14 | 0,100 | 0,225 | 0,400 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| H4.15 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| H4.16 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| H4.17 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| H4.18 | 0,100 | 0,225 | 0,400 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| H4.19 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| H4.20 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |

**Tablo 5.141** Balast işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H4.01 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,318 | 0,636 | 1,000 |
| H4.02 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,182 | 0,409 | 0,727 |
| H4.03 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,091 | 0,318 | 0,636 |
| H4.04 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,000 | 0,136 | 0,455 |
| H4.05 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,000 | 0,136 | 0,455 |
| H4.06 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,045 | 0,273 | 0,636 |
| H4.07 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,000 | 0,091 | 0,364 |
| H4.08 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,000 | 0,045 | 0,273 |
| H4.09 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,000 | 0,045 | 0,273 |
| H4.10 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,045 | 0,182 | 0,455 |
| H4.11 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,045 | 0,182 | 0,455 |
| H4.12 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,182 | 0,409 | 0,727 |
| H4.13 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,045 | 0,227 | 0,545 |
| H4.14 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,045 | 0,227 | 0,545 |
| H4.15 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,045 | 0,227 | 0,545 |
| H4.16 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,182 | 0,409 | 0,727 |
| H4.17 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,045 | 0,182 | 0,455 |
| H4.18 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,182 | 0,364 | 0,636 |

**Tablo 5.141** Balast işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H4.19 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,045 | 0,182 | 0,455 |
| H4.20 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,045 | 0,182 | 0,455 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| H4.01 | 0,385 | 0,654 | 0,846 | 0,167 | 0,750 | 1,000 |
| H4.02 | 0,385 | 0,654 | 0,846 | 0,167 | 0,750 | 1,000 |
| H4.03 | 0,231 | 0,538 | 0,808 | 0,167 | 0,750 | 1,000 |
| H4.04 | 0,385 | 0,692 | 0,923 | 0,167 | 0,750 | 1,000 |
| H4.05 | 0,000 | 0,885 | 1,000 | 0,167 | 0,750 | 1,000 |
| H4.06 | 0,462 | 0,769 | 0,962 | 0,500 | 0,917 | 1,000 |
| H4.07 | 0,308 | 0,615 | 0,885 | 0,500 | 0,917 | 1,000 |
| H4.08 | 0,385 | 0,654 | 0,846 | 0,500 | 0,917 | 1,000 |
| H4.09 | 0,462 | 0,731 | 0,923 | 0,500 | 0,917 | 1,000 |
| H4.10 | 0,154 | 0,462 | 0,731 | 0,000 | 0,583 | 0,917 |
| H4.11 | 0,000 | 0,308 | 0,615 | 0,333 | 0,833 | 1,000 |
| H4.12 | 0,077 | 0,385 | 0,654 | 0,333 | 0,833 | 1,000 |
| H4.13 | 0,077 | 0,385 | 0,654 | 0,333 | 0,833 | 1,000 |
| H4.14 | 0,385 | 0,654 | 0,846 | 0,333 | 0,833 | 1,000 |
| H4.15 | 0,000 | 0,308 | 0,615 | 0,333 | 0,833 | 1,000 |
| H4.16 | 0,077 | 0,385 | 0,654 | 0,333 | 0,833 | 1,000 |
| H4.17 | 0,154 | 0,462 | 0,731 | 0,333 | 0,833 | 1,000 |
| H4.18 | 0,385 | 0,654 | 0,846 | 0,333 | 0,833 | 1,000 |
| H4.19 | 0,154 | 0,462 | 0,731 | 0,333 | 0,833 | 1,000 |
| H4.20 | 0,000 | 0,308 | 0,615 | 0,333 | 0,833 | 1,000 |

Denklem (3.22) ve (3.23) kullanılarak, ağırlıklı karşılaştırma bulanık toplamının ($\tilde{S}_i$) güç ağırlığı ve her kontrol noktası için üstel ağırlıklı karşılaştırmalı dizileri ($\tilde{P}_i$) hesaplandı. Sonuçlar Tablo 5.142' de sunulmaktadır.

**Tablo 5.142** Balast işleri için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı

| Kısa kod | $\tilde{S}_i$ | | | $\tilde{P}_i$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H4.01 | 0,402 | 1,331 | 1,078 | 2,099 | 3,178 | 3,920 |
| H4.02 | 0,339 | 1,212 | 0,998 | 1,991 | 3,015 | 3,783 |
| H4.03 | 0,220 | 1,107 | 0,961 | 1,777 | 2,863 | 3,710 |
| H4.04 | 0,255 | 1,089 | 0,940 | 1,383 | 2,765 | 3,655 |
| H4.05 | 0,064 | 1,186 | 0,962 | 0,619 | 2,874 | 3,694 |
| H4.06 | 0,442 | 1,300 | 1,004 | 2,041 | 3,073 | 3,792 |
| H4.07 | 0,344 | 1,128 | 0,903 | 1,549 | 2,758 | 3,566 |
| H4.08 | 0,382 | 1,123 | 0,865 | 1,595 | 2,696 | 3,468 |
| H4.09 | 0,420 | 1,162 | 0,887 | 1,635 | 2,742 | 3,508 |
| H4.10 | 0,097 | 0,896 | 0,864 | 0,996 | 2,551 | 3,517 |
| H4.11 | 0,149 | 0,970 | 0,854 | 1,150 | 2,600 | 3,480 |
| H4.12 | 0,250 | 1,127 | 0,944 | 1,839 | 2,882 | 3,673 |
| H4.13 | 0,187 | 1,033 | 0,891 | 1,637 | 2,716 | 3,565 |
| H4.14 | 0,340 | 1,168 | 0,945 | 1,915 | 2,905 | 3,675 |
| H4.15 | 0,149 | 0,994 | 0,880 | 1,150 | 2,650 | 3,541 |
| H4.16 | 0,250 | 1,127 | 0,944 | 1,839 | 2,882 | 3,673 |
| H4.17 | 0,225 | 1,047 | 0,886 | 1,741 | 2,724 | 3,550 |
| H4.18 | 0,403 | 1,239 | 0,972 | 2,117 | 3,033 | 3,731 |
| H4.19 | 0,225 | 1,047 | 0,886 | 1,741 | 2,724 | 3,550 |
| H4.20 | 0,149 | 0,970 | 0,854 | 1,150 | 2,600 | 3,480 |

### Adım 3. Risk değerlendirmesi

Denklemler (3.24)- (3.26) kullanılarak, her kontrol noktası için üç bulanık değerlendirme puanı ($\tilde{f}_{ia}$, $\tilde{f}_{ib}$ , $\tilde{f}_{ic}$) elde edilmiştir. Değerlendirme puanları Tablo 5.143'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.143** Balast işleri için BCoCoSo değerlendirme puanları

| Kısa kod | $\tilde{f}_{ia}$ | | | $\tilde{f}_{ib}$ | | | $\tilde{f}_{ic}$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H4.01 | 0,027 | 0,057 | 0,134 | 9,694 | 25,987 | 23,221 | 0,500 | 0,902 | 1,000 |
| H4.02 | 0,026 | 0,054 | 0,128 | 8,529 | 23,865 | 21,752 | 0,466 | 0,846 | 0,957 |
| H4.03 | 0,022 | 0,051 | 0,125 | 6,327 | 21,968 | 21,049 | 0,400 | 0,794 | 0,935 |
| H4.04 | 0,018 | 0,049 | 0,123 | 6,224 | 21,533 | 20,635 | 0,328 | 0,771 | 0,919 |
| H4.05 | 0,007 | 0,052 | 0,125 | 2,000 | 23,221 | 21,037 | 0,137 | 0,812 | 0,931 |
| H4.06 | 0,027 | 0,056 | 0,129 | 10,215 | 25,327 | 21,857 | 0,497 | 0,875 | 0,959 |
| H4.07 | 0,021 | 0,050 | 0,120 | 7,894 | 22,122 | 19,907 | 0,379 | 0,777 | 0,894 |
| H4.08 | 0,022 | 0,049 | 0,116 | 8,567 | 21,952 | 19,162 | 0,396 | 0,764 | 0,867 |
| H4.09 | 0,023 | 0,050 | 0,118 | 9,229 | 22,632 | 19,567 | 0,411 | 0,781 | 0,879 |
| H4.10 | 0,012 | 0,044 | 0,118 | 3,137 | 18,167 | 19,216 | 0,219 | 0,690 | 0,876 |
| H4.11 | 0,014 | 0,045 | 0,116 | 4,190 | 19,401 | 18,997 | 0,260 | 0,714 | 0,867 |
| H4.12 | 0,023 | 0,051 | 0,124 | 6,892 | 22,320 | 20,726 | 0,418 | 0,802 | 0,924 |
| H4.13 | 0,020 | 0,048 | 0,120 | 5,574 | 20,566 | 19,720 | 0,365 | 0,750 | 0,891 |
| H4.14 | 0,025 | 0,052 | 0,124 | 8,414 | 22,988 | 20,746 | 0,451 | 0,815 | 0,924 |
| H4.15 | 0,014 | 0,046 | 0,119 | 4,190 | 19,855 | 19,512 | 0,260 | 0,729 | 0,885 |
| H4.16 | 0,023 | 0,051 | 0,124 | 6,892 | 22,320 | 20,726 | 0,418 | 0,802 | 0,924 |
| H4.17 | 0,022 | 0,048 | 0,119 | 6,341 | 20,813 | 19,618 | 0,393 | 0,755 | 0,887 |
| H4.18 | 0,028 | 0,054 | 0,126 | 9,733 | 24,311 | 21,252 | 0,504 | 0,855 | 0,941 |
| H4.19 | 0,022 | 0,048 | 0,119 | 6,341 | 20,813 | 19,618 | 0,393 | 0,755 | 0,887 |
| H4.20 | 0,014 | 0,045 | 0,116 | 4,190 | 19,401 | 18,997 | 0,260 | 0,714 | 0,867 |

Bu üç bulanık değerlendirme puanları, Denklemler (3.27)- (3.29) kullanılarak net değerlendirme puanlarına ($f_{ia}$, $f_{ia}$, $f_{ia}$) dönüştürülmüştür (Tablo 5.144).

**Tablo 5.144** Balast işleri için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama

| Kısa kod | $f_{ia}$ | $f_{ib}$ | $f_{ic}$ | $f_i$ | Sıralama |
|---|---|---|---|---|---|
| H4.01 | 0,073 | 19,634 | 0,801 | 7,883 | 1 |
| H4.02 | 0,069 | 18,048 | 0,756 | 7,273 | 4 |
| H4.03 | 0,066 | 16,448 | 0,710 | 6,658 | 10 |
| H4.04 | 0,063 | 16,131 | 0,673 | 6,505 | 12 |
| H4.05 | 0,061 | 15,419 | 0,627 | 6,209 | 15 |
| H4.06 | 0,071 | 19,133 | 0,777 | 7,676 | 2 |
| H4.07 | 0,063 | 16,641 | 0,683 | 6,693 | 9 |
| H4.08 | 0,062 | 16,560 | 0,676 | 6,652 | 11 |
| H4.09 | 0,063 | 17,143 | 0,691 | 6,874 | 6 |
| H4.10 | 0,058 | 13,506 | 0,595 | 5,494 | 20 |
| H4.11 | 0,059 | 14,196 | 0,614 | 5,756 | 18 |
| H4.12 | 0,066 | 16,646 | 0,715 | 6,731 | 7 |
| H4.13 | 0,062 | 15,287 | 0,669 | 6,200 | 16 |
| H4.14 | 0,067 | 17,383 | 0,730 | 7,007 | 5 |
| H4.15 | 0,060 | 14,519 | 0,625 | 5,883 | 17 |
| H4.16 | 0,066 | 16,646 | 0,715 | 6,731 | 8 |
| H4.17 | 0,063 | 15,591 | 0,679 | 6,317 | 13 |
| H4.18 | 0,069 | 18,432 | 0,767 | 7,416 | 3 |
| H4.19 | 0,063 | 15,591 | 0,679 | 6,317 | 14 |
| H4.20 | 0,059 | 14,196 | 0,614 | 5,756 | 19 |

**Adım 4. Faaliyetlerin kontrol edilmesi**

Bulanık CoCoSo sonuçlarına göre H4.01 “Gemilerin tersaneye alınmadan önce mevcut draftlarının bilinmemesi.” 7.883 puan ile en öncelikli sağlık ve güvenlik çalışmalarını gerektiren kontrol noktası olarak elde edilmiştir. Bu kontrol noktasındaki sağlık ve güvenlik uygulamalarındaki eksiklikler geminin karaya çarpması ve oturması sonucu maddi hasar, yaralanma, ölüm ile sonuçlanabilecek

mesleki riskleri meydana getirebilir. Balast işleri için önem sıralaması yapılan kontrol noktalarına yönelik mesleki riskler Tablo 5.145'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.145** Balast işleri kontrol noktaları için mesleki riskler

| Sıra | Kontrol noktası | | Risk kodu |
|---|---|---|---|
| 1 | H4.01 | Gemilerin tersaneye alınmadan önce mevcut draftlarının bilinmemesi. | R49 |
| 2 | H4.06 | Gemi tarafından balast operasyonu yapılacak tankların tersane tarafından bilinmemesi. | R17 |
| 3 | H4.18 | Havuz dalışı esnasında havuz eğimlerinin limit değerleri aşması. | R17 |
| 4 | H4.02 | Gemilerin tersaneye alınmadan önce draftlarının tersane deniz derinliğine uygun hale getirilmemesi. | R49 |
| 5 | H4.14 | Gemi bordasında başka bir gemi bağlıyken balast operasyonu yapılması. | R17 |
| 6 | H4.09 | Balast operasyonları öncesi diğer tankların valflerinin kontrol edilmemesi ve açık durumda bırakılması. | R8 |
| 7 | H4.12 | Gemi tarafından rıhtım üzerine basınç ile balast boşaltılması. | R17 |
| 8 | H4.16 | Dalış öncesi alınacak balast miktarlarının yanlış hesaplanması. | R17 |
| 9 | H4.07 | Gemi tarafından yanlış tanka balast alınması. | R8 |
| 10 | H4.03 | Gemiler tersaneye alınmadan önce uygun draftta olup olmadığının kontrol edilmemesi. | R49 |
| 11 | H4.08 | Balast operasyonları esnasında balast tanklarında çalışanların bulunması. | R8 |
| 12 | H4.04 | Açıkta bulunan gemilerin uygun olmayan draft ile havuza alınması. | R17 |
| 13 | H4.17 | Havuz sorumlularının bilgisi olmadan dalış öncesi balasta başlanması. | R17 |
| 14 | H4.19 | Havuz dalışı öncesi gemiye yanlış miktarlarda balast verilmesi. | R17 |
| 15 | H4.05 | Gemilerin habersiz balast operasyonu yapması. | R17 |
| 16 | H4.13 | Gemi bordasında duba ile çalışma yapılırken balast operasyonu yapılması. | R17 |
| 17 | H4.15 | Havuzda balast lavra tapalarının tanklar kontrol edilmeden açılması. | R16 |
| 18 | H4.11 | Gemi tarafından meyil veya trimde dengesizlik yaratacak şekilde balast operasyonu yapılması. | R9 |
| 19 | H4.20 | Havuz dalışı esnasında yanlış tanklara balast alınması veya balast kaçırılması. | R17 |

**Tablo 5.145** Balast işleri kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 20 | H4.10 | Balast operasyonları esnasında kule merdiven geçişlerinin kontrol edilmemesi. | R9 |

### 5.2.5.5 Boya İşleri

Boya işleri tehlike kaynağı için yirmi adet kontrol noktası tespit edilmiştir. Tepit edilen kontrol noktalarına dair bilgiler aşağıda sıralanmıştır.

- H5.01: Pompa periyodik bakım ve temizliğinin yapılmaması.
- H5.02: Pompa koruyucu brandasının bulunmaması.
- H5.03: Pompa transfer mapasının olmaması.
- H5.04: Pompanın toprak bağlantısının bulunmaması.
- H5.05: Pompa üzerinde bulunan tahliye valflerinin çalışmaması.
- H5.06: Pompa üzerinde bulunan hava ve sıvı transfer valflerinin çalışmaması.
- H5.07: Pompa üzeribe filtre takılmaması.
- H5.08: Pompa akışkan emme borusuna süzgeç takılmaması.
- H5.09: Pompa çıkış ve hortum bağlantı civatalarının gevşemiş olması.
- H5.10: Pompa tabanının iletken yüzeyden yalıtılması.
- H5.11: Pompa basınç tahliyesinin bilinmemesi.
- H5.12: Pompa elemanlarının elektrik iletkenliğinin olmaması.
- H5.13: Boyacıların periyodik sağlık muayenelerinin yapılmaması.
- H5.14: Boya personelinin mesleki yeterlilik sertifikasının bulunmaması.
- H5.15: Boya yapılan kapalı alanlarda iştirakli boru devrelerinin bulunması.
- H5.16: Boya yapılan kapalı alanların çevre perdelerinde sıcak çalışma yapılması.
- H5.17: Kapalı alanlarda boya yapılırken sürekli olarak gaz ölçümü alınmaması.
- H5.18: Çalışanların uygun KKD' leri kullanmaması.
- H5.19: Boya ve solvent kutularının doldurulduğu kapların markalanmaması.
- H5.20: Exproof aydınlatma armatürlerinin kullanılmaması.

Karar verici uzman ekip tarafından her bir kriter için kontrol noktalarına Tablo 5.146'da bulanık dilsel terimler atanmıştır.

**Tablo 5.146** Boya işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi

| **Kontrol Noktaları** | **KV 1** | | | | **KV 2** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| H5.01 | OY | Y | O | ÇY | O | OY | OY | Y |
| H5.02 | OY | Y | O | ÇY | D | Y | OY | ÇY |
| H5.03 | OD | O | OD | OY | OD | O | O | Y |
| H5.04 | O | OY | O | ÇY | Y | O | O | ÇY |
| H5.05 | OD | O | O | ÇY | OD | O | OY | Y |
| H5.06 | Y | O | OD | ÇY | O | OY | O | ÇY |
| H5.07 | Y | O | Y | ÇY | ÇY | OD | O | ÇY |
| H5.08 | Y | O | Y | ÇY | ÇY | O | O | ÇY |
| H5.09 | OY | Y | Y | ÇY | OY | Y | O | ÇY |
| H5.10 | OY | Y | Y | Y | OY | Y | O | ÇY |
| H5.11 | OD | O | Y | ÇY | OD | O | O | ÇY |
| H5.12 | OD | O | OD | ÇY | OD | O | O | ÇY |
| H5.13 | OD | O | O | OY | OD | O | OY | Y |
| H5.14 | O | OY | OD | ÇY | OY | Y | O | ÇY |
| H5.15 | OD | O | OY | ÇY | OD | O | OY | ÇY |
| H5.16 | OD | O | ÇY | ÇY | O | OY | ÇY | Y |
| H5.17 | O | OY | O | OY | O | O | Y | Y |
| H5.18 | O | O | O | ÇY | O | OY | O | Y |
| H5.19 | O | OY | OD | OY | O | OY | O | ÇY |
| H5.20 | O | OY | O | OY | O | OY | OY | Y |
| **Kontrol Noktaları** | **KV 3** | | | | **KV 4** | | | |
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| H5.01 | OD | O | Y | ÇY | OY | Y | Y | OY |

**Tablo 5.146** Boya işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H5.02 | O | OY | Y | Y | OD | O | Y | OY |
| H5.03 | O | OY | OY | ÇY | O | OY | Y | ÇY |
| H5.04 | OY | Y | OY | ÇY | Y | O | OY | ÇY |
| H5.05 | O | OY | Y | Y | O | OY | ÇY | ÇY |
| H5.06 | OY | Y | OY | ÇY | OY | Y | Y | ÇY |
| H5.07 | ÇY | OY | OY | OY | ÇY | OY | Y | ÇY |
| H5.08 | ÇY | OY | OY | ÇY | ÇY | Y | Y | ÇY |
| H5.09 | Y | OY | OY | ÇY | Y | OY | Y | ÇY |
| H5.10 | Y | OY | OY | ÇY | Y | OY | Y | ÇY |
| H5.11 | OY | Y | OY | ÇY | O | OY | Y | ÇY |
| H5.12 | O | OY | OY | ÇY | O | OY | OY | ÇY |
| H5.13 | O | OY | Y | ÇY | O | OY | Y | ÇY |
| H5.14 | OD | O | OY | ÇY | OD | O | OY | ÇY |
| H5.15 | O | OY | O | ÇY | O | OY | O | ÇY |
| H5.16 | OY | Y | OY | ÇY | OY | Y | Y | ÇY |
| H5.17 | OY | Y | OY | ÇY | OY | Y | Y | ÇY |
| H5.18 | OY | Y | OY | Y | OY | Y | Y | ÇY |
| H5.19 | OY | Y | OY | Y | OY | ÇY | Y | ÇY |
| H5.20 | OY | Y | Y | ÇY | OY | Y | OD | Y |

**Adım 2. Risklerin analiz edilmesi**

Bu aşamada bulanık CoCoSo adımları uygulanmıştır. Karar verici uzman ekibin dilsel değerlendirmelerine karşılık gelen matrislerin aritmetik ortalaması alınarak başlangıç (toplu) karar matrisi elde edilir (Tablo 5.147). Elde edilen bulanık toplu karar matrisi normalleştirilerek bulanık normalize karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 5.148).

**Tablo 5.147** Boya işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi

| Kısa kod | KS | | | O | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H5.01 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| H5.02 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| H5.03 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| H5.04 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,450 | 0,650 | 0,825 |
| H5.05 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| H5.06 | 0,500 | 0,700 | 0,875 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| H5.07 | 0,850 | 0,975 | 1,000 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| H5.08 | 0,850 | 0,975 | 1,000 | 0,450 | 0,650 | 0,825 |
| H5.09 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| H5.10 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| H5.11 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,450 | 0,650 | 0,825 |
| H5.12 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| H5.13 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| H5.14 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,450 | 0,650 | 0,825 |
| H5.15 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| H5.16 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| H5.17 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| H5.18 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| H5.19 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,650 | 0,825 | 0,950 |
| H5.20 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| H5.01 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| H5.02 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| H5.03 | 0,400 | 0,600 | 0,775 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| H5.04 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,900 | 1,000 | 1,000 |
| H5.05 | 0,600 | 0,775 | 0,900 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| H5.06 | 0,400 | 0,600 | 0,775 | 0,900 | 1,000 | 1,000 |

**Tablo 5.147** Boya işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H5.07 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,575 | 0,675 | 0,725 |
| H5.08 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,900 | 1,000 | 1,000 |
| H5.09 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,900 | 1,000 | 1,000 |
| H5.10 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| H5.11 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,900 | 1,000 | 1,000 |
| H5.12 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 1,000 | 1,000 |
| H5.13 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| H5.14 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 1,000 | 1,000 |
| H5.15 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,900 | 1,000 | 1,000 |
| H5.16 | 0,750 | 0,900 | 0,975 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| H5.17 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| H5.18 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| H5.19 | 0,400 | 0,600 | 0,775 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| H5.20 | 0,400 | 0,600 | 0,775 | 0,650 | 0,825 | 0,950 |

**Tablo 5.148** Boya işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H5.01 | 0,188 | 0,438 | 0,688 | 0,083 | 0,333 | 0,667 |
| H5.02 | 0,031 | 0,250 | 0,500 | 0,083 | 0,333 | 0,667 |
| H5.03 | 0,000 | 0,250 | 0,500 | 0,250 | 0,583 | 0,917 |
| H5.04 | 0,438 | 0,688 | 0,875 | 0,208 | 0,500 | 0,833 |
| H5.05 | 0,000 | 0,250 | 0,500 | 0,250 | 0,583 | 0,917 |
| H5.06 | 0,375 | 0,625 | 0,844 | 0,083 | 0,333 | 0,667 |
| H5.07 | 0,813 | 0,969 | 1,000 | 0,333 | 0,667 | 1,000 |
| H5.08 | 0,813 | 0,969 | 1,000 | 0,208 | 0,500 | 0,833 |
| H5.09 | 0,500 | 0,750 | 0,938 | 0,000 | 0,250 | 0,583 |
| H5.10 | 0,500 | 0,750 | 0,938 | 0,000 | 0,250 | 0,583 |
| H5.11 | 0,063 | 0,313 | 0,563 | 0,208 | 0,500 | 0,833 |

**Tablo 5.148** Boya işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H5.12 | 0,000 | 0,250 | 0,500 | 0,250 | 0,583 | 0,917 |
| H5.13 | 0,000 | 0,250 | 0,500 | 0,250 | 0,583 | 0,917 |
| H5.14 | 0,063 | 0,313 | 0,563 | 0,208 | 0,500 | 0,833 |
| H5.15 | 0,000 | 0,250 | 0,500 | 0,250 | 0,583 | 0,917 |
| H5.16 | 0,188 | 0,438 | 0,688 | 0,083 | 0,333 | 0,667 |
| H5.17 | 0,250 | 0,500 | 0,750 | 0,083 | 0,333 | 0,667 |
| H5.18 | 0,250 | 0,500 | 0,750 | 0,083 | 0,333 | 0,667 |
| H5.19 | 0,250 | 0,500 | 0,750 | 0,000 | 0,208 | 0,500 |
| H5.20 | 0,250 | 0,500 | 0,750 | 0,000 | 0,250 | 0,583 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| H5.01 | 0,120 | 0,360 | 0,680 | 0,412 | 0,765 | 0,941 |
| H5.02 | 0,120 | 0,360 | 0,680 | 0,412 | 0,765 | 0,941 |
| H5.03 | 0,320 | 0,600 | 0,920 | 0,412 | 0,765 | 0,941 |
| H5.04 | 0,280 | 0,600 | 0,920 | 0,765 | 1,000 | 1,000 |
| H5.05 | 0,120 | 0,320 | 0,600 | 0,529 | 0,882 | 1,000 |
| H5.06 | 0,320 | 0,600 | 0,920 | 0,765 | 1,000 | 1,000 |
| H5.07 | 0,120 | 0,360 | 0,680 | 0,000 | 0,235 | 0,353 |
| H5.08 | 0,120 | 0,360 | 0,680 | 0,765 | 1,000 | 1,000 |
| H5.09 | 0,120 | 0,360 | 0,680 | 0,765 | 1,000 | 1,000 |
| H5.10 | 0,120 | 0,360 | 0,680 | 0,647 | 0,941 | 1,000 |
| H5.11 | 0,120 | 0,360 | 0,680 | 0,765 | 1,000 | 1,000 |
| H5.12 | 0,360 | 0,680 | 1,000 | 0,765 | 1,000 | 1,000 |
| H5.13 | 0,120 | 0,360 | 0,680 | 0,412 | 0,765 | 0,941 |
| H5.14 | 0,360 | 0,680 | 1,000 | 0,765 | 1,000 | 1,000 |
| H5.15 | 0,280 | 0,600 | 0,920 | 0,765 | 1,000 | 1,000 |
| H5.16 | 0,000 | 0,120 | 0,360 | 0,647 | 0,941 | 1,000 |
| H5.17 | 0,120 | 0,360 | 0,680 | 0,412 | 0,765 | 0,941 |
| H5.18 | 0,240 | 0,520 | 0,840 | 0,529 | 0,882 | 1,000 |

**Tablo 5.148** Boya işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H5.19 | 0,320 | 0,600 | 0,920 | 0,412 | 0,765 | 0,941 |
| H5.20 | 0,320 | 0,600 | 0,920 | 0,176 | 0,588 | 0,882 |

Denklem (3.22) ve (3.23) kullanılarak, ağırlıklı karşılaştırma bulanık toplamının ($\tilde{S}_i$) güç ağırlığı ve her kontrol noktası için üstel ağırlıklı karşılaştırmalı dizileri ($\tilde{P}_i$) hesaplandı. Sonuçlar Tablo 5.149' da sunulmaktadır.

**Tablo 5.149** Boya işleri için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı

| **Kısa kod** | $\tilde{S}_i$ | | | $\tilde{P}_i$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H5.01 | 0,362 | 1,007 | 0,830 | 2,449 | 2,711 | 3,441 |
| H5.02 | 0,274 | 0,925 | 0,778 | 2,202 | 2,560 | 3,307 |
| H5.03 | 0,432 | 1,176 | 0,918 | 2,181 | 2,926 | 3,573 |
| H5.04 | 0,776 | 1,465 | 1,015 | 3,056 | 3,320 | 3,806 |
| H5.05 | 0,378 | 1,107 | 0,844 | 2,062 | 2,793 | 3,413 |
| H5.06 | 0,702 | 1,351 | 0,957 | 2,901 | 3,152 | 3,696 |
| H5.07 | 0,673 | 1,092 | 0,858 | 2,220 | 2,812 | 3,497 |
| H5.08 | 0,908 | 1,467 | 0,982 | 3,058 | 3,281 | 3,745 |
| H5.09 | 0,635 | 1,241 | 0,892 | 2,305 | 2,966 | 3,569 |
| H5.10 | 0,590 | 1,206 | 0,892 | 2,265 | 2,930 | 3,569 |
| H5.11 | 0,484 | 1,182 | 0,860 | 2,574 | 2,898 | 3,467 |
| H5.12 | 0,587 | 1,359 | 0,957 | 2,348 | 3,126 | 3,636 |
| H5.13 | 0,333 | 1,056 | 0,851 | 2,007 | 2,751 | 3,439 |
| H5.14 | 0,603 | 1,342 | 0,950 | 2,774 | 3,123 | 3,641 |
| H5.15 | 0,548 | 1,318 | 0,934 | 2,297 | 3,076 | 3,596 |
| H5.16 | 0,392 | 0,993 | 0,756 | 2,000 | 2,571 | 3,240 |
| H5.17 | 0,397 | 1,034 | 0,848 | 2,502 | 2,752 | 3,481 |
| H5.18 | 0,502 | 1,185 | 0,909 | 2,675 | 2,951 | 3,596 |
| H5.19 | 0,458 | 1,089 | 0,867 | 2,193 | 2,805 | 3,511 |
| H5.20 | 0,368 | 1,004 | 0,875 | 2,033 | 2,724 | 3,541 |

**Adım 3. Risk değerlendirmesi**

Denklemler (3.24)- (3.26) kullanılarak, her kontrol noktası için üç bulanık değerlendirme puanı ($\tilde{f}_{ia}$, $\tilde{f}_{ib}$ , $\tilde{f}_{ic}$) elde edilmiştir. Değerlendirme puanları Tablo 5.150'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.150** Boya işleri için BCoCoSo değerlendirme puanları

| **Kısa kod** | $\tilde{f}_{ia}$ | | | $\tilde{f}_{ib}$ | | | $\tilde{f}_{ic}$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H5.01 | 0,032 | 0,045 | 0,073 | 2,548 | 5,036 | 4,757 | 0,583 | 0,771 | 0,886 |
| H5.02 | 0,028 | 0,043 | 0,070 | 2,101 | 4,663 | 4,498 | 0,514 | 0,723 | 0,847 |
| H5.03 | 0,030 | 0,050 | 0,077 | 2,672 | 5,764 | 5,144 | 0,542 | 0,851 | 0,932 |
| H5.04 | 0,043 | 0,058 | 0,082 | 4,363 | 7,017 | 5,613 | 0,795 | 0,993 | 1,000 |
| H5.05 | 0,028 | 0,048 | 0,073 | 2,414 | 5,443 | 4,793 | 0,506 | 0,809 | 0,883 |
| H5.06 | 0,041 | 0,055 | 0,080 | 4,017 | 6,516 | 5,349 | 0,747 | 0,934 | 0,965 |
| H5.07 | 0,033 | 0,048 | 0,074 | 3,571 | 5,399 | 4,884 | 0,600 | 0,810 | 0,903 |
| H5.08 | 0,045 | 0,058 | 0,081 | 4,849 | 7,004 | 5,464 | 0,823 | 0,985 | 0,981 |
| H5.09 | 0,033 | 0,051 | 0,076 | 3,474 | 6,022 | 5,045 | 0,610 | 0,873 | 0,925 |
| H5.10 | 0,032 | 0,051 | 0,076 | 3,289 | 5,874 | 5,045 | 0,592 | 0,858 | 0,925 |
| H5.11 | 0,035 | 0,050 | 0,074 | 3,058 | 5,769 | 4,877 | 0,635 | 0,846 | 0,898 |
| H5.12 | 0,033 | 0,055 | 0,079 | 3,322 | 6,530 | 5,316 | 0,609 | 0,930 | 0,953 |
| H5.13 | 0,026 | 0,047 | 0,073 | 2,222 | 5,236 | 4,831 | 0,485 | 0,790 | 0,890 |
| H5.14 | 0,038 | 0,055 | 0,078 | 3,593 | 6,469 | 5,293 | 0,701 | 0,926 | 0,952 |
| H5.15 | 0,032 | 0,054 | 0,077 | 3,151 | 6,358 | 5,213 | 0,590 | 0,912 | 0,940 |
| H5.16 | 0,027 | 0,044 | 0,068 | 2,435 | 4,916 | 4,385 | 0,496 | 0,739 | 0,829 |
| H5.17 | 0,033 | 0,046 | 0,074 | 2,703 | 5,157 | 4,841 | 0,601 | 0,786 | 0,898 |
| H5.18 | 0,036 | 0,051 | 0,077 | 3,172 | 5,809 | 5,120 | 0,659 | 0,858 | 0,934 |
| H5.19 | 0,030 | 0,048 | 0,075 | 2,770 | 5,385 | 4,925 | 0,550 | 0,808 | 0,908 |
| H5.20 | 0,027 | 0,046 | 0,075 | 2,360 | 5,034 | 4,971 | 0,498 | 0,774 | 0,916 |

Bu üç bulanık değerlendirme puanları, Denklemler (3.27)- (3.29) kullanılarak net değerlendirme puanlarına ($f_{ia}$, $f_{ia}$, $f_{ia}$) dönüştürülmüştür (Tablo 5.151).

**Tablo 5.151** Boya işleri için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama

| Kısa kod | $f_{ia}$ | $f_{ib}$ | $f_{ic}$ | $f_i$ | Sıralama |
|---|---|---|---|---|---|
| H5.01 | 0,050 | 4,114 | 0,747 | 2,173 | 16 |
| H5.02 | 0,047 | 3,754 | 0,695 | 1,995 | 20 |
| H5.03 | 0,052 | 4,526 | 0,775 | 2,352 | 12 |
| H5.04 | 0,061 | 5,664 | 0,929 | 2,904 | 2 |
| H5.05 | 0,049 | 4,217 | 0,733 | 2,200 | 15 |
| H5.06 | 0,058 | 5,294 | 0,882 | 2,727 | 3 |
| H5.07 | 0,052 | 4,618 | 0,771 | 2,382 | 10 |
| H5.08 | 0,061 | 5,772 | 0,929 | 2,944 | 1 |
| H5.09 | 0,054 | 4,847 | 0,803 | 2,494 | 7 |
| H5.10 | 0,053 | 4,736 | 0,792 | 2,444 | 9 |
| H5.11 | 0,053 | 4,568 | 0,793 | 2,381 | 11 |
| H5.12 | 0,055 | 5,056 | 0,831 | 2,596 | 5 |
| H5.13 | 0,049 | 4,096 | 0,722 | 2,146 | 18 |
| H5.14 | 0,057 | 5,118 | 0,860 | 2,643 | 4 |
| H5.15 | 0,054 | 4,907 | 0,814 | 2,526 | 6 |
| H5.16 | 0,046 | 3,912 | 0,688 | 2,048 | 19 |
| H5.17 | 0,051 | 4,234 | 0,762 | 2,230 | 14 |
| H5.18 | 0,054 | 4,700 | 0,817 | 2,451 | 8 |
| H5.19 | 0,051 | 4,360 | 0,755 | 2,273 | 13 |
| H5.20 | 0,049 | 4,122 | 0,729 | 2,163 | 17 |

### Adım 4. Faaliyetlerin kontrol edilmesi

Bulanık CoCoSo sonuçlarına göre H5.08 “Pompa akışkan emme borusuna süzgeç takılmaması” 2.944 puan ile en öncelikli sağlık ve güvenlik çalışmalarını gerektiren kontrol noktası olarak elde edilmiştir. Bu kontrol noktasındaki sağlık ve güvenlik uygulamalarındaki eksiklikler kimyasal maddelere maruziyet, yangın ve patlama sonucu yaralanma, ölüm ile sonuçlanabilecek mesleki riskleri meydana getirebilir.

Boya işleri için önem sıralaması yapılan kontrol noktalarına yönelik mesleki riskler Tablo 5.152'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.152** Boya işleri kontrol noktaları için mesleki riskler

| Sıra | Kontrol noktası | | Risk kodu |
|---|---|---|---|
| 1 | H5.08 | Pompa akışkan emme borusuna süzgeç takılmaması | R50 |
| 2 | H5.04 | Pompanın toprak bağlantısının bulunmaması | R10 |
| 3 | H5.06 | Pompa üzerinde bulunan hava ve sıvı transfer valflerinin çalışmaması | R50 |
| 4 | H5.14 | Boya personelinin mesleki yeterlilik sertifikasının bulunmaması | R50 |
| 5 | H5.12 | Pompa elemanlarının elektrik iletkenliğinin olmaması | R10 |
| 6 | H5.15 | Boya yapılan kapalı alanlarda iştirakli boru devrelerinin bulunması | R50 |
| 7 | H5.09 | Pompa çıkış ve hortum bağlantı civatalarının gevşemiş olması | R50 |
| 8 | H5.18 | Çalışanların uygun KKD leri kullanmaması | R50 |
| 9 | H5.10 | Pompa tabanının iletken yüzeyden yalıtılması | R50 |
| 10 | H5.07 | Pompa üzeribe filtre takılmaması | R50 |
| 11 | H5.11 | Pompa basınç tahliyesinin bilinmemesi | R50 |
| 12 | H5.03 | Pompa transfer mapasının olmaması | R50 |
| 13 | H5.19 | Boya ve solvent kutularının doldurulduğu kapların markalanmaması | R50 |
| 14 | H5.17 | Kapalı alanlarda boya yapılırken sürekli olarak gaz ölçümü alınmaması | R50 |
| 15 | H5.05 | Pompa üzerinde bulunan tahliye valflerinin çalışmaması | R50 |
| 16 | H5.01 | Pompa periyodik bakım ve temizliğinin yapılmaması | R50 |
| 17 | H5.20 | Exproof aydınlatma armatürlerinin kullanılmaması | R50 |
| 18 | H5.13 | Boyacıların periyodik sağlık muayenelerinin yapılmaması | R50 |
| 19 | H5.16 | Boya yapılan kapalı alanların çevre perdelerinde sıcak çalışma yapılması | R50 |
| 20 | H5.02 | Pompa koruyucu brandasının bulunmaması | R50 |

### 5.2.5.6 Raspa İşleri

Raspa işleri tehlike kaynağı için yirmibeş adet kontrol noktası tespit edilmiştir. Tepit edilen kontrol noktalarına dair bilgiler aşağıda sıralanmıştır.

- H6.01: Yüksek rüzgâr şiddetlerinde personelin vinçler ile transfer edilmesi.
- H6.02: İskelelerin transferi sırasında yönlendirme halatlarının bulunmaması.
- H6.03: İskelelerin kullanım öncesi asgari 1000 kg ile test edilmemesi.
- H6.04: İskelelerde çalışanların emniyet kemeri kullanmaması.
- H6.05: Hızı 5 m/sn'den büyük vinçler ile transfer yapılması.
- H6.06: Rüzgâr hızının 7 m/sn'den yüksek olduğu hava koşullarında transfer yapılması.
- H6.07: Gritin rüzgâr etkisi ile savrulması.
- H6.08: Gritin tehlike ve risklerinden çalışanların bilgilendirilmemesi.
- H6.09: Grit tozunun solunması.
- H6.10: Gritin özgül ağırlığının çalışanlar tarafından bilinmemesi.
- H6.11: Grit taşımada kullanılan big bag torbaların standartlara uygun olmaması.
- H6.12: Gritin big bag torbalarının taşıma şeklinin bilinmemesi.
- H6.13: Grit siloları ve torbalarından arta kalan malzemelerin gelişi güzel boşaltılması.
- H6.14: Kazanların ve raspa donanımlarının transferi sırasında ip halat ve sapan kullanılması.
- H6.15: Raspa öncesi vinç sapanlarının 4lü korumaya alınmaması.
- H6.16: Raspa sırasında üç aylık, yıllık bakım ve testleri yapılmamış vinçlerin kullanılması.
- H6.17: Yoğun toz nedeni ile yürüme yollarının görünmemesi.
- H6.18: Yürüme yollarından geçen personelin koruyucu gözlük kullanmaması.
- H6.19: Havuz güverteleri üzerinde temizlik yapılırken grit atıkları ve poşetli atıkların havuz içerisine atılması.
- H6.20: Basınçlı hava boru devreleri ve bağlantı elemanlarının yılda bir kez max çalışma basıncının 1,5 katı ile test edilmemesi.

- H6.21: Tüm hava devrelerinin gri (RAL 7001) renge boyanmamış olması.
- H6.22 Boru devreleri üzerinde çalışma basıncının ve akış yönünün markalanmamış olması.
- H6.23: Basınçlı hava kullanılmaya başlanmadan önce her sabah bakım ekibi tarafından borular içerisinde birikmiş olan su ve yağ tahliyesinin yapılmamış olması.
- H6.24: Personelin hava ihtiyacı için kullandıkları havayı taşıyan hortum girişlerinde yağı, su, toz ve partikülleri tutan separetör ve konsasetörlerin bulunmaması.
- H6.25: Hava tahliyesi sırasında el, kol ve vücut aksamlarının hava çıkış yönüne doğru uzatılması.

Karar verici uzman ekip tarafından her bir kriter için kontrol noktalarına Tablo 5.153'te bulanık dilsel terimler atanmıştır.

**Tablo 5.153** Raspa işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi

| **Kontrol Noktaları** | **KV 1** | | | | **KV 2** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| H6.01 | O | O | O | O | O | O | O | O |
| H6.02 | O | Y | O | OY | O | Y | O | OY |
| H6.03 | O | O | O | O | O | OY | O | O |
| H6.04 | O | O | O | O | O | O | O | O |
| H6.05 | O | O | O | OY | O | O | O | ÇY |
| H6.06 | O | O | O | Y | O | O | O | ÇY |
| H6.07 | O | OD | O | ÇY | O | Y | O | ÇY |
| H6.08 | O | OD | O | ÇY | O | Y | O | ÇY |
| H6.09 | O | O | O | ÇY | O | OY | O | ÇY |
| H6.10 | O | O | O | ÇY | O | OD | O | ÇY |
| H6.11 | O | OD | O | ÇY | O | O | O | ÇY |
| H6.12 | O | Y | O | ÇY | O | Y | O | ÇY |
| H6.13 | O | O | O | ÇY | O | OY | O | ÇY |

**Tablo 5.153** Raspa işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H6.14 | O | O | O | Y | O | OY | O | Y |
| H6.15 | O | O | O | Y | O | OY | O | Y |
| H6.16 | O | O | O | O | O | OY | O | OY |
| H6.17 | O | OY | O | O | O | OY | O | Y |
| H6.18 | O | OY | O | O | O | OY | O | Y |
| H6.19 | O | Y | O | OY | O | Y | O | OY |
| H6.20 | O | O | O | OY | O | OY | O | OY |
| H6.21 | O | Y | O | OY | O | OY | O | O |
| H6.22 | O | O | O | OY | O | ÇY | O | OY |
| H6.23 | O | ÇY | O | O | O | ÇY | O | OY |
| H6.24 | O | O | O | O | O | O | O | Y |
| H6.25 | O | OY | O | OY | O | OY | O | OY |
| **Kontrol Noktaları** | **KV 3** | | | | **KV 4** | | | |
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| H6.01 | OY | OY | O | OD | Y | Y | OY | OD |
| H6.02 | OY | O | O | O | Y | OY | OY | O |
| H6.03 | OY | D | O | OD | Y | OD | OY | OD |
| H6.04 | OY | O | O | OY | Y | OY | OY | OY |
| H6.05 | OY | D | O | Y | Y | D | OY | Y |
| H6.06 | OY | D | O | OY | Y | OD | OY | OY |
| H6.07 | OY | O | O | OY | Y | OY | OY | Y |
| H6.08 | OY | O | O | OY | Y | OY | OY | O |
| H6.09 | OY | D | O | D | Y | OD | OY | D |
| H6.10 | OY | OY | O | OY | Y | Y | OY | Y |
| H6.11 | OY | OY | O | OY | Y | Y | OY | Y |
| H6.12 | OY | O | O | OY | Y | OY | OY | Y |
| H6.13 | OY | D | O | OY | Y | OD | OY | Y |

**Tablo 5.153** Raspa işleri için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H6.14 | OY | D | O | OY | Y | OD | OY | Y |
| H6.15 | OY | O | O | OY | Y | OY | OY | Y |
| H6.16 | OY | D | O | OD | Y | OD | OY | OD |
| H6.17 | OY | D | O | OY | Y | OD | OY | OY |
| H6.18 | OY | D | O | OY | Y | OD | OY | OY |
| H6.19 | OY | O | O | Y | Y | OY | OY | Y |
| H6.20 | OY | D | O | Y | Y | OD | OY | Y |
| H6.21 | OY | D | O | OD | Y | OD | OY | OD |
| H6.22 | OY | OY | O | O | Y | Y | OY | O |
| H6.23 | OY | OY | O | OD | Y | Y | OY | OD |
| H6.24 | OY | OD | O | OY | Y | OD | OY | OY |
| H6.25 | OY | O | O | Y | Y | OD | OY | Y |

**Adım 2. Risklerin analiz edilmesi**

Bu aşamada bulanık CoCoSo adımları uygulanmıştır. Karar verici uzman ekibin dilsel değerlendirmelerine karşılık gelen matrislerin aritmetik ortalaması alınarak başlangıç (toplu) karar matrisi elde edilir (Tablo 5.154). Elde edilen bulanık toplu karar matrisi normalleştirilerek bulanık normalize karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 5.155).

**Tablo 5.154** Raspa işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H6.01 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,450 | 0,650 | 0,825 |
| H6.02 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| H6.03 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,225 | 0,400 | 0,600 |
| H6.04 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| H6.05 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,150 | 0,300 | 0,500 |
| H6.06 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,175 | 0,350 | 0,550 |

**Tablo 5.154** Raspa işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H6.07 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,400 | 0,600 | 0,775 |
| H6.08 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,400 | 0,600 | 0,775 |
| H6.09 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,225 | 0,400 | 0,600 |
| H6.10 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,400 | 0,600 | 0,775 |
| H6.11 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,400 | 0,600 | 0,775 |
| H6.12 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| H6.13 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,225 | 0,400 | 0,600 |
| H6.14 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,225 | 0,400 | 0,600 |
| H6.15 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| H6.16 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,225 | 0,400 | 0,600 |
| H6.17 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,275 | 0,450 | 0,650 |
| H6.18 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,275 | 0,450 | 0,650 |
| H6.19 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| H6.20 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,225 | 0,400 | 0,600 |
| H6.21 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,325 | 0,500 | 0,675 |
| H6.22 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| H6.23 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| H6.24 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,200 | 0,400 | 0,600 |
| H6.25 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| H6.01 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,200 | 0,400 | 0,600 |
| H6.02 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| H6.03 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,200 | 0,400 | 0,600 |
| H6.04 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| H6.05 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| H6.06 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,650 | 0,825 | 0,950 |
| H6.07 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| H6.08 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,650 | 0,800 | 0,900 |

**Tablo 5.154** Raspa işleri için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H6.09 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,450 | 0,550 | 0,650 |
| H6.10 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| H6.11 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| H6.12 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| H6.13 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| H6.14 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,650 | 0,850 | 0,975 |
| H6.15 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,650 | 0,850 | 0,975 |
| H6.16 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,250 | 0,450 | 0,650 |
| H6.17 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| H6.18 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| H6.19 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| H6.20 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| H6.21 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,250 | 0,450 | 0,650 |
| H6.22 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| H6.23 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,250 | 0,450 | 0,650 |
| H6.24 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| H6.25 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |

**Tablo 5.155** Raspa işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H6.01 | 0,000 | 0,533 | 1,000 | 0,182 | 0,394 | 0,636 |
| H6.02 | 0,000 | 0,533 | 1,000 | 0,091 | 0,273 | 0,515 |
| H6.03 | 0,000 | 0,533 | 1,000 | 0,455 | 0,697 | 0,909 |
| H6.04 | 0,000 | 0,533 | 1,000 | 0,273 | 0,515 | 0,758 |
| H6.05 | 0,000 | 0,533 | 1,000 | 0,576 | 0,818 | 1,000 |
| H6.06 | 0,000 | 0,533 | 1,000 | 0,515 | 0,758 | 0,970 |
| H6.07 | 0,000 | 0,533 | 1,000 | 0,242 | 0,455 | 0,697 |
| H6.08 | 0,000 | 0,533 | 1,000 | 0,242 | 0,455 | 0,697 |

**Tablo 5.155** Raspa işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H6.09 | 0,000 | 0,533 | 1,000 | 0,455 | 0,697 | 0,909 |
| H6.10 | 0,000 | 0,533 | 1,000 | 0,242 | 0,455 | 0,697 |
| H6.11 | 0,000 | 0,533 | 1,000 | 0,242 | 0,455 | 0,697 |
| H6.12 | 0,000 | 0,533 | 1,000 | 0,091 | 0,273 | 0,515 |
| H6.13 | 0,000 | 0,533 | 1,000 | 0,455 | 0,697 | 0,909 |
| H6.14 | 0,000 | 0,533 | 1,000 | 0,455 | 0,697 | 0,909 |
| H6.15 | 0,000 | 0,533 | 1,000 | 0,212 | 0,455 | 0,697 |
| H6.16 | 0,000 | 0,533 | 1,000 | 0,455 | 0,697 | 0,909 |
| H6.17 | 0,000 | 0,533 | 1,000 | 0,394 | 0,636 | 0,848 |
| H6.18 | 0,000 | 0,533 | 1,000 | 0,394 | 0,636 | 0,848 |
| H6.19 | 0,000 | 0,533 | 1,000 | 0,091 | 0,273 | 0,515 |
| H6.20 | 0,000 | 0,533 | 1,000 | 0,455 | 0,697 | 0,909 |
| H6.21 | 0,000 | 0,533 | 1,000 | 0,364 | 0,576 | 0,788 |
| H6.22 | 0,000 | 0,533 | 1,000 | 0,091 | 0,242 | 0,455 |
| H6.23 | 0,000 | 0,533 | 1,000 | 0,000 | 0,091 | 0,273 |
| H6.24 | 0,000 | 0,533 | 1,000 | 0,455 | 0,697 | 0,939 |
| H6.25 | 0,000 | 0,533 | 1,000 | 0,273 | 0,515 | 0,758 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| H6.01 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,000 | 0,258 | 0,516 |
| H6.02 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,258 | 0,516 | 0,774 |
| H6.03 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,000 | 0,258 | 0,516 |
| H6.04 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,258 | 0,516 | 0,774 |
| H6.05 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,645 | 0,871 | 1,000 |
| H6.06 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,581 | 0,806 | 0,968 |
| H6.07 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,710 | 0,903 | 1,000 |
| H6.08 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,581 | 0,774 | 0,903 |
| H6.09 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,323 | 0,452 | 0,581 |
| H6.10 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,710 | 0,903 | 1,000 |

**Tablo 5.155** Raspa işleri için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H6.11 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,710 | 0,903 | 1,000 |
| H6.12 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,710 | 0,903 | 1,000 |
| H6.13 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,710 | 0,903 | 1,000 |
| H6.14 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,581 | 0,839 | 1,000 |
| H6.15 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,581 | 0,839 | 1,000 |
| H6.16 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,065 | 0,323 | 0,581 |
| H6.17 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,387 | 0,645 | 0,871 |
| H6.18 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,387 | 0,645 | 0,871 |
| H6.19 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,516 | 0,774 | 0,968 |
| H6.20 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,516 | 0,774 | 0,968 |
| H6.21 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,065 | 0,323 | 0,581 |
| H6.22 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,258 | 0,516 | 0,774 |
| H6.23 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,065 | 0,323 | 0,581 |
| H6.24 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,387 | 0,645 | 0,871 |
| H6.25 | 0,000 | 0,500 | 1,000 | 0,516 | 0,774 | 0,968 |

Denklem (3.22) ve (3.23) kullanılarak, ağırlıklı karşılaştırma bulanık toplamının ($\tilde{S}_i$) güç ağırlığı ve her kontrol noktası için üstel ağırlıklı karşılaştırmalı dizileri ($\tilde{P}_i$) hesaplandı. Sonuçlar Tablo 5.156' da sunulmaktadır.

**Tablo 5.156** Raspa işleri için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı

| **Kısa kod** | $\tilde{S}_i$ | | | $\tilde{P}_i$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H6.01 | 0,084 | 0,845 | 0,885 | 0,608 | 2,523 | 3,587 |
| H6.02 | 0,141 | 0,937 | 0,919 | 1,192 | 2,645 | 3,642 |
| H6.03 | 0,211 | 1,003 | 0,965 | 0,794 | 2,736 | 3,733 |
| H6.04 | 0,225 | 1,064 | 0,990 | 1,380 | 2,845 | 3,786 |
| H6.05 | 0,514 | 1,436 | 1,121 | 1,740 | 3,287 | 4,000 |
| H6.06 | 0,461 | 1,366 | 1,104 | 1,688 | 3,210 | 3,973 |
| H6.07 | 0,384 | 1,266 | 1,033 | 1,573 | 3,070 | 3,846 |

**Tablo 5.156** Raspa işleri için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| H6.08 | 0,335 | 1,188 | 1,007 | 1,526 | 2,986 | 3,808 |
| H6.09 | 0,334 | 1,120 | 0,982 | 1,533 | 2,914 | 3,769 |
| H6.10 | 0,384 | 1,266 | 1,033 | 1,573 | 3,070 | 3,846 |
| H6.11 | 0,384 | 1,266 | 1,033 | 1,573 | 3,070 | 3,846 |
| H6.12 | 0,314 | 1,171 | 0,979 | 1,409 | 2,915 | 3,735 |
| H6.13 | 0,483 | 1,392 | 1,094 | 1,707 | 3,235 | 3,957 |
| H6.14 | 0,433 | 1,353 | 1,094 | 1,659 | 3,194 | 3,957 |
| H6.15 | 0,321 | 1,227 | 1,033 | 1,500 | 3,029 | 3,846 |
| H6.16 | 0,236 | 1,042 | 0,982 | 1,274 | 2,800 | 3,769 |
| H6.17 | 0,331 | 1,205 | 1,042 | 1,537 | 3,024 | 3,875 |
| H6.18 | 0,331 | 1,205 | 1,042 | 1,537 | 3,024 | 3,875 |
| H6.19 | 0,240 | 1,093 | 0,971 | 1,334 | 2,831 | 3,723 |
| H6.20 | 0,409 | 1,314 | 1,086 | 1,632 | 3,152 | 3,944 |
| H6.21 | 0,193 | 0,978 | 0,947 | 1,224 | 2,721 | 3,707 |
| H6.22 | 0,141 | 0,921 | 0,901 | 1,192 | 2,615 | 3,600 |
| H6.23 | 0,025 | 0,725 | 0,796 | 0,480 | 2,258 | 3,359 |
| H6.24 | 0,359 | 1,236 | 1,069 | 1,570 | 3,063 | 3,920 |
| H6.25 | 0,324 | 1,220 | 1,042 | 1,522 | 3,031 | 3,867 |

**Adım 3. Risk değerlendirmesi**

Denklemler (3.24)- (3.26) kullanılarak, her kontrol noktası için üç bulanık değerlendirme puanı ($\tilde{f}_{ia}$, $\tilde{f}_{ib}$ , $\tilde{f}_{ic}$) elde edilmiştir. Değerlendirme puanları Tablo 5.157'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.157** Raspa işleri için BCoCoSo değerlendirme puanları

| Kısa kod | $\tilde{f}_a$ | | | $\tilde{f}_{ib}$ | | | $\tilde{f}_{ic}$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H6.01 | 0,006 | 0,033 | 0,106 | 4,681 | 39,437 | 43,299 | 0,135 | 0,658 | 0,873 |
| H6.02 | 0,011 | 0,035 | 0,108 | 8,192 | 43,438 | 44,779 | 0,260 | 0,700 | 0,891 |
| H6.03 | 0,008 | 0,037 | 0,111 | 10,191 | 46,283 | 46,826 | 0,196 | 0,730 | 0,917 |
| H6.04 | 0,013 | 0,038 | 0,113 | 11,998 | 48,976 | 47,945 | 0,313 | 0,763 | 0,933 |
| H6.05 | 0,019 | 0,046 | 0,121 | 24,439 | 64,974 | 53,705 | 0,440 | 0,922 | 1,000 |
| H6.06 | 0,018 | 0,045 | 0,120 | 22,193 | 61,955 | 52,941 | 0,420 | 0,894 | 0,991 |
| H6.07 | 0,016 | 0,042 | 0,115 | 18,832 | 57,627 | 49,802 | 0,382 | 0,847 | 0,953 |
| H6.08 | 0,015 | 0,041 | 0,114 | 16,732 | 54,299 | 48,673 | 0,363 | 0,815 | 0,940 |
| H6.09 | 0,016 | 0,040 | 0,112 | 16,731 | 51,384 | 47,600 | 0,365 | 0,788 | 0,928 |
| H6.10 | 0,016 | 0,042 | 0,115 | 18,832 | 57,627 | 49,802 | 0,382 | 0,847 | 0,953 |
| H6.11 | 0,016 | 0,042 | 0,115 | 18,832 | 57,627 | 49,802 | 0,382 | 0,847 | 0,953 |
| H6.12 | 0,014 | 0,040 | 0,111 | 15,644 | 53,463 | 47,423 | 0,336 | 0,798 | 0,921 |
| H6.13 | 0,018 | 0,045 | 0,119 | 23,093 | 63,094 | 52,541 | 0,428 | 0,904 | 0,986 |
| H6.14 | 0,017 | 0,045 | 0,119 | 20,993 | 61,431 | 52,541 | 0,409 | 0,888 | 0,986 |
| H6.15 | 0,015 | 0,042 | 0,115 | 16,111 | 55,964 | 49,802 | 0,356 | 0,831 | 0,953 |
| H6.16 | 0,013 | 0,038 | 0,112 | 12,191 | 47,993 | 47,600 | 0,295 | 0,750 | 0,928 |
| H6.17 | 0,016 | 0,041 | 0,116 | 16,602 | 55,065 | 50,255 | 0,365 | 0,826 | 0,960 |
| H6.18 | 0,016 | 0,041 | 0,116 | 16,602 | 55,065 | 50,255 | 0,365 | 0,826 | 0,960 |
| H6.19 | 0,013 | 0,038 | 0,111 | 12,488 | 50,134 | 47,047 | 0,307 | 0,766 | 0,916 |
| H6.20 | 0,017 | 0,044 | 0,119 | 19,937 | 59,765 | 52,165 | 0,398 | 0,872 | 0,982 |
| H6.21 | 0,012 | 0,036 | 0,110 | 10,380 | 45,268 | 46,040 | 0,277 | 0,722 | 0,909 |
| H6.22 | 0,011 | 0,035 | 0,106 | 8,192 | 42,735 | 43,977 | 0,260 | 0,691 | 0,879 |
| H6.23 | 0,004 | 0,029 | 0,098 | 2,000 | 34,059 | 39,227 | 0,099 | 0,583 | 0,811 |
| H6.24 | 0,016 | 0,042 | 0,118 | 17,808 | 56,425 | 51,422 | 0,377 | 0,839 | 0,974 |
| H6.25 | 0,015 | 0,042 | 0,116 | 16,294 | 55,672 | 50,212 | 0,360 | 0,830 | 0,958 |

Bu üç bulanık değerlendirme puanları, Denklemler (3.27)- (3.29) kullanılarak net değerlendirme puanlarına ($f_{ia}$, $f_{ia}$, $f_{ia}$) dönüştürülmüştür (Tablo 5.158).

**Tablo 5.158** Raspa işleri için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama

| Kısa kod | $f_{ia}$ | $f_{ib}$ | $f_{ic}$ | $f_i$ | Sıralama |
|---|---|---|---|---|---|
| H6.01 | 0,048 | 29,139 | 0,555 | 10,834 | 24 |
| H6.02 | 0,051 | 32,137 | 0,617 | 11,940 | 22 |
| H6.03 | 0,052 | 34,433 | 0,615 | 12,732 | 20 |
| H6.04 | 0,055 | 36,306 | 0,670 | 13,444 | 18 |
| H6.05 | 0,062 | 47,706 | 0,788 | 17,511 | 1 |
| H6.06 | 0,061 | 45,697 | 0,768 | 16,797 | 3 |
| H6.07 | 0,058 | 42,087 | 0,727 | 15,501 | 8 |
| H6.08 | 0,057 | 39,901 | 0,706 | 14,724 | 14 |
| H6.09 | 0,056 | 38,572 | 0,693 | 14,249 | 16 |
| H6.10 | 0,058 | 42,087 | 0,727 | 15,501 | 6 |
| H6.11 | 0,058 | 42,087 | 0,727 | 15,501 | 7 |
| H6.12 | 0,055 | 38,843 | 0,685 | 14,331 | 15 |
| H6.13 | 0,061 | 46,242 | 0,773 | 16,988 | 2 |
| H6.14 | 0,060 | 44,988 | 0,761 | 16,544 | 4 |
| H6.15 | 0,057 | 40,626 | 0,713 | 14,983 | 13 |
| H6.16 | 0,054 | 35,928 | 0,658 | 13,299 | 19 |
| H6.17 | 0,058 | 40,640 | 0,717 | 14,994 | 11 |
| H6.18 | 0,058 | 40,640 | 0,717 | 14,994 | 12 |
| H6.19 | 0,054 | 36,557 | 0,663 | 13,520 | 17 |
| H6.20 | 0,060 | 43,956 | 0,751 | 16,177 | 5 |
| H6.21 | 0,053 | 33,896 | 0,636 | 12,571 | 21 |
| H6.22 | 0,051 | 31,635 | 0,610 | 11,758 | 23 |
| H6.23 | 0,044 | 25,095 | 0,497 | 9,364 | 25 |

**Tablo 5.158** Raspa işleri için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama (devamı)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| H6.24 | 0,059 | 41,885 | 0,730 | 15,440 | 9 |
| H6.25 | 0,058 | 40,726 | 0,716 | 15,022 | 10 |

**Adım 4. Faaliyetlerin kontrol edilmesi**

Bulanık CoCoSo sonuçlarına göre H6.05 "Hızı 5 m/sn den büyük vinçler ile transfer yapılması" 17.511 puan ile en öncelikli sağlık ve güvenlik çalışmalarını gerektiren kontrol noktası olarak elde edilmiştir. Bu kontrol noktasındaki sağlık ve güvenlik uygulamalarındaki eksiklikler yüksekten düşme sonucu ölüm ile sonuçlanabilecek mesleki riskleri meydana getirebilir. Raspa işleri için önem sıralaması yapılan kontrol noktalarına yönelik mesleki riskler Tablo 5.159'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.159** Raspa işleri kontrol noktaları için mesleki riskler

| **Sıra** | **Kontrol noktası** | | **Risk kodu** |
|---|---|---|---|
| 1 | H6.05 | Hızı 5 m/sn'den büyük vinçler ile transfer yapılması | R9 |
| 2 | H6.13 | Grit siloları ve torbalarından arta kalan malzemelerin gelişi güzel boşaltılması | R16 |
| 3 | H6.06 | Rüzgar hızının 7 m/sn'den yüksek olduğu hava koşullarında transfer yapılması | R9 |
| 4 | H6.14 | Kazanların ve raspa donanımlarının transferi sırasında ip halat ve sapan kullanılması | R17 |
| 5 | H6.20 | Basınçlı hava boru devreleri ve bağlantı elemanlarının yılda bir kez max çalışma basıncının 1.5 katı ile test edilmemesi | R51 |
| 6 | H6.10 | Gritin özgül ağırlığının çalışanlar tarafından bilinmemesi | R36 |
| 7 | H6.11 | Grit taşımada kullanılan big bag torbaların standartlara uygun olmaması | R17 |
| 8 | H6.07 | Gritin rüzgar etkisi ile savrulması | R16 |
| 9 | H6.24 | Personelin hava ihtiyacı için kullandıkları havayı taşıyan hortum girişlerinde yağı, su, toz ve partikülleri tutan separetör ve konsasetörlerin bulunmaması | R36 |
| 10 | H6.25 | Hava tahliyesi sırasında el, kol ve vücut aksamlarının hava çıkış yönüne doğru uzatılması | R20 |
| 11 | H6.17 | Yoğun toz nedeni ile yürüme yollarının görünmemesi | R20 |

**Tablo 5.159** Raspa işleri kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 12 | H6.18 | Yürüme yollarından geçen personelin koruyucu gözlük kullanmaması | R14 |
| 13 | H6.15 | Raspa öncesi vinç sapanlarının 4'lü korumaya alınmaması | R17 |
| 14 | H6.08 | Gritin tehlike ve risklerinden çalışanların bilgilendirilmemesi | R16 |
| 15 | H6.12 | Gritin big bag torbalarının taşıma şeklinin bilinmemesi | R17 |
| 16 | H6.09 | Grit tozunun solunması | R36 |
| 17 | H6.19 | Havuz güverteleri üzerinde temizlik yapılırken grit atıkları ve poşetli atıkların havuz içerisine atılması | R16 |
| 18 | H6.04 | İskelelerde çalışanların emniyet kemeri kullanmaması | R9 |
| 19 | H6.16 | Raspa sırasında üç aylık, yıllık bakım ve testleri yapılmamış vinçlerin kullanılması | R17 |
| 20 | H6.03 | İskelelerin kullanım öncesi asgari 1000 kg ile test edilmemesi | R9 |
| 21 | H6.21 | Tüm hava devrelerinin gri (RAL 7001) renge boyanmamış olması | R15 |
| 22 | H6.02 | İskelelerin transferi sırasında yönlendirme halatlarının bulunmaması | R17 |
| 23 | H6.22 | Boru devreleri üzerinde çalışma basıncının ve akış yönünün markalanmamış olması | R51 |
| 24 | H6.01 | Yüksek rüzgar şiddetlerinde personelin vinçler ile transfer edilmesi | R9 |
| 25 | H6.23 | Basınçlı hava kullanılmaya başlanmadan önce her sabah bakım ekibi tarafından borular içerisinde birikmiş olan su ve yağ tahliyesinin yapılmamış olması | R51 |

**Adım 5. Sürekli iyileştirme**

Önerilen karar modeli analiz sonuçlarına göre havuz dalış-çıkış tehlike kaynağı için meydana gelmesi beklenen mesleki riskler malzemenin çarpması, ekipman hasarı, çevre kirliliği, düz zemin üzerinde düşme ve savrularak düşme sonucu ağır yaralanma ve ölüm ile sonuçlanabilecek olaylar şeklinde açıklanabilir. Öncelikli ilk üç kontrol noktasına baktığımızda mesleki risklerin yaşanmaması için alınacak önlemler iş izin sisteminin oluşturulması ve operasyon öncesi operasyon sorumlusu tarafından kontrollerin yapılması şeklinde sıralanabilir. En düşük önem derecesine sahip kontrol noktası H1.03 "Gemi toprak bağlantısının alınmaması" olarak tespit edilmiştir.

Pervane, şaft ve dümen tehlike kaynağı için yüksek olasılıklı mesleki riskler zehirli gazlara maruz kalma, yük altında kalma, düz zemin üzerinde düşme ve malzemenin

çarpması olarak sıralanmaktadır. Öncelikli ilk üç kontrol noktası incelendiğinde çalışanlara yaptıkları işin risklerine uygun kişisel koruyucu donanım verilmesi, iş ekipmanlarının periyodik muayene kontrollerinin yapılması ve çalışma ortamının operasyon anında güvenliğinin sağlanması için İSG denetimlerinin gerçekleştirilmesi ile mesleki riskler önlenebilir. En düşük önem derecesine sahip kontrol noktası H2.08 "Pervanenin sökümü sırasında sapan ve zincirlerin pervaneye çıplak bağlanması" olarak elde edilmesi işyerinde çalışanların mesleki bilgi ve yeterliliğe sahip olduğunu göstermektedir.

Su jeti işleri tehlike kaynağı için mesleki riskler makina arızalanması, pompanın tıkanması, pompanın çabuk yıpranması, çarpma ve düşme sonucu ciddi yaralanma ve ölüm ile sonuçlanabilecek olaylardır. Bunların önlenebilmesi için iş izin sistemi ve çalışma talimatlarının oluşturulması gerekmektedir. En düşük önem derecesine sahip kontrol noktası H3.07 "Pompanın hareketli kısımlarının açık olması" olarak elde edilmesi çalışanların güvenlik talimatlarına uygun şekilde çalıştığını göstermektedir.

Balast işleri tehlike kaynağı için mesleki riskler malzeme düşmesi, geminin karaya çarpması, oturması ve yüksekten düşmedir. Bu mesleki riskleri önlemek için havuz dalış-çıkış talimatlarının oluşturulması, operasyon esnasında havuz sorumlularının iş süreçlerini denetlemesi ve iş izin sisteminin uygulanması sağlanmalıdır. En düşük önem derecesine sahip kontrol noktası H4.10 "Balast operasyonları esnasında kule merdiven geçişlerinin kontrol edilmemesi" olarak elde edilmesi operasyonların denetlendiğini göstermektedir.

Boya işleri tehlike kaynağı için olası mesleki riskler elektrik çarpması, kimyasal maddelere maruziyet, yangın sonucu yaralanma ve ölüm ile sonuçlanabilecek olaylardır. Bu mesleki riskleri önlemek için iş izin sisteminin uygulanması oldukça önemlidir. Ayrıca standarda uygun ekipman seçilmesi ve çalışan personelin mesleki yeterlilik belgesinin olması gerekmektedir.

Raspa işleri tehlike kaynağı için mesleki riskler basınçlı hava patlaması, yüksekten düşme, çalışma ortamındaki toz partiküllerine maruziyet sonucu meslek hastalığı, ciddi yaralanma ve ölüm ile sonuçlanabilecek olaylardır. Bu mesleki risklerin önlenebilmesi için çalışanlara işin gerekliliklerine uygun kişisel koruyucu donanım ekipman verilmesi, yüksekte çalışma eğitimi olmayan personelin çalıştırılmaması

ve iş ekipmanlarının test muayenelerinin yapılmış olması sağlanmalıdır. En düşük önem derecesine sahip kontrol noktası H6.23" Basınçlı hava kullanılmaya başlanmadan önce her sabah bakım ekibi tarafından borular içerisinde birikmiş olan su ve yağ tahliyesinin yapılmamış olması" olarak elde edilmesi operasyon öncesi çalışmanın denetim ve kontrollerinin yapıldığını göstermektedir.

### 5.2.6 Havuz Operasyonları İçin Karşılaştırmalı Analiz

Bu bölümde havuz operasyonları için önerilen karar modeli sonuçları ile bulanık COPRAS, bulanık TOPSIS, bulanık MABAC ve bulanık VIKOR yöntemleri analiz sonuçları karşılaştırılmaktadır. Karşılaştırmalı analiz sonuçları Tablo 5.160 ve Tablo 5.165 aralığında sunulmaktadır. Karşılaştırmalı analiz için kullanılan dört yöntemin analiz sonuçları ile önerdiğimiz karar modeli yöntemi analiz sonuçları arasındaki ilişkiyi incelemek için spearman korelasyon testi uygulanmaktadır.

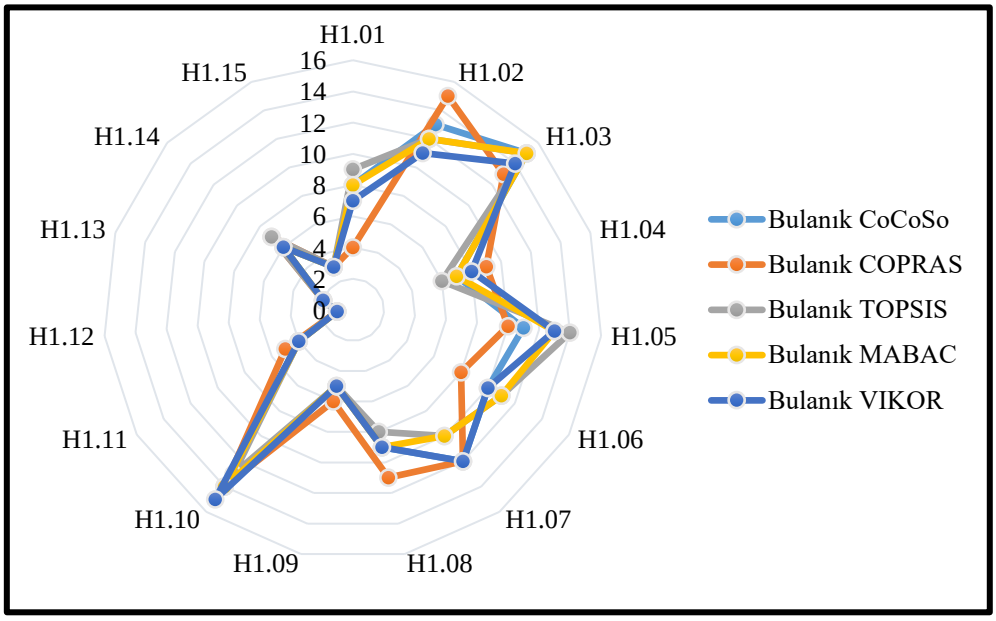
**Tablo 5.160** Havuz dalış-çıkış için karşılaştırmalı analiz sonuçları

| **Kontrol Noktası** | **Nihai değerlendirme puanları ve sıralama** | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa Kod** | **Bulanık CoCoSo** | | **Bulanık COPRAS** | | **Bulanık TOPSIS** | | **Bulanık MABAC** | | **Bulanık VIKOR** | |
| H1.01 | 2,8588 | 8 | 89,31 | 4 | 0,412 | 9 | 0,0012 | 8 | 0,2598 | 7 |
| H1.02 | 2,6100 | 13 | 76,24 | 15 | 0,371 | 12 | -0,0530 | 12 | 0,3132 | 11 |
| H1.03 | 2,4902 | 15 | 78,41 | 13 | 0,257 | 15 | -0,1076 | 15 | 0,3545 | 14 |
| H1.04 | 2,8708 | 7 | 83,42 | 9 | 0,455 | 6 | 0,0063 | 7 | 0,2650 | 8 |
| H1.05 | 2,6362 | 11 | 81,23 | 10 | 0,339 | 14 | -0,0754 | 13 | 0,3363 | 13 |
| H1.06 | 2,6398 | 10 | 83,47 | 8 | 0,379 | 11 | -0,0495 | 11 | 0,3131 | 10 |
| H1.07 | 2,6334 | 12 | 79,62 | 12 | 0,408 | 10 | -0,0487 | 10 | 0,3219 | 12 |
| H1.08 | 2,7537 | 9 | 80,05 | 11 | 0,420 | 8 | -0,0308 | 9 | 0,3047 | 9 |
| H1.09 | 3,0242 | 5 | 88,48 | 6 | 0,512 | 5 | 0,0676 | 5 | 0,2063 | 5 |
| H1.10 | 2,4910 | 14 | 76,48 | 14 | 0,366 | 13 | -0,0969 | 14 | 0,3739 | 15 |
| H1.11 | 3,1073 | 4 | 88,64 | 5 | 0,625 | 4 | 0,0991 | 4 | 0,1675 | 4 |
| H1.12 | 3,3690 | 1 | 100,00 | 1 | 0,757 | 1 | 0,2076 | 1 | 0,0751 | 1 |
| H1.13 | 3,2042 | 2 | 92,98 | 2 | 0,674 | 2 | 0,1417 | 2 | 0,1407 | 2 |

**Tablo 5.160** Havuz dalış-çıkış için karşılaştırmalı analiz sonuçları (devamı)

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H1.14 | 2,9072 | 6 | 87,09 | 7 | 0,447 | 7 | 0,0254 | 6 | 0,2452 | 6 |
| H1.15 | 3,1346 | 3 | 90,13 | 3 | 0,640 | 3 | 0,1151 | 3 | 0,1639 | 3 |

Havuz dalış-çıkış tehlike kaynağı için farklı yöntemler kullanılarak belirlenen ilk üç kontrol noktası, yaklaşımımızın sonuçlarıyla yüksek oranda tutarlıdır (Tablo 5.160). Karar modeli yöntemimiz ve bulanık COPRAS, bulanık TOPSIS, bulanık MABAC ve bulanık VIKOR metodolojileri kullanılarak havuz dalış-çıkış kontrol noktalarının sıralamaları için sırası ile spearman korelasyon katsayıları 0.9286, 0.9643, 0.9821 ve 0.9786'dır. Tüm korelasyon değerleri 0.92'nin üzerindedir, bu çok güçlü pozitif korelasyonları gösterir. En yüksek korelasyon BCoCoSo ile BMABAC arasındadır (0.9821), en düşük korelasyon BCoCoSo ile BCOPRAS arasındadır (0.9286). Tüm p-değerleri 0.05'ten çok küçüktür, bu da korelasyonların istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösterir. Kendall's W uyum katsayısı 0.9546'dır, bu sonuç yöntemler arasında çok yüksek bir uyum olduğunu göstermektedir. Bu değer 1'e çok yakın olduğundan, farklı yöntemlerin benzer sıralamaları ürettiğini gösterir. Genel olarak, tüm yöntemler arasında çok yüksek bir uyum ve tutarlılık olduğu görülmektedir.




**Şekil 5.20** Havuz dalış-çıkış için karşılaştırmalı analiz göstergesi

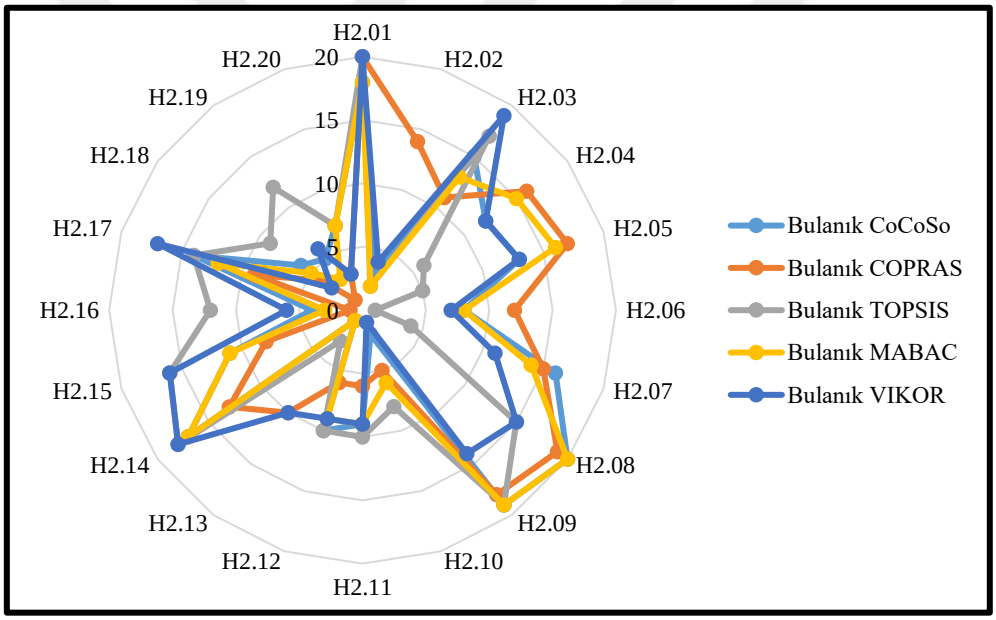
Havuz dalış-çıkış kontrol noktaları için önerilen karar modeli analiz sonuçları ile karşılaştırmalı analiz yöntemleri sonuçları arasındaki gösterge Şekil 5.20'da sunulmaktadır.

**Tablo 5.161** Pervane, şaft ve dümen için karşılaştırmalı analiz sonuçları

| Kontrol Noktası Kısa Kodları | Nihai değerlendirme puanları ve sıralama | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bulanık CoCoSo | | Bulanık COPRAS | | Bulanık TOPSIS | | Bulanık MABAC | | Bulanık VIKOR | |
| H2.01 | 2,832 | 18 | 72,81 | 20 | 0,211 | 20 | -0,089 | 18 | 0,177 | 20 |
| H2.02 | 3,284 | 3 | 79,69 | 14 | 0,576 | 2 | 0,065 | 2 | 0,034 | 4 |
| H2.03 | 3,017 | 15 | 82,32 | 11 | 0,284 | 17 | -0,001 | 13 | 0,149 | 19 |
| H2.04 | 3,071 | 12 | 75,71 | 16 | 0,405 | 6 | -0,013 | 15 | 0,068 | 12 |
| H2.05 | 3,060 | 13 | 74,80 | 17 | 0,423 | 5 | -0,014 | 16 | 0,089 | 13 |
| H2.06 | 3,230 | 8 | 81,11 | 12 | 0,654 | 1 | 0,049 | 8 | 0,038 | 7 |
| H2.07 | 3,006 | 16 | 78,64 | 15 | 0,444 | 4 | -0,005 | 14 | 0,058 | 11 |
| H2.08 | 2,747 | 20 | 73,85 | 19 | 0,308 | 15 | -0,092 | 20 | 0,100 | 15 |
| H2.09 | 2,775 | 19 | 74,64 | 18 | 0,266 | 19 | -0,089 | 19 | 0,091 | 14 |
| H2.10 | 3,363 | 2 | 90,28 | 5 | 0,350 | 8 | 0,059 | 6 | 0,025 | 1 |
| H2.11 | 3,159 | 9 | 86,85 | 6 | 0,328 | 10 | 0,017 | 9 | 0,042 | 9 |
| H2.12 | 3,159 | 10 | 86,85 | 6 | 0,328 | 10 | 0,017 | 9 | 0,042 | 9 |
| H2.13 | 3,376 | 1 | 84,27 | 10 | 0,445 | 3 | 0,068 | 1 | 0,054 | 10 |
| H2.14 | 2,917 | 17 | 79,99 | 13 | 0,284 | 18 | -0,039 | 17 | 0,128 | 18 |
| H2.15 | 3,148 | 11 | 86,43 | 8 | 0,303 | 16 | 0,013 | 11 | 0,110 | 16 |
| H2.16 | 3,278 | 4 | 100 | 1 | 0,318 | 12 | 0,059 | 3 | 0,036 | 6 |
| H2.17 | 3,022 | 14 | 86,24 | 9 | 0,310 | 14 | 0 | 12 | 0,116 | 17 |
| H2.18 | 3,274 | 6 | 95,29 | 4 | 0,332 | 9 | 0,059 | 5 | 0,030 | 3 |
| H2.19 | 3,278 | 5 | 100 | 1 | 0,318 | 12 | 0,059 | 3 | 0,036 | 6 |
| H2.20 | 3,265 | 7 | 95,41 | 3 | 0,354 | 7 | 0,056 | 7 | 0,030 | 3 |

Pervane, şaft ve dümen tehlike kaynağı için farklı yöntemler kullanılarak belirlenen ilk üç kontrol noktası, yaklaşımımızın sonuçlarıyla yüksek oranda tutarlıdır (Tablo

5.161). Karar modeli yöntemimiz ve bulanık COPRAS, bulanık TOPSIS, bulanık MABAC ve bulanık VIKOR metodolojileri kullanılarak pervane, şaft ve dümen kontrol noktalarının sıralamaları için spearman korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Sonuçlar sırasıyla 0.7078, 0.5981, 0.9698, 0.8113 elde edilmiştir. P-değerleri sırası ile $4.8022.10^{-4}$, $5.3424.10^{-3}$, $1.7930.10^{-12}$ ve $1.4200.10^{-5}$ olarak elde edilmiştir. Yöntemlerin sıralama verilerine göre hesaplanan Kendall's W uyum katsayısı 0.7252'dir. Tüm korelasyonların pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olması, yöntemlerin tutarlı sonuçlar ürettiğini gösterir. BCoCoSo özellikle BMABAC ile çok yüksek uyum göstermektedir. BTOPSIS ile olan göreceli düşük korelasyon, bu yöntemin diğerlerinden biraz farklı bir perspektif sunduğunu gösterir. Yüksek Kendall's W değeri, tüm yöntemlerin genel olarak tutarlı sonuçlar ürettiğini doğrulamaktadır.




**Şekil 5.21** Pervane, şaft ve dümen için karşılaştırmalı analiz göstergesi

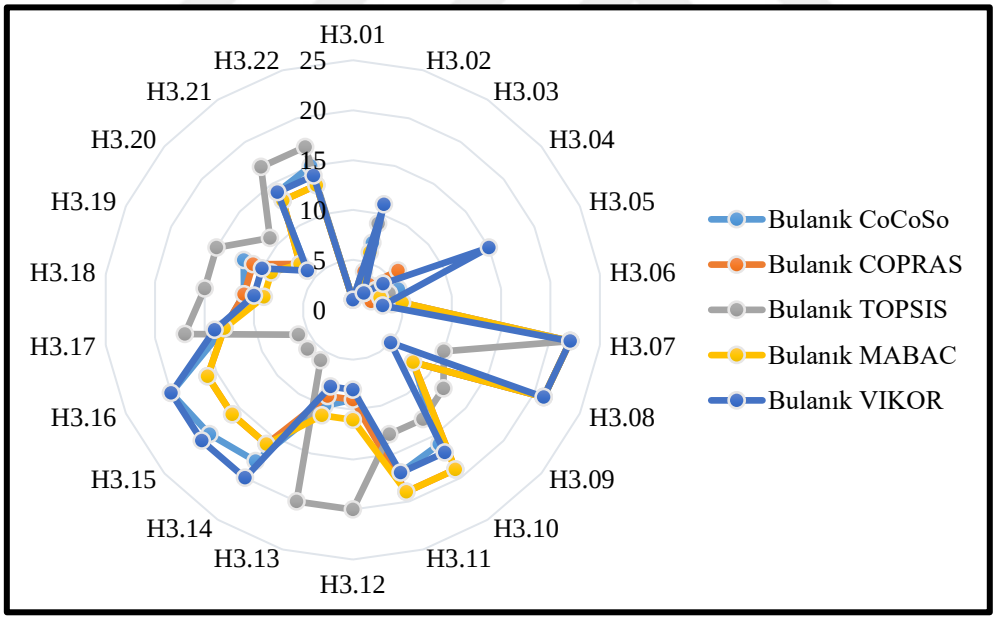
Pervane, şaft ve dümen kontrol noktaları için önerilen karar modeli analiz sonuçları ile karşılaştırmalı analiz yöntemleri sonuçları arasındaki gösterge Şekil 5.21'da sunulmaktadır.

**Tablo 5.162** Su jeti işleri için karşılaştırmalı analiz sonuçları

| Kontrol Noktası Kısa kodları | Nihai değerlendirme puanları ve sıralama | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bulanık CoCoSo | | Bulanık COPRAS | | Bulanık TOPSIS | | Bulanık MABAC | | Bulanık VIKOR | |
| H3.01 | 4,635 | 1 | 100,00 | 1 | 0,762 | 1 | 0,2503 | 1 | 0,0278 | 1 |
| H3.02 | 3,791 | 7 | 53,85 | 4 | 0,478 | 9 | 0,0292 | 6 | 0,1524 | 11 |
| H3.03 | 4,057 | 2 | 55,75 | 3 | 0,542 | 2 | 0,0933 | 2 | 0,0873 | 2 |
| H3.04 | 3,985 | 3 | 50,18 | 6 | 0,517 | 3 | 0,0709 | 4 | 0,0924 | 4 |
| H3.05 | 3,927 | 5 | 61,49 | 2 | 0,509 | 4 | 0,0849 | 3 | 0,1757 | 15 |
| H3.06 | 3,936 | 4 | 50,54 | 5 | 0,504 | 5 | 0,0585 | 5 | 0,0899 | 3 |
| H3.07 | 2,718 | 22 | 36,84 | 22 | 0,224 | 22 | -0,2307 | 22 | 0,3660 | 22 |
| H3.08 | 3,514 | 21 | 43,04 | 21 | 0,470 | 10 | -0,0255 | 21 | 0,2188 | 21 |
| H3.09 | 3,784 | 8 | 47,37 | 8 | 0,467 | 12 | 0,0179 | 8 | 0,0941 | 5 |
| H3.10 | 3,612 | 16 | 43,31 | 19 | 0,462 | 13 | -0,0195 | 19 | 0,1880 | 17 |
| H3.11 | 3,612 | 17 | 43,31 | 19 | 0,462 | 13 | -0,0195 | 19 | 0,1880 | 17 |
| H3.12 | 3,712 | 9 | 45,54 | 9 | 0,454 | 20 | -0,0014 | 11 | 0,1153 | 8 |
| H3.13 | 3,712 | 10 | 45,54 | 9 | 0,454 | 20 | -0,0014 | 11 | 0,1153 | 8 |
| H3.14 | 3,605 | 18 | 43,38 | 16 | 0,479 | 6 | -0,0166 | 16 | 0,2049 | 20 |
| H3.15 | 3,605 | 19 | 43,38 | 16 | 0,479 | 6 | -0,0166 | 16 | 0,2049 | 20 |
| H3.16 | 3,605 | 20 | 43,38 | 16 | 0,479 | 6 | -0,0166 | 16 | 0,2049 | 20 |
| H3.17 | 3,652 | 13 | 43,78 | 13 | 0,457 | 17 | -0,0134 | 13 | 0,1638 | 14 |
| H3.18 | 3,709 | 11 | 44,63 | 11 | 0,460 | 15 | -0,0008 | 9 | 0,1308 | 10 |
| H3.19 | 3,709 | 12 | 44,63 | 11 | 0,460 | 15 | -0,0008 | 9 | 0,1308 | 10 |
| H3.20 | 3,802 | 6 | 49,50 | 7 | 0,470 | 11 | 0,0239 | 7 | 0,1066 | 6 |
| H3.21 | 3,652 | 14 | 43,78 | 13 | 0,457 | 17 | -0,0134 | 13 | 0,1638 | 14 |
| H3.22 | 3,652 | 15 | 43,78 | 13 | 0,457 | 17 | -0,0134 | 13 | 0,1638 | 14 |
| H2.20 | 3,265 | 7 | 95,41 | 3 | 0,354 | 7 | 0,056 | 7 | 0,030 | 3 |

Su jeti işleri tehlike kaynağı için farklı yöntemler kullanılarak belirlenen ilk üç kontrol noktası, yaklaşımımızın sonuçlarıyla yüksek oranda tutarlıdır (Tablo

5.162). Karar modeli yöntemimiz ve bulanık COPRAS, bulanık TOPSIS, bulanık MABAC ve bulanık VIKOR metodolojileri kullanılarak su jeti işleri kontrol noktalarının sıralamaları için BCoCoSo ile BCOPRAS arasında spearman korelasyon katsayısı 0.7615, p-değeri: $2.4307.10^{-5}$, BCoCoSo ile BTOPSIS arasında spearman korelasyon katsayısı 0.5406, p-değeri: $7.7351.10^{-3}$, BCoCoSo ile BMABAC arasında spearman korelasyon katsayısı 0.8381, p-değeri: $6.0101.10^{-7}$, BCoCoSo ile BVIKOR arasında spearman korelasyon katsayısı 0.7188, p-değeri $1.1141.10^{-4}$ olarak hesaplanmıştır. Kendall's W uyum katsayısı 0.6948'tir. Bu değer, yöntemler arasında iyi düzeyde bir uyum olduğunu gösterir. Bu sonuçlara göre, BCoCoSo ile BMABAC arasında (0.8381) güçlü bir pozitif korelasyon ve BCoCoSo ile BTOPSIS arasında (0.5406) orta düzeyde bir korelasyon olduğu görülmektedir. Tüm p-değerleri 0.05'ten küçüktür (en yüksek p-değeri $7.7351.10^{-3}$). Bu, tüm korelasyonların istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösterir. Tüm korelasyonların pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olması, yöntemlerin tutarlı sonuçlar ürettiğini gösterir.




**Şekil 5.22** Su jeti işleri için karşılaştırmalı analiz göstergesi

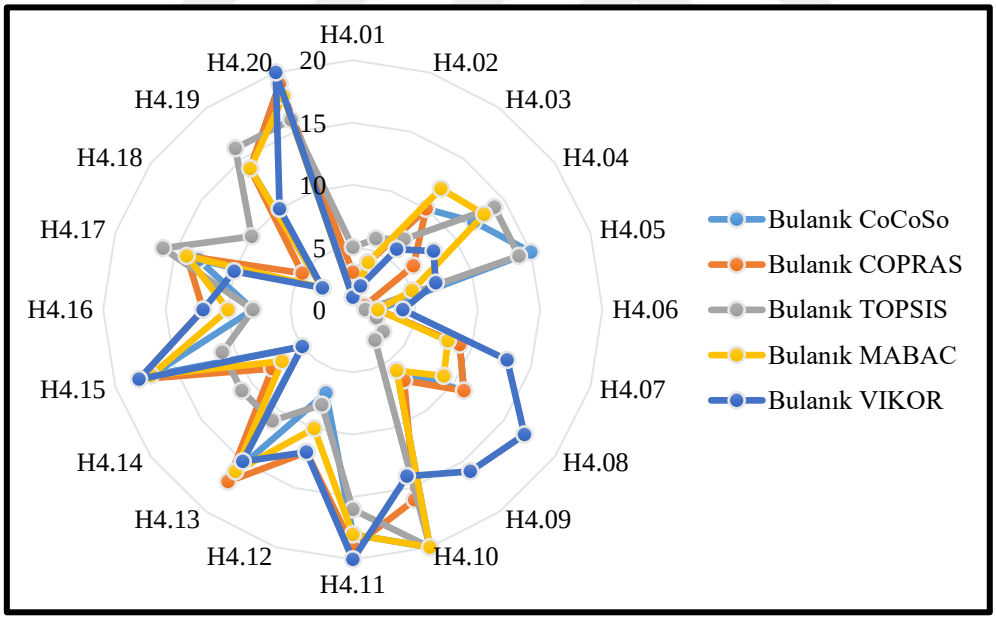
Su jeti işleri kontrol noktaları için önerilen karar modeli analiz sonuçları ile karşılaştırmalı analiz yöntemleri sonuçları arasındaki gösterge Şekil 5.22'da sunulmaktadır

**Tablo 5.163** Balast işleri için karşılaştırmalı analiz sonuçları

| Kontrol Noktası Kısa kodları | Nihai değerlendirme puanları ve sıralama | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bulanık CoCoSo | | Bulanık COPRAS | | Bulanık TOPSIS | | Bulanık MABAC | | Bulanık VIKOR | |
| H4.01 | 7,883 | 1 | 99,46 | 3 | 0,494 | 5 | 0,1720 | 1 | 0,0000 | 1 |
| H4.02 | 7,273 | 4 | 91,74 | 4 | 0,401 | 6 | 0,0848 | 4 | 0,0211 | 2 |
| H4.03 | 6,658 | 10 | 84,98 | 10 | 0,358 | 7 | -0,0022 | 12 | 0,0887 | 6 |
| H4.04 | 6,505 | 12 | 89,51 | 6 | 0,269 | 14 | -0,0036 | 13 | 0,1359 | 8 |
| H4.05 | 6,209 | 15 | 100,00 | 1 | 0,269 | 14 | 0,0739 | 5 | 0,1167 | 7 |
| H4.06 | 7,676 | 2 | 99,93 | 2 | 0,783 | 1 | 0,1501 | 2 | 0,0384 | 4 |
| H4.07 | 6,693 | 9 | 85,94 | 9 | 0,663 | 2 | 0,0265 | 8 | 0,1540 | 13 |
| H4.08 | 6,652 | 11 | 84,41 | 11 | 0,624 | 3 | 0,0253 | 9 | 0,1823 | 17 |
| H4.09 | 6,874 | 6 | 88,83 | 7 | 0,624 | 3 | 0,0581 | 6 | 0,1744 | 16 |
| H4.10 | 5,494 | 20 | 77,42 | 16 | 0,124 | 20 | -0,1458 | 20 | 0,1620 | 14 |
| H4.11 | 5,756 | 18 | 74,38 | 19 | 0,259 | 16 | -0,1074 | 18 | 0,2184 | 20 |
| H4.12 | 6,731 | 7 | 79,46 | 12 | 0,327 | 8 | 0,0090 | 10 | 0,1517 | 12 |
| H4.13 | 6,200 | 16 | 77,03 | 17 | 0,274 | 11 | -0,0615 | 16 | 0,1676 | 15 |
| H4.14 | 7,007 | 5 | 88,11 | 8 | 0,274 | 11 | 0,0525 | 7 | 0,0840 | 5 |
| H4.15 | 5,883 | 17 | 75,13 | 18 | 0,274 | 11 | -0,0906 | 17 | 0,2131 | 18 |
| H4.16 | 6,731 | 8 | 79,46 | 12 | 0,327 | 8 | 0,0090 | 10 | 0,1517 | 12 |
| H4.17 | 6,317 | 13 | 79,17 | 14 | 0,259 | 16 | -0,0454 | 14 | 0,1419 | 10 |
| H4.18 | 7,416 | 3 | 90,64 | 5 | 0,316 | 10 | 0,1061 | 3 | 0,0292 | 3 |
| H4.19 | 6,317 | 14 | 79,17 | 14 | 0,259 | 16 | -0,0454 | 14 | 0,1419 | 10 |
| H4.20 | 5,756 | 19 | 74,38 | 19 | 0,259 | 16 | -0,1074 | 18 | 0,2184 | 20 |

Balast işleri tehlike kaynağı için farklı yöntemler kullanılarak belirlenen ilk üç kontrol noktası, yaklaşımımızın sonuçlarıyla yüksek oranda tutarlıdır (Tablo 5.163). Karar modeli yöntemimiz ve bulanık COPRAS, bulanık TOPSIS, bulanık MABAC ve bulanık VIKOR metodolojileri kullanılarak balast işleri kontrol noktalarının sıralamaları için spearman korelasyon katsayıları sırasıyla 0.7573 (p-değeri = 0.0001), 0.7553 (p-değeri = 0.0001), 0.899 (p-değeri = $7.150.10^{-8}$), -0.7287

(p-değeri = 0.0002) olarak hesaplanmıştır. Kendall's W Uyum Katsayısı 0.3648'dir. BCoCoSo ile BVIKOR arasındaki yaklaşık -0.729'luk Spearman korelasyonu, iki yöntem arasında güçlü düzeyde ters (negatif) ilişki olduğunu göstermektedir. Bu durum, BVIKOR yöntemiyle elde edilen yüksek puanların (veya iyi sıralamaların) BCoCoSo yöntemiyle elde edilen düşük puanlara (veya kötü sıralamalara) karşılık geldiğini ifade eder. Yöntemsel olarak iki yöntemin hesaplama ve ağırlıklandırma mantıklarında sistematik farklılıklar bulunmaktadır. Bu nedenle bu yöntemler aynı alternatifler için farklı sıralamalar üretebilir. Sonuç olarak, bu ters ilişki, BVIKOR ve BCoCoSo metodolojilerinin alternatifleri değerlendirme sürecinde birbirini tamamlamak yerine zıt sonuçlar verdiğini ve dolayısıyla karar vericinin bu farkları göz önünde bulundurması gerektiğini işaret eder. Tüm yöntemler (BVIKOR hariç) BCoCoSo ile pozitif ve güçlü korelasyonlar göstermektedir. En güvenilir alternatif yöntem olarak BMABAC öne çıkmaktadır. BCOPRAS ve BTOPSIS birbirine çok yakın korelasyon değerleri göstererek, benzer değerlendirme mantığına sahip olduklarını ortaya koymaktadır.




**Şekil 5.23** Balast işleri için karşılaştırmalı analiz göstergesi

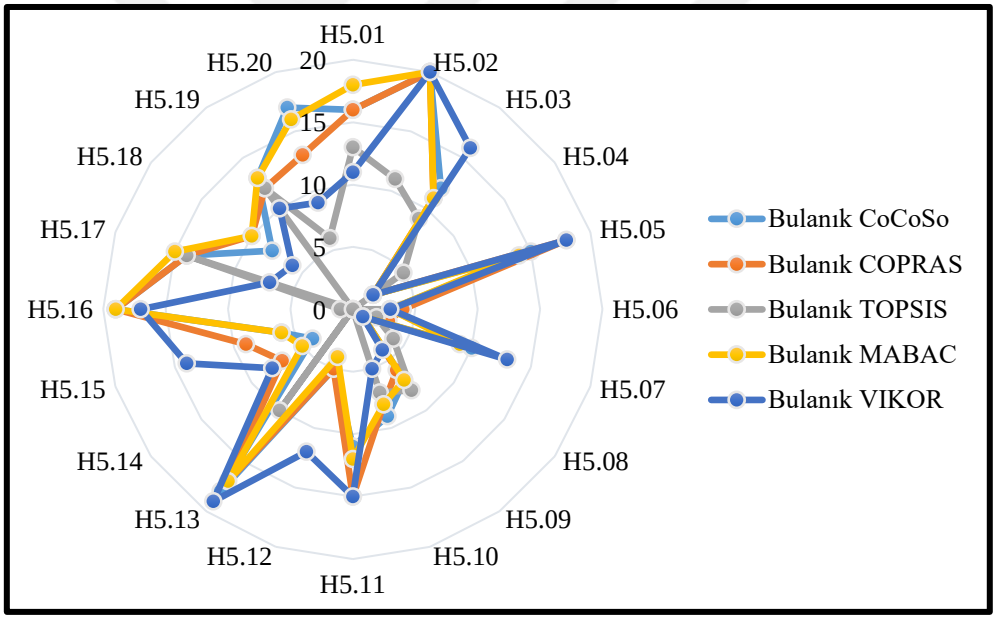
Balast işleri kontrol noktaları için önerilen karar modeli analiz sonuçları ile karşılaştırmalı analiz yöntemleri sonuçları arasındaki gösterge Şekil 5.23'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.164** Boya işleri için karşılaştırmalı analiz sonuçları

| Kontrol Noktası Kısa kodları | Nihai değerlendirme puanları ve sıralama | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bulanık CoCoSo | | Bulanık COPRAS | | Bulanık TOPSIS | | Bulanık MABAC | | Bulanık VIKOR | |
| H5.01 | 2,173 | 16 | 79,33 | 16 | 0,361 | 13 | -0,1121 | 18 | 0,2553 | 11 |
| H5.02 | 1,995 | 20 | 74,27 | 20 | 0,716 | 11 | -0,1862 | 20 | 0,3706 | 20 |
| H5.03 | 2,352 | 12 | 84,61 | 11 | 0,891 | 9 | -0,0028 | 11 | 0,3056 | 16 |
| H5.04 | 2,904 | 2 | 97,12 | 2 | 1,125 | 5 | 0,2400 | 2 | 0,0396 | 2 |
| H5.05 | 2,200 | 15 | 78,34 | 18 | -0,385 | 0 | -0,0687 | 14 | 0,3326 | 18 |
| H5.06 | 2,727 | 3 | 91,83 | 4 | 1,227 | 3 | 0,1583 | 3 | 0,1172 | 3 |
| H5.07 | 2,382 | 10 | 95,76 | 3 | 1,618 | 2 | 0,0292 | 9 | 0,2716 | 13 |
| H5.08 | 2,944 | 1 | 100,00 | 1 | 1,129 | 4 | 0,2740 | 1 | 0,0159 | 1 |
| H5.09 | 2,494 | 7 | 89,08 | 6 | 0,986 | 8 | 0,0776 | 7 | 0,1470 | 4 |
| H5.10 | 2,444 | 9 | 88,41 | 8 | 1,048 | 7 | 0,0507 | 8 | 0,1543 | 5 |
| H5.11 | 2,381 | 11 | 81,08 | 15 | -1,516 | 0 | -0,0032 | 12 | 0,2815 | 15 |
| H5.12 | 2,596 | 5 | 89,45 | 5 | -0,760 | 0 | 0,1224 | 4 | 0,2696 | 12 |
| H5.13 | 2,146 | 18 | 78,42 | 17 | 0,800 | 10 | -0,0985 | 17 | 0,3365 | 19 |
| H5.14 | 2,643 | 4 | 88,93 | 7 | -1,613 | 0 | 0,1200 | 5 | 0,2399 | 8 |
| H5.15 | 2,526 | 6 | 86,89 | 9 | -0,748 | 0 | 0,0883 | 6 | 0,2803 | 14 |
| H5.16 | 2,048 | 19 | 77,00 | 19 | 30,480 | 1 | -0,1313 | 19 | 0,3058 | 17 |
| H5.17 | 2,230 | 14 | 81,15 | 14 | 0,356 | 14 | -0,0855 | 15 | 0,2285 | 7 |
| H5.18 | 2,451 | 8 | 85,27 | 10 | -108,114 | 0 | 0,0201 | 10 | 0,1976 | 6 |
| H5.19 | 2,273 | 13 | 83,16 | 12 | 0,369 | 12 | -0,0406 | 13 | 0,2529 | 10 |
| H5.20 | 2,163 | 17 | 82,44 | 13 | 1,094 | 6 | -0,0961 | 16 | 0,2450 | 9 |

Boya işleri tehlike kaynağı için farklı yöntemler kullanılarak belirlenen ilk üç kontrol noktası, yaklaşımımızın sonuçlarıyla yüksek oranda tutarlıdır (Tablo 5.164). Karar modeli yöntemimiz ve bulanık COPRAS, bulanık TOPSIS, bulanık MABAC ve bulanık VIKOR metodolojileri kullanılarak boya işleri kontrol noktalarının sıralamaları için BCoCoSo ve BMABAC yöntemleri arasında çok yüksek bir uyum (spearman korelasyon katsayısı 0.9864) görülmektedir. BCoCoSo

ve BCOPRAS arasında da güçlü bir ilişki (spearman korelasyon katsayısı 0.911) bulunmaktadır. BTOPSIS yöntemi diğer yöntemlerle daha düşük korelasyonlar (spearman korelasyon katsayısı 0.4320) göstermektedir. VIKOR yöntemi orta-yüksek düzeyde korelasyonlar sergilemektedir (spearman korelasyon katsayısı 0.7293). BTOPSIS hariç diğer yöntemler ile BCoCoSo arasında P-değerleri $p < 0.05$ azdır ve istatistiksel olarak anlamlıdır. En güçlü istatistiksel anlamlılık BCoCoSo ve BMABAC arasındadır. Kendall W Uyum Katsayısı 0.779 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç yöntemler arasında iyi düzeyde bir uyum olduğunu göstermektedir. Kullanılan karşılaştırmalı analiz yöntemleri (BCoCoSo, BCOPRAS, BTOPSIS, BMABAC ve BVIKOR) arasında genel olarak iyi bir uyum vardır. Özellikle BCoCoSo, BMABAC ve BCOPRAS yöntemleri birbirleriyle çok benzer sonuçlar üretmektedir. TOPSIS yöntemi diğerlerinden biraz farklılaşmakta, ancak genel sıralama açısından büyük bir sapma göstermemektedir.



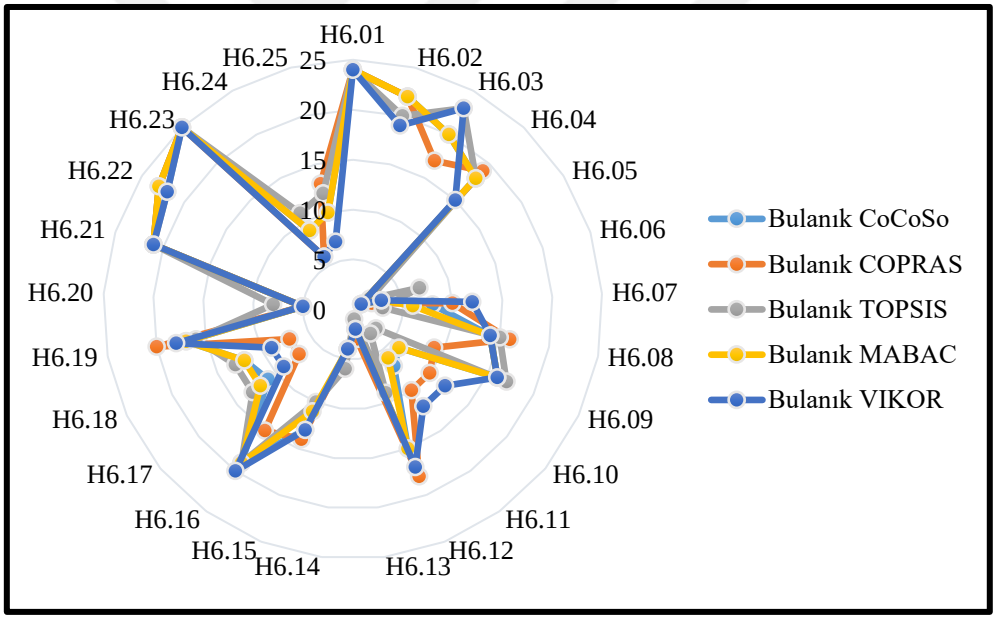

**Şekil 5.25** Boya işleri için karşılaştırmalı analiz göstergesi

Boya işleri kontrol noktaları için önerilen karar modeli analiz sonuçları ile karşılaştırmalı analiz yöntemleri sonuçları arasındaki gösterge Şekil 5.25'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.165** Raspa işleri için karşılaştırmalı analiz sonuçları

| Kontrol Noktası Kısa kodları | Nihai değerlendirme puanları ve sıralama | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bulanık CoCoSo | | Bulanık COPRAS | | Bulanık TOPSIS | | Bulanık MABAC | | Bulanık VIKOR | |
| H6.01 | 10,834 | 24 | 68,55 | 24 | 0,165 | 24 | -0,2051 | 24 | 0,3107 | 24 |
| H6.02 | 11,940 | 22 | 70,83 | 22 | 0,346 | 20 | -0,1441 | 22 | 0,2517 | 19 |
| H6.03 | 12,732 | 20 | 80,43 | 17 | 0,326 | 23 | -0,0837 | 20 | 0,2861 | 23 |
| H6.04 | 13,444 | 18 | 78,48 | 19 | 0,448 | 18 | -0,0502 | 18 | 0,1850 | 15 |
| H6.05 | 17,511 | 1 | 100,00 | 1 | 0,898 | 2 | 0,2140 | 1 | 0,0000 | 1 |
| H6.06 | 16,797 | 3 | 95,96 | 2 | 0,759 | 7 | 0,1670 | 3 | 0,0304 | 3 |
| H6.07 | 15,501 | 8 | 84,52 | 10 | 0,767 | 3 | 0,0844 | 6 | 0,1348 | 12 |
| H6.08 | 14,724 | 14 | 81,82 | 16 | 0,567 | 15 | 0,0333 | 14 | 0,1452 | 14 |
| H6.09 | 14,249 | 16 | 84,97 | 9 | 0,483 | 17 | 0,0022 | 16 | 0,1960 | 16 |
| H6.10 | 15,501 | 6 | 84,52 | 10 | 0,767 | 3 | 0,0844 | 6 | 0,1348 | 12 |
| H6.11 | 15,501 | 7 | 84,52 | 10 | 0,767 | 3 | 0,0844 | 6 | 0,1348 | 12 |
| H6.12 | 14,331 | 15 | 79,06 | 18 | 0,684 | 9 | 0,0117 | 15 | 0,2192 | 17 |
| H6.13 | 16,988 | 2 | 94,36 | 3 | 0,909 | 1 | 0,1801 | 2 | 0,0273 | 2 |
| H6.14 | 16,544 | 4 | 92,80 | 4 | 0,763 | 6 | 0,1506 | 4 | 0,0342 | 4 |
| H6.15 | 14,983 | 13 | 82,88 | 14 | 0,635 | 10 | 0,0503 | 11 | 0,1417 | 13 |
| H6.16 | 13,299 | 19 | 81,86 | 15 | 0,396 | 19 | -0,0567 | 19 | 0,2539 | 20 |
| H6.17 | 14,994 | 11 | 85,67 | 7 | 0,571 | 13 | 0,0496 | 12 | 0,1169 | 9 |
| H6.18 | 14,994 | 12 | 85,67 | 7 | 0,571 | 13 | 0,0496 | 12 | 0,1169 | 9 |
| H6.19 | 13,520 | 17 | 76,23 | 20 | 0,501 | 16 | -0,0419 | 17 | 0,2311 | 18 |
| H6.20 | 16,177 | 5 | 91,53 | 5 | 0,694 | 8 | 0,1265 | 5 | 0,0543 | 5 |
| H6.21 | 12,571 | 21 | 76,01 | 21 | 0,332 | 21 | -0,1036 | 21 | 0,2636 | 21 |
| H6.22 | 11,758 | 23 | 69,70 | 23 | 0,332 | 22 | -0,1553 | 23 | 0,2696 | 22 |
| H6.23 | 9,364 | 25 | 61,91 | 25 | 0,095 | 25 | -0,2944 | 25 | 0,3611 | 25 |
| H6.24 | 15,440 | 9 | 89,99 | 6 | 0,609 | 11 | 0,0783 | 9 | 0,1123 | 6 |
| H6.25 | 15,022 | 10 | 83,88 | 13 | 0,603 | 12 | 0,0520 | 10 | 0,1162 | 7 |

Raspa işleri tehlike kaynağı için farklı yöntemler kullanılarak belirlenen ilk üç kontrol noktası, yaklaşımımızın sonuçlarıyla yüksek oranda tutarlıdır (Tablo 5.165). Karar modeli yöntemimiz ve bulanık COPRAS, bulanık TOPSIS, bulanık MABAC ve bulanık VIKOR metodolojileri kullanılarak raspa işleri kontrol noktalarının sıralamaları için BCoCoSo ile en güçlü korelasyon BCoCoSo ve BMABAC arasındadır (spearman korelasyon katsayısı 0.997), BVIKOR ile yüksek korelasyon vardır (spearman korelasyon katsayısı 0.954), BTOPSIS ile çok iyi korelasyon mevcuttur (spearman korelasyon katsayısı 0.947), BCOPRAS ile güçlü korelasyona sahiptir (spearman korelasyon katsayısı 0.923). Tüm korelasyonlar için p-değerleri 0.05'ten çok küçük ($p < 0.001$). Bu, tüm ilişkilerin istatistiksel olarak son derece anlamlı olduğunu gösterir. Kendall W uyum katsayısı 0.947 değeri çok yüksek bir uyumun olduğunu gösterir. Bu sonuçlar, tüm yöntemlerin sıralamaları arasında çok güçlü bir tutarlılık olduğunu ifade eder.



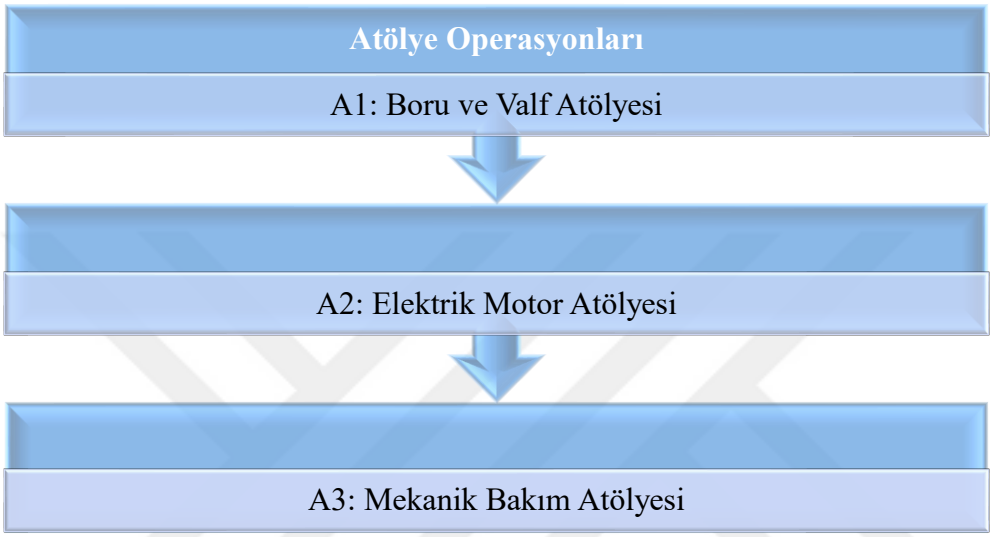

**Şekil 5.26** Raspa işleri için karşılaştırmalı analiz göstergesi

Raspa işleri kontrol noktaları için önerilen karar modeli analiz sonuçları ile karşılaştırmalı analiz yöntemleri sonuçları arasındaki gösterge Şekil 5.26'da sunulmaktadır.

### 5.2.7 Atölye Operasyonları İçin Uygulama Örneği

**Adım 1. Riskleri tanımlanması**

Bu aşamada önerilen risk analizi karar modeli, Şekil 5.2'deki risk yönetim dizisi referans alınarak atölye operayonları için uygulanmıştır. Adım 1'deki talimatlar izlenerek ilk olarak atölye operasyonları için üç adet tehlike kaynağı tespit edilmiştir (Şekil 5.27).




**Şekil 5.27** Atölye operasyonları için tehlike kaynakları

İkinci olarak tehlike kaynaklarına ilişkin potansiyel tehlike faktörleri ile olası sonuçları mesleki riskler olarak tanımlanmıştır. Atölye operasyonları için mesleki riskler aşağıda sıralanmaktadır.

- R52: Makine ve ekipmanların hatalı kullanımı
- R53: Çalışma ortamında olumsuz hava koşulları, oksijen yetersizliği
- R54: Çarpma, kesme, delme

Üçüncü olarak uzman ekip görüşlerine başvurularak atölye operasyonları için tanımlanan her bir tehlike kaynağına yönelik kontrol noktaları tespit edilmiştir. Tehlike kaynakları için tanımlanan kontrol noktaları için önerilen karar modeli analizleri aşağıda sunulmaktadır.

#### 5.2.7.1 Boru ve Valf Atölyesi

Boru ve valf atölyesi tehlike kaynağı için adet kontrol noktası tespit edilmiştir. Tespit edilen kontrol noktalarına dair bilgiler aşağıda sıralanmıştır.

- A1.01: Boru devrelerinin içerik ve özelliklerinin bilinmemesi.

- A1.02: Boru ve valflerde kullanılan emniyet renklerinin bilinmemesi.
- A1.03: Boru ve valflerde izinsiz olarak sıcak çalışma yapılması.
- A1.04: Sökülmüş ve bağımsız hale getirilmiş olan boru ve valflerden gaz ölçümü alınmaması.
- A1.05: Boru ve valf işlerinde çalışan personelin mesleki eğitim ve tecrübeye sahip olmaması.
- A1.06: Sökülmüş ve bağımsız hale getirilmiş olan boruların askıda bırakılması.
- A1.07: Saplama ve somunları sökülmüş olan boruların çekiçle vurularak çıkarılması.
- A1.08: Sıkışmış boruların balyoz marifeti ile çıkarılması sırasında ceraskal veya sapan ile bağlanmaması.
- A1.09: Sökülecek boru ve valflerin diğer tank ve bölmelere iştirakinin bulunması.
- A1.10: İçerisinde yağ yakıt ve gaz bulunan boru devrelerinin temizlenmemesi.
- A1.11: Gaz boru devrelerinin sökümü sırasında çalışma mahalinin gaz ile dolması.
- A1.12: Aktif ve basınçlı boru devrelerinde çalışma yapılması.
- A1.13: Suda bulunan gemilerde klistin valf ve borularında çalışma yapılması.
- A1.14: Su ve yakıt boru devrelerinin sökümü sırasında uygunsuz elektrikli elaleti kullanılması.
- A1.15: Soğuk çalışma ile açılan boru devrelerinin etrafında sigara içilmesi veya sıcak çalışma yapılması.
- A1.16: Sökülen boru ve valflerin gelişigüzel istiflenmesi.
- A1.17: Transfer sırasında kopuk ve hasarlı sapan kullanılması.
- A1.18: Sıcak çalışma ile açılan boru ve valflerin yakıt tanklarına iştirakli olması.
- A1.19: İmalatı yapılan boruların makine dairesi ve gemi güvertesinde yapılması.
- A1.20: Boru ve valflerin kapalı alanlarda asit ile temizlenmesinde kişisel koruyucu donanım kullanılmaması (Tyvek tulum ve yarım yüz maske).

- A1.21: Galvanizli borularda sıcak çalışma sırasında uygun havalandırma yapılmaması
- A1.22: Boru devrelerinin terstlerinin patlayıcı, parlayıcı vb. tehlikeli gazlar ile yapılması
- A1.23: Hava testi sırasında monometrelerin doğru çalışmaması
- A1.24: Körleme yapılan boruların izinsiz olarak körlerinin alınması
- A1.25: Çalışma izni verilmemiş olan boru devrelerinin gemi onayı ile kesilmesi

Karar verici uzman ekip tarafından her bir kriter için kontrol noktalarına Tablo 5.166'de bulanık dilsel terimler atanmıştır.

**Tablo 5.166** Boru ve valf atölyesi için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi

| **Kontrol Noktaları** | **KV 1** | | | | **KV 2** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| A1.01 | ÇD | D | OD | O | ÇD | D | D | OD |
| A1.02 | OD | OD | O | OD | OD | O | OY | OD |
| A1.03 | Y | O | ÇD | Y | ÇY | OY | D | OY |
| A1.04 | Y | D | Y | Y | ÇY | OD | Y | Y |
| A1.05 | O | D | ÇD | O | O | D | OD | O |
| A1.06 | ÇD | O | ÇY | Y | D | OY | OY | Y |
| A1.07 | D | D | D | D | OD | OD | OD | OD |
| A1.08 | OD | D | Y | O | O | D | Y | OY |
| A1.09 | OY | OY | OY | OY | OY | Y | Y | Y |
| A1.10 | Y | D | Y | Y | ÇY | OD | Y | ÇY |
| A1.11 | Y | D | Y | Y | ÇY | D | Y | ÇY |
| A1.12 | D | OD | O | OY | OD | OD | O | Y |
| A1.13 | OD | O | OD | OY | OD | O | OD | OY |
| A1.14 | D | D | Y | O | O | ÇD | Y | O |
| A1.15 | O | OY | OY | Y | O | Y | Y | Y |
| A1.16 | OD | OY | OY | O | OD | Y | Y | OY |

**Tablo 5.166** Boru ve valf atölyesi için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A1.17 | O | O | OY | OY | O | O | Y | Y |
| A1.18 | OD | OD | O | ÇY | O | O | O | ÇY |
| A1.19 | Y | OD | D | Y | Y | OD | OD | Y |
| A1.20 | OD | D | OY | OY | OD | D | Y | Y |
| A1.21 | OD | D | O | OY | O | OD | OY | Y |
| A1.22 | D | D | D | ÇY | OD | OD | OD | ÇY |
| A1.23 | D | O | O | Y | OD | OY | OY | Y |
| A1.24 | O | OD | OD | Y | OY | O | O | ÇY |
| A1.25 | Y | OY | OD | Y | ÇY | Y | O | Y |
| **Kontrol Noktaları** | **KV 3** | | | | **KV 4** | | | |
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| A1.01 | D | OD | OD | OY | D | D | D | O |
| A1.02 | O | OD | O | Y | OY | O | OD | ÇY |
| A1.03 | OY | O | D | OY | Y | OD | ÇD | Y |
| A1.04 | Y | D | Y | ÇY | ÇY | OD | ÇY | ÇY |
| A1.05 | OD | ÇD | ÇD | OY | D | D | ÇD | O |
| A1.06 | ÇD | OD | Y | ÇY | D | O | OY | ÇY |
| A1.07 | D | D | O | OY | OD | OD | OD | O |
| A1.08 | OD | O | Y | Y | O | OY | OY | OY |
| A1.09 | O | D | ÇY | Y | OY | OD | OY | ÇY |
| A1.10 | Y | ÇD | Y | ÇY | ÇY | D | ÇY | ÇY |
| A1.11 | ÇY | D | Y | ÇY | Y | ÇD | ÇY | ÇY |
| A1.12 | OD | D | OY | ÇY | D | OD | O | ÇY |
| A1.13 | O | OD | ÇD | OY | D | D | D | Y |
| A1.14 | ÇD | ÇD | Y | OD | ÇD | D | OY | O |
| A1.15 | OY | OY | ÇD | Y | O | D | D | ÇY |
| A1.16 | D | OD | ÇY | O | ÇD | OY | OY | O |

**Tablo 5.166** Boru ve valf atölyesi için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A1.17 | O | OD | O | O | OD | O | Y | Y |
| A1.18 | OY | O | OY | ÇY | Y | OD | Y | ÇY |
| A1.19 | OY | D | O | Y | O | ÇD | D | ÇY |
| A1.20 | OD | OD | Y | OY | D | D | ÇY | ÇY |
| A1.21 | O | D | Y | OY | OD | OD | OY | O |
| A1.22 | ÇD | ÇD | ÇD | ÇY | OD | D | D | Y |
| A1.23 | D | OD | OY | Y | ÇD | OY | OD | ÇY |
| A1.24 | OY | O | OD | ÇY | O | Y | D | Y |
| A1.25 | ÇY | O | OY | OY | ÇY | Y | O | O |

**Adım 2. Risklerin analiz edilmesi**

Bu aşamada bulanık CoCoSo adımları uygulanmıştır. Karar verici uzman ekibin dilsel değerlendirmelerine karşılık gelen matrislerin aritmetik ortalaması alınarak başlangıç (toplu) karar matrisi elde edilir (Tablo 5.167). Elde edilen bulanık toplu karar matrisi normalleştirilerek bulanık normalize karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 5.168).

**Tablo 5.167** Boru ve valf atölyesi için BCoCoSo toplu karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A1.01 | 0,000 | 0,050 | 0,200 | 0,025 | 0,150 | 0,350 |
| A1.02 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,200 | 0,400 | 0,600 |
| A1.03 | 0,700 | 0,875 | 0,975 | 0,300 | 0,500 | 0,700 |
| A1.04 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,050 | 0,200 | 0,400 |
| A1.05 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,000 | 0,075 | 0,250 |
| A1.06 | 0,000 | 0,050 | 0,200 | 0,300 | 0,500 | 0,700 |
| A1.07 | 0,050 | 0,200 | 0,400 | 0,050 | 0,200 | 0,400 |
| A1.08 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,200 | 0,350 | 0,550 |
| A1.09 | 0,450 | 0,650 | 0,850 | 0,325 | 0,500 | 0,675 |

**Tablo 5.167** Boru ve valf atölyesi için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A1.10 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,025 | 0,125 | 0,300 |
| A1.11 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,000 | 0,075 | 0,250 |
| A1.12 | 0,050 | 0,200 | 0,400 | 0,075 | 0,250 | 0,450 |
| A1.13 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,175 | 0,350 | 0,550 |
| A1.14 | 0,075 | 0,150 | 0,300 | 0,000 | 0,050 | 0,200 |
| A1.15 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,425 | 0,600 | 0,775 |
| A1.16 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,450 | 0,650 | 0,825 |
| A1.17 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,250 | 0,450 | 0,650 |
| A1.18 | 0,400 | 0,600 | 0,775 | 0,200 | 0,400 | 0,600 |
| A1.19 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,050 | 0,175 | 0,350 |
| A1.20 | 0,075 | 0,250 | 0,450 | 0,025 | 0,150 | 0,350 |
| A1.21 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,050 | 0,200 | 0,400 |
| A1.22 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,025 | 0,125 | 0,300 |
| A1.23 | 0,025 | 0,125 | 0,300 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| A1.24 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,350 | 0,550 | 0,725 |
| A1.25 | 0,850 | 0,975 | 1,000 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| A1.01 | 0,050 | 0,200 | 0,400 | 0,300 | 0,500 | 0,700 |
| A1.02 | 0,300 | 0,500 | 0,700 | 0,450 | 0,625 | 0,750 |
| A1.03 | 0,000 | 0,050 | 0,200 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| A1.04 | 0,750 | 0,925 | 1,000 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| A1.05 | 0,025 | 0,075 | 0,200 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| A1.06 | 0,650 | 0,825 | 0,950 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| A1.07 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,225 | 0,400 | 0,600 |
| A1.08 | 0,650 | 0,850 | 0,975 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| A1.09 | 0,650 | 0,825 | 0,950 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| A1.10 | 0,750 | 0,925 | 1,000 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |

**Tablo 5.167** Boru ve valf atölyesi için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A1.11 | 0,750 | 0,925 | 1,000 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| A1.12 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| A1.13 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,925 |
| A1.14 | 0,650 | 0,850 | 0,975 | 0,250 | 0,450 | 0,650 |
| A1.15 | 0,300 | 0,425 | 0,575 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| A1.16 | 0,650 | 0,825 | 0,950 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| A1.17 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| A1.18 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,900 | 1,000 | 1,000 |
| A1.19 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| A1.20 | 0,700 | 0,875 | 0,975 | 0,650 | 0,825 | 0,950 |
| A1.21 | 0,500 | 0,700 | 0,875 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| A1.22 | 0,025 | 0,125 | 0,300 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| A1.23 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| A1.24 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| A1.25 | 0,300 | 0,500 | 0,700 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |

**Tablo 5.168** Boru ve valf atölyesi için BCoCoSo normalize karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A1.01 | 0,000 | 0,050 | 0,200 | 0,611 | 0,833 | 0,972 |
| A1.02 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,333 | 0,556 | 0,778 |
| A1.03 | 0,700 | 0,875 | 0,975 | 0,222 | 0,444 | 0,667 |
| A1.04 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,556 | 0,778 | 0,944 |
| A1.05 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,000 | 0,917 | 1,000 |
| A1.06 | 0,000 | 0,050 | 0,200 | 0,222 | 0,444 | 0,667 |
| A1.07 | 0,050 | 0,200 | 0,400 | 0,556 | 0,778 | 0,944 |
| A1.08 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,389 | 0,611 | 0,778 |
| A1.09 | 0,450 | 0,650 | 0,850 | 0,250 | 0,444 | 0,639 |
| A1.10 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,667 | 0,861 | 0,972 |

**Tablo 5.168** Boru ve valf atölyesi için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A1.11 | 0,800 | 0,950 | 1,000 | 0,000 | 0,917 | 1,000 |
| A1.12 | 0,050 | 0,200 | 0,400 | 0,500 | 0,722 | 0,917 |
| A1.13 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,389 | 0,611 | 0,806 |
| A1.14 | 0,075 | 0,150 | 0,300 | 0,000 | 0,944 | 1,000 |
| A1.15 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,139 | 0,333 | 0,528 |
| A1.16 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,083 | 0,278 | 0,500 |
| A1.17 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,278 | 0,500 | 0,722 |
| A1.18 | 0,400 | 0,600 | 0,775 | 0,333 | 0,556 | 0,778 |
| A1.19 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,611 | 0,806 | 0,944 |
| A1.20 | 0,075 | 0,250 | 0,450 | 0,611 | 0,833 | 0,972 |
| A1.21 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,556 | 0,778 | 0,944 |
| A1.22 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,667 | 0,861 | 0,972 |
| A1.23 | 0,025 | 0,125 | 0,300 | 0,167 | 0,389 | 0,611 |
| A1.24 | 0,400 | 0,600 | 0,800 | 0,194 | 0,389 | 0,611 |
| A1.25 | 0,850 | 0,975 | 1,000 | 0,000 | 0,167 | 0,389 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| A1.01 | 0,600 | 0,800 | 0,950 | 0,097 | 0,355 | 0,613 |
| A1.02 | 0,300 | 0,500 | 0,700 | 0,290 | 0,516 | 0,677 |
| A1.03 | 0,000 | 0,950 | 1,000 | 0,484 | 0,742 | 0,935 |
| A1.04 | 0,000 | 0,075 | 0,250 | 0,742 | 0,935 | 1,000 |
| A1.05 | 0,800 | 0,925 | 0,975 | 0,161 | 0,419 | 0,677 |
| A1.06 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,742 | 0,935 | 1,000 |
| A1.07 | 0,500 | 0,700 | 0,875 | 0,000 | 0,226 | 0,484 |
| A1.08 | 0,025 | 0,150 | 0,350 | 0,355 | 0,613 | 0,839 |
| A1.09 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,613 | 0,839 | 0,968 |
| A1.10 | 0,000 | 0,075 | 0,250 | 0,806 | 0,968 | 1,000 |
| A1.11 | 0,000 | 0,075 | 0,250 | 0,806 | 0,968 | 1,000 |

**Tablo 5.168** Boru ve valf atölyesi için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A1.12 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,677 | 0,871 | 0,968 |
| A1.13 | 0,650 | 0,825 | 0,950 | 0,419 | 0,677 | 0,903 |
| A1.14 | 0,025 | 0,150 | 0,350 | 0,032 | 0,290 | 0,548 |
| A1.15 | 0,425 | 0,575 | 0,700 | 0,677 | 0,903 | 1,000 |
| A1.16 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,161 | 0,419 | 0,677 |
| A1.17 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,419 | 0,677 | 0,871 |
| A1.18 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,871 | 1,000 | 1,000 |
| A1.19 | 0,550 | 0,750 | 0,900 | 0,677 | 0,903 | 1,000 |
| A1.20 | 0,025 | 0,125 | 0,300 | 0,548 | 0,774 | 0,935 |
| A1.21 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,355 | 0,613 | 0,839 |
| A1.22 | 0,700 | 0,875 | 0,975 | 0,806 | 0,968 | 1,000 |
| A1.23 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,677 | 0,903 | 1,000 |
| A1.24 | 0,500 | 0,700 | 0,875 | 0,742 | 0,935 | 1,000 |
| A1.25 | 0,300 | 0,500 | 0,700 | 0,419 | 0,677 | 0,871 |

Denklem (3.22) ve (3.23) kullanılarak, ağırlıklı karşılaştırma bulanık toplamının ($\tilde{S}_i$) güç ağırlığı ve her kontrol noktası için üstel ağırlıklı karşılaştırmalı dizileri ($\tilde{P}_i$) hesaplandı. Sonuçlar Tablo 5.169' de sunulmaktadır.

**Tablo 5.169** Boru ve valf atölyesi için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı

| **Kısa kod** | $\tilde{S}_i$ | | | $\tilde{P}_i$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A1.01 | 0,639 | 1,058 | 0,733 | 2,283 | 2,614 | 3,187 |
| A1.02 | 0,582 | 1,038 | 0,753 | 2,875 | 2,817 | 3,351 |
| A1.03 | 0,706 | 1,546 | 0,960 | 2,399 | 3,426 | 3,774 |
| A1.04 | 1,051 | 1,391 | 0,859 | 2,718 | 3,074 | 3,484 |
| A1.05 | 0,557 | 1,351 | 0,859 | 2,180 | 3,151 | 3,549 |
| A1.06 | 0,511 | 0,819 | 0,595 | 2,040 | 2,244 | 2,868 |
| A1.07 | 0,539 | 0,987 | 0,725 | 2,130 | 2,624 | 3,232 |

**Tablo 5.169** Boru ve valf atölyesi için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A1.08 | 0,484 | 0,905 | 0,689 | 2,554 | 2,554 | 3,174 |
| A1.09 | 0,685 | 1,072 | 0,754 | 2,821 | 2,776 | 3,310 |
| A1.10 | 1,139 | 1,450 | 0,866 | 2,782 | 3,138 | 3,498 |
| A1.11 | 0,812 | 1,479 | 0,874 | 1,886 | 3,168 | 3,511 |
| A1.12 | 0,737 | 1,151 | 0,787 | 2,867 | 2,878 | 3,385 |
| A1.13 | 0,782 | 1,245 | 0,847 | 3,030 | 3,046 | 3,531 |
| A1.14 | 0,066 | 0,789 | 0,590 | 1,269 | 2,259 | 2,885 |
| A1.15 | 0,795 | 1,208 | 0,799 | 3,038 | 3,003 | 3,438 |
| A1.16 | 0,172 | 0,536 | 0,504 | 2,021 | 1,975 | 2,724 |
| A1.17 | 0,524 | 0,959 | 0,723 | 2,729 | 2,670 | 3,270 |
| A1.18 | 0,893 | 1,278 | 0,833 | 3,117 | 3,085 | 3,513 |
| A1.19 | 1,187 | 1,646 | 1,005 | 3,480 | 3,568 | 3,871 |
| A1.20 | 0,629 | 1,013 | 0,714 | 2,598 | 2,620 | 3,182 |
| A1.21 | 0,614 | 1,071 | 0,774 | 2,833 | 2,819 | 3,376 |
| A1.22 | 1,102 | 1,484 | 0,884 | 3,195 | 3,257 | 3,565 |
| A1.23 | 0,561 | 0,957 | 0,687 | 2,578 | 2,570 | 3,144 |
| A1.24 | 0,916 | 1,345 | 0,882 | 3,179 | 3,182 | 3,617 |
| A1.25 | 0,785 | 1,183 | 0,795 | 2,474 | 2,898 | 3,403 |

**Adım 3. Risk değerlendirmesi**

Denklemler (3.24)- (3.26) kullanılarak, her kontrol noktası için üç bulanık değerlendirme puanı ($\tilde{f}_{ia}$, $\tilde{f}_{ib}$ , $\tilde{f}_{ic}$) elde edilmiştir. Değerlendirme puanları Tablo 5.170'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.170** Boru ve valf atölyesi için BCoCoSo değerlendirme puanları

| **Kısa kod** | $\tilde{f}_{ia}$ | | | $\tilde{f}_{ib}$ | | | $\tilde{f}_{ic}$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A1.01 | 0,028 | 0,037 | 0,048 | 11,466 | 18,060 | 13,604 | 0,599 | 0,753 | 0,804 |
| A1.02 | 0,033 | 0,038 | 0,050 | 11,065 | 17,920 | 14,031 | 0,709 | 0,790 | 0,842 |

**Tablo 5.170** Boru ve valf atölyesi için BCoCoSo değerlendirme puanları (devamı)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A1.03 | 0,030 | 0,050 | 0,057 | 12,573 | 26,086 | 17,496 | 0,637 | 1,020 | 0,971 |
| A1.04 | 0,036 | 0,044 | 0,053 | 18,043 | 23,460 | 15,733 | 0,773 | 0,916 | 0,890 |
| A1.05 | 0,026 | 0,045 | 0,053 | 10,143 | 22,908 | 15,793 | 0,561 | 0,923 | 0,904 |
| A1.06 | 0,025 | 0,031 | 0,042 | 9,342 | 14,154 | 11,255 | 0,523 | 0,628 | 0,710 |
| A1.07 | 0,026 | 0,036 | 0,048 | 9,834 | 16,991 | 13,517 | 0,547 | 0,740 | 0,812 |
| A1.08 | 0,029 | 0,034 | 0,047 | 9,330 | 15,705 | 12,928 | 0,623 | 0,709 | 0,792 |
| A1.09 | 0,034 | 0,038 | 0,049 | 12,578 | 18,399 | 14,014 | 0,719 | 0,789 | 0,833 |
| A1.10 | 0,038 | 0,046 | 0,053 | 19,414 | 24,408 | 15,857 | 0,804 | 0,941 | 0,895 |
| A1.11 | 0,026 | 0,046 | 0,053 | 13,767 | 24,866 | 15,981 | 0,553 | 0,953 | 0,899 |
| A1.12 | 0,035 | 0,040 | 0,051 | 13,398 | 19,675 | 14,577 | 0,739 | 0,826 | 0,856 |
| A1.13 | 0,037 | 0,043 | 0,053 | 14,208 | 21,224 | 15,598 | 0,782 | 0,880 | 0,898 |
| A1.14 | 0,013 | 0,030 | 0,042 | 2,000 | 13,718 | 11,202 | 0,274 | 0,625 | 0,713 |
| A1.15 | 0,037 | 0,042 | 0,051 | 14,411 | 20,641 | 14,799 | 0,786 | 0,864 | 0,869 |
| A1.16 | 0,021 | 0,025 | 0,039 | 4,199 | 9,656 | 9,769 | 0,450 | 0,515 | 0,662 |
| A1.17 | 0,031 | 0,036 | 0,048 | 10,070 | 16,600 | 13,516 | 0,667 | 0,744 | 0,819 |
| A1.18 | 0,039 | 0,043 | 0,053 | 15,955 | 21,761 | 15,371 | 0,822 | 0,895 | 0,891 |
| A1.19 | 0,045 | 0,052 | 0,059 | 20,689 | 27,700 | 18,255 | 0,957 | 1,069 | 1,000 |
| A1.20 | 0,031 | 0,036 | 0,047 | 11,556 | 17,382 | 13,303 | 0,662 | 0,745 | 0,799 |
| A1.21 | 0,033 | 0,039 | 0,050 | 11,516 | 18,417 | 14,370 | 0,707 | 0,798 | 0,851 |
| A1.22 | 0,042 | 0,047 | 0,054 | 19,180 | 25,007 | 16,184 | 0,881 | 0,972 | 0,912 |
| A1.23 | 0,030 | 0,035 | 0,046 | 10,511 | 16,501 | 12,867 | 0,644 | 0,723 | 0,786 |
| A1.24 | 0,040 | 0,045 | 0,055 | 16,359 | 22,842 | 16,189 | 0,840 | 0,928 | 0,923 |
| A1.25 | 0,032 | 0,041 | 0,051 | 13,820 | 20,167 | 14,703 | 0,668 | 0,837 | 0,861 |

Bu üç bulanık değerlendirme puanları, Denklemler (3.27)- (3.29) kullanılarak net değerlendirme puanlarına ($f_{ia}$, $f_{ia}$, $f_{ia}$) dönüştürülmüştür (Tablo 5.171).

**Tablo 5.171** Boru ve valf atölyesi için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama

| Kısa kod | $f_{ia}$ | $f_{ib}$ | $f_{ic}$ | $f_i$ | Sıralama |
|---|---|---|---|---|---|
| A1.01 | 0,037 | 14,376 | 0,719 | 5,773 | 17 |
| A1.02 | 0,041 | 14,339 | 0,780 | 5,821 | 16 |
| A1.03 | 0,046 | 18,718 | 0,876 | 7,454 | 5 |
| A1.04 | 0,045 | 19,078 | 0,860 | 7,561 | 4 |
| A1.05 | 0,042 | 16,282 | 0,796 | 6,520 | 11 |
| A1.06 | 0,032 | 11,584 | 0,620 | 4,694 | 23 |
| A1.07 | 0,037 | 13,447 | 0,700 | 5,429 | 20 |
| A1.08 | 0,037 | 12,654 | 0,708 | 5,158 | 22 |
| A1.09 | 0,040 | 14,997 | 0,780 | 6,052 | 14 |
| A1.10 | 0,046 | 19,893 | 0,880 | 7,866 | 3 |
| A1.11 | 0,042 | 18,205 | 0,802 | 7,198 | 7 |
| A1.12 | 0,042 | 15,883 | 0,807 | 6,390 | 13 |
| A1.13 | 0,044 | 17,010 | 0,853 | 6,832 | 9 |
| A1.14 | 0,028 | 8,973 | 0,537 | 3,695 | 24 |
| A1.15 | 0,043 | 16,617 | 0,839 | 6,680 | 10 |
| A1.16 | 0,028 | 7,874 | 0,542 | 3,310 | 25 |
| A1.17 | 0,039 | 13,395 | 0,743 | 5,453 | 19 |
| A1.18 | 0,045 | 17,696 | 0,869 | 7,088 | 8 |
| A1.19 | 0,052 | 22,214 | 1,009 | 8,811 | 1 |
| A1.20 | 0,038 | 14,080 | 0,735 | 5,685 | 18 |
| A1.21 | 0,041 | 14,768 | 0,785 | 5,977 | 15 |
| A1.22 | 0,048 | 20,124 | 0,922 | 7,990 | 2 |
| A1.23 | 0,037 | 13,293 | 0,718 | 5,391 | 21 |
| A1.24 | 0,046 | 18,463 | 0,897 | 7,385 | 6 |
| A1.25 | 0,041 | 16,230 | 0,789 | 6,493 | 12 |

**Adım 4. Faaliyetlerin kontrol edilmesi**

Bulanık CoCoSo sonuçlarına göre A1.19 "İmalatı yapılan boruların makine dairesi ve gemi güvertesinde yapılması" 8,811 puan ile en öncelikli sağlık ve güvenlik çalışmalarını gerektiren kontrol noktası olarak elde edilmiştir. Bu kontrol noktasındaki sağlık ve güvenlik uygulamalarındaki eksiklikler parlama, patlama ve yangın sonucu ciddi yaralanma ve ölüm ile sonuçlanabilecek mesleki riskleri meydana getirebilir. Boru ve valf atölyesi için önem sıralaması yapılan kontrol noktalarına yönelik mesleki riskler Tablo 5.172'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.172** Boru ve valf atölyesi için mesleki riskler

| Sıra | Kontrol noktası | | Risk kodu |
|---|---|---|---|
| 1 | A1.19 | İmalatı yapılan boruların makine dairesi ve gemi güvertesinde yapılması | R23 |
| 2 | A1.22 | Boru devrelerinin terstlerinin patlayıcı, parlayıcı vb. tehlikeli gazlar ile yapılması | R23 |
| 3 | A1.10 | İçerisinde yağ yakıt ve gaz bulunan boru devrelerinin temizlenmemesi | R23 |
| 4 | A1.04 | Sökülmüş ve bağımsız hale getirilmiş olan boru ve valflerden gaz ölçümü alınmaması | R23 |
| 5 | A1.03 | Boru ve valflerde izinsiz olarak sıcak çalışma yapılması | R23 |
| 6 | A1.24 | Körleme yapılan boruların izinsiz olarak körlerinin alınması | R17 |
| 7 | A1.11 | Gaz boru devrelerinin sökümü sırasında çalışma mahalinin gaz ile dolması | R23 |
| 8 | A1.18 | Sıcak çalışma ile açılan boru ve valflerin yakıt tanklarına iştirakli olması | R23 |
| 9 | A1.13 | Suda bulunan gemilerde klistin valf ve borularında çalışma yapılması | R43 |
| 10 | A1.15 | Soğuk çalışma ile açılan boru devrelerinin etrafında sigara içilmesi veya sıcak çalışma yapılması | R23 |
| 11 | A1.05 | Boru ve valf işlerinde çalışan personelin mesleki eğitim ve tecrübeye sahip olmaması | R23 |
| 12 | A1.25 | Çalışma izni verilmemiş olan boru devrelerinin gemi onayı ile kesilmesi | R23 |
| 13 | A1.12 | Aktif ve basınçlı boru devrelerinde çalışma yapılması | R39 |

**Tablo 5.172** Boru ve valf atölyesi için mesleki riskler (devamı)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 14 | A1.09 | Sökülecek boru ve valflerin diğer tank ve bölmelere iştirakinin bulunması | R23 |
| 15 | A1.21 | Galvanizli borularda sıcak çalışma sırasında uygun havalandırma yapılmaması | R23 |
| 16 | A1.02 | Boru ve valflerde kullanılan emniyet renklerinin bilinmemesi | R23 |
| 17 | A1.01 | Boru devrelerinin içerik ve özelliklerinin bilinmemesi | R23 |
| 18 | A1.20 | Boru ve valflerin kapalı alanlarda asit ile temizlenmesi kkd kulanmaması (Tyvek tulum ve yarım yüz maske) | R31 |
| 19 | A1.17 | Transfer sırasında kopuk ve hasarlı sapan kullanılması | R17 |
| 20 | A1.07 | Saplama ve somunları sökülmüş olan boruların çekiçle vurularak çıkarılması | R17 |
| R21 | A1.23 | Hava testi sırasında monometrelerin doğru çalışmaması | R23 |
| 22 | A1.08 | Sıkışmış boruların balyoz marifeti ile çıkarılması sırasında ceraskal veya sapan ile bağlanmaması | R17 |
| 23 | A1.06 | Sökülmüş ve bağımsız hale getirilmiş olan boruların askıda bırakılması | R23 |
| 24 | A1.14 | Su ve yakıt boru devrelerinin sökümü sırasında elektrikli elaleti kullanılması | R23 |
| 25 | A1.16 | Sökülen boru ve valflerin gelişigüzel istiflenmesi | R17 |

### 5.2.7.2 Elektrik Motor ve Fan Atölyesi

Elektrik motor ve fan atölyesi tehlike kaynağı için otuzbir adet kontrol noktası tespit edilmiştir. Tespit edilen kontrol noktalarına dair bilgiler aşağıda sıralanmıştır.

- A2.01: Çalışanların fan ve aksamlarının elektrik beslemesini kapatmadan çalışmaya başlanması.
- A2.02: Sökülecek fanın elektrik bağlantı kabloları sökülmeden fanın söküm işlemlerine başlanması.
- A2.03: Sökülen elektrik besleme kablolarının uçlarının uygun şekilde izole edilerek kapatılmaması.
- A2.04: Elektrik beslemesini kontrol eden şalter, sigorta ve anahtarların yanlışlıkla aktif hale getirilmesi.
- A2.05: Beslemesi aktif hale gelen fan kablolarında personelin çalışması.

- A2.06: Beslemeyi kontrol eden şalter, sigorta ve anahtarların kilitlenmemesi ve ikaz yazılarının asılmaması.
- A2.07: Fanlarda çalışmaya başlamadan önce gemi yetkililerine haber verilmemesi.
- A2.08: Fanın sökülmeden yerinde bakım yapılması durumunda şalter, anahtar ve sigortaların başında gözcü bırakılmaması.
- A2.09: Yerinde sökülerek çıkarılan fanların oluşturduğu geniş ve derin açıklıkların korumaya alınmaması.
- A2.10: Sökülen fanların transferi öncesi gövde sağlamlığı, bağlama tertibatı ve gövde üzerinde düşebilecek malzeme ve parçaların kontrollerinin yapılmaması.
- A2.11: Mapasız ve bağlama tertibatı olmayan fanların transfer edilmesi.
- A2.12: Fanın transfer edilirken iç kısmının dış muhafazadan bağımsız olarak düşmesi.
- A2.13: Yerinden sökülerek çıkarılan fanların oluşturduğu geniş ve derin açıklıkların korumaya alınmaması.
- A2.14: Fan gövdesi üzerinde bulunan kapakların düşmesi
- A2.15: Kapaklar ve fan gövdesi arasında personelin sıkışması
- A2.16: Ağırlığı bilinmeyen fanların bulundukları yerden transferinin çalışanlar tarafından yapılması
- A2.17: Fanlar üzerinde bulunan aybolt, mapaların kontrol edilmemesi
- A2.18: Fan kanalları içine personelin malzeme düşürmesi
- A2.19: Fan kanallarında çalışmaya başlamadan önce kanal içinin yangın, patlama riski açısından kontrol edilmemesi
- A2.20: Fan kanalı içinde çalışma öncesi acil durum ve kurtarma planı hazırlanmaması
- A2.21: Düşen malzemelerin ve ekipmanların fan kanalı içinde bırakılması
- A2.22: Kanal içinde çalışma sırasında yeterli havalandırmanın yapılmaması
- A2.23: Kanal içinde çalışma öncesi yeterli aydınlatmanın yapılmamış olması
- A2.24: Kanal içinde yapılacak bakım onarım işleri için kurulan iskelelerin prosedür ve talimatlara uygun olmaması
- A2.25: Kurulan iskelelerin altında emniyet platformu bulunmaması

- A2.26: Kurulan iskelelerde çalışan personelin kanaldan bağımsız bir noktadan bağlanmaması
- A2.27: Sökülen ve montaj yapılan fanların elektrik bağlantılarının yeterliliği olmayan personel tarafından yapılması
- A2.28: Yerine montajı yapılan fanların işlk testleri sırasında personelin fanın hava çıkış yönünde durması
- A2.29: Montajı yapılan fanın testi sırasında pervane ve kanatların kırılarak fırlaması
- A2.30: Fanın testi veya çalıştırılması sırasında fan kanallarında çalışan olup olmadığının kontrol edilmemesi
- A2.31: Fanların sökümü sırasında sıcak çalışma öncesi yanıcı ve patlayıcı koşulların değerlendirilmemesi

Karar verici uzman ekip tarafından her bir kriter için kontrol noktalarına Tablo 5.173'te bulanık dilsel terimler atanmıştır.

**Tablo 5.173** Elektrik motor ve fan atölyesi için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi

| **Kontrol Noktaları** | **KV 1** | | | | **KV 2** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| A2.01 | D | OY | OD | OY | O | OY | OD | ÇY |
| A2.02 | D | OY | OD | OY | O | OY | OD | ÇY |
| A2.03 | D | OY | D | OY | O | OY | OD | ÇY |
| A2.04 | D | OY | ÇD | OY | O | OY | OD | ÇY |
| A2.05 | D | OY | ÇD | OY | O | OY | ÇD | ÇY |
| A2.06 | D | OY | ÇD | OY | O | Y | ÇD | ÇY |
| A2.07 | D | O | OD | ÇY | O | OY | OD | ÇY |
| A2.08 | D | O | OD | ÇY | O | Y | O | ÇY |
| A2.09 | D | OY | OD | OY | O | O | OY | Y |
| A2.10 | D | O | OD | OY | O | OD | O | OY |
| A2.11 | D | O | OD | OY | O | OY | OD | OY |
| A2.12 | D | OY | OD | OY | O | OY | OD | OY |

**Tablo 5.173** Elektrik motor ve fan atölyesi için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A2.13 | D | O | OY | OY | O | O | OD | OY |
| A2.14 | D | OY | O | D | O | OY | O | OD |
| A2.15 | D | O | O | O | O | OD | O | OY |
| A2.16 | D | OY | O | OY | O | O | OD | OY |
| A2.17 | D | OY | O | OY | O | Y | O | Y |
| A2.18 | D | OD | D | Y | O | OY | O | ÇY |
| A2.19 | D | OD | OD | ÇY | O | OY | OD | ÇY |
| A2.20 | D | Y | OD | ÇY | O | O | D | ÇY |
| A2.21 | D | O | D | O | O | O | OD | Y |
| A2.22 | D | OD | OD | OD | O | O | OD | Y |
| A2.23 | D | OY | OD | Y | O | O | OD | Y |
| A2.24 | D | OY | OD | OY | O | O | D | OY |
| A2.25 | D | OY | OD | O | O | Y | D | Y |
| A2.26 | D | ÇY | OD | ÇY | O | ÇY | OD | ÇY |
| A2.27 | D | Y | O | Y | O | Y | OD | Y |
| A2.28 | D | Y | O | Y | O | Y | OD | Y |
| A2.29 | D | ÇY | OD | ÇY | O | OY | OD | ÇY |
| A2.30 | D | ÇY | OD | ÇY | O | ÇY | OD | ÇY |
| A2.31 | D | ÇY | OD | ÇY | O | ÇY | OD | ÇY |
| **Kontrol Noktaları** | **KV 3** | | | | **KV 4** | | | |
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| A2.01 | D | Y | ÇD | Y | OD | Y | D | Y |
| A2.02 | D | Y | ÇD | Y | OD | Y | D | Y |
| A2.03 | D | Y | ÇD | Y | OD | Y | D | Y |
| A2.04 | D | Y | ÇD | Y | OD | Y | D | Y |
| A2.05 | D | Y | ÇD | Y | OD | Y | D | Y |
| A2.06 | D | Y | ÇD | Y | OD | Y | D | Y |

**Tablo 5.173** Elektrik motor ve fan atölyesi için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A2.07 | D | OY | ÇD | OY | OD | Y | D | Y |
| A2.08 | D | OY | ÇD | OY | OD | Y | D | Y |
| A2.09 | D | OD | O | OD | OD | O | OY | O |
| A2.10 | D | D | OD | D | OD | OD | O | OD |
| A2.11 | D | OD | O | OD | OD | O | OY | O |
| A2.12 | D | OD | O | OD | OD | O | OY | O |
| A2.13 | D | D | OD | D | OD | OD | O | OD |
| A2.14 | D | OD | D | O | OD | O | OD | OY |
| A2.15 | D | D | D | D | OD | OD | OD | OD |
| A2.16 | D | OD | OD | OD | OD | O | O | O |
| A2.17 | D | OD | D | OD | OD | O | OD | O |
| A2.18 | D | O | OD | O | OD | OY | O | OY |
| A2.19 | D | Y | ÇD | Y | OD | ÇY | D | ÇY |
| A2.20 | D | OY | ÇD | OY | OD | Y | D | Y |
| A2.21 | D | D | O | D | OD | OD | OY | OD |
| A2.22 | D | O | ÇD | O | OD | OY | D | OY |
| A2.23 | D | O | ÇD | O | OD | OY | D | OY |
| A2.24 | D | OD | ÇD | OD | OD | O | D | O |
| A2.25 | D | O | ÇD | O | OD | OY | D | OY |
| A2.26 | D | OY | O | OY | OD | Y | OY | Y |
| A2.27 | D | O | D | OO | OD | OY | OD | Y |
| A2.28 | D | O | OD | O | OD | OY | O | OY |
| A2.29 | D | OY | ÇD | OY | OD | Y | D | Y |
| A2.30 | D | OY | ÇD | O | OD | Y | D | OY |
| A2.31 | D | Y | ÇD | Y | OD | ÇY | D | ÇY |

**Adım 2. Risklerin analiz edilmesi**

Bu aşamada bulanık CoCoSo adımları uygulanmıştır. Karar verici uzman ekibin dilsel değerlendirmelerine karşılık gelen matrislerin aritmetik ortalaması alınarak başlangıç (toplu) karar matrisi elde edilir (Tablo 5.174). Elde edilen bulanık toplu karar matrisi normalleştirilerek bulanık normalize karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 5.175).

**Tablo 5.174** Elektrik motor ve fan atölyesi için BCoCoSo toplu karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A2.01 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| A2.02 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| A2.03 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| A2.04 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| A2.05 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,600 | 0,800 | 0,950 |
| A2.06 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,850 | 0,975 |
| A2.07 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| A2.08 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| A2.09 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,300 | 0,500 | 0,700 |
| A2.10 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,125 | 0,300 | 0,500 |
| A2.11 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,300 | 0,500 | 0,700 |
| A2.12 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| A2.13 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,175 | 0,350 | 0,550 |
| A2.14 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| A2.15 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,125 | 0,300 | 0,500 |
| A2.16 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,300 | 0,500 | 0,700 |
| A2.17 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,400 | 0,600 | 0,775 |
| A2.18 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| A2.19 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,550 | 0,725 | 0,850 |
| A2.20 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| A2.21 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,175 | 0,350 | 0,550 |

**Tablo 5.174** Elektrik motor ve fan atölyesi için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A2.22 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,300 | 0,500 | 0,700 |
| A2.23 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,400 | 0,600 | 0,800 |
| A2.24 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,300 | 0,500 | 0,700 |
| A2.25 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| A2.26 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| A2.27 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| A2.28 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| A2.29 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,825 | 0,950 |
| A2.30 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| A2.31 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| A2.01 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| A2.02 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| A2.03 | 0,025 | 0,125 | 0,300 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| A2.04 | 0,025 | 0,100 | 0,250 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| A2.05 | 0,000 | 0,025 | 0,150 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| A2.06 | 0,000 | 0,025 | 0,150 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| A2.07 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| A2.08 | 0,100 | 0,225 | 0,400 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| A2.09 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,400 | 0,600 | 0,775 |
| A2.10 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,275 | 0,450 | 0,650 |
| A2.11 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| A2.12 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| A2.13 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,275 | 0,450 | 0,650 |
| A2.14 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,225 | 0,400 | 0,600 |
| A2.15 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,225 | 0,400 | 0,600 |
| A2.16 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |

**Tablo 5.174** Elektrik motor ve fan atölyesi için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A2.17 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,400 | 0,600 | 0,775 |
| A2.18 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,600 | 0,775 | 0,900 |
| A2.19 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| A2.20 | 0,025 | 0,125 | 0,300 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| A2.21 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,275 | 0,450 | 0,625 |
| A2.22 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,400 | 0,600 | 0,775 |
| A2.23 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| A2.24 | 0,025 | 0,125 | 0,300 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| A2.25 | 0,025 | 0,125 | 0,300 | 0,450 | 0,650 | 0,825 |
| A2.26 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| A2.27 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| A2.28 | 0,200 | 0,400 | 0,600 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| A2.29 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| A2.30 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |
| A2.31 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |

**Tablo 5.175** Elektrik motor ve fan atölyesi için BCoCoSo normalize karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A2.01 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,057 | 0,229 | 0,457 |
| A2.02 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,057 | 0,229 | 0,457 |
| A2.03 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,057 | 0,229 | 0,457 |
| A2.04 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,057 | 0,229 | 0,457 |
| A2.05 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,057 | 0,229 | 0,457 |
| A2.06 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,029 | 0,171 | 0,400 |
| A2.07 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,143 | 0,343 | 0,571 |
| A2.08 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,114 | 0,286 | 0,514 |
| A2.09 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,343 | 0,571 | 0,800 |
| A2.10 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,571 | 0,800 | 1,000 |

**Tablo 5.175** Elektrik motor ve fan atölyesi için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A2.11 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,343 | 0,571 | 0,800 |
| A2.12 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,286 | 0,514 | 0,743 |
| A2.13 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,514 | 0,743 | 0,943 |
| A2.14 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,286 | 0,514 | 0,743 |
| A2.15 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,571 | 0,800 | 1,000 |
| A2.16 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,343 | 0,571 | 0,800 |
| A2.17 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,257 | 0,457 | 0,686 |
| A2.18 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,286 | 0,514 | 0,743 |
| A2.19 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,171 | 0,314 | 0,514 |
| A2.20 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,114 | 0,286 | 0,514 |
| A2.21 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,514 | 0,743 | 0,943 |
| A2.22 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,343 | 0,571 | 0,800 |
| A2.23 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,229 | 0,457 | 0,686 |
| A2.24 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,343 | 0,571 | 0,800 |
| A2.25 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,143 | 0,343 | 0,571 |
| A2.26 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,029 | 0,114 | 0,286 |
| A2.27 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,114 | 0,286 | 0,514 |
| A2.28 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,114 | 0,286 | 0,514 |
| A2.29 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,057 | 0,200 | 0,400 |
| A2.30 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,029 | 0,114 | 0,286 |
| A2.31 | 0,000 | 0,429 | 1,000 | 0,000 | 0,029 | 0,171 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| A2.01 | 0,533 | 0,767 | 0,933 | 0,613 | 0,839 | 0,968 |
| A2.02 | 0,533 | 0,767 | 0,933 | 0,613 | 0,839 | 0,968 |
| A2.03 | 0,600 | 0,833 | 0,967 | 0,613 | 0,839 | 0,968 |
| A2.04 | 0,667 | 0,867 | 0,967 | 0,613 | 0,839 | 0,968 |
| A2.05 | 0,000 | 0,967 | 1,000 | 0,613 | 0,839 | 0,968 |

**Tablo 5.175** Elektrik motor ve fan atölyesi için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A2.06 | 0,000 | 0,967 | 1,000 | 0,613 | 0,839 | 0,968 |
| A2.07 | 0,533 | 0,767 | 0,933 | 0,677 | 0,871 | 0,968 |
| A2.08 | 0,467 | 0,700 | 0,867 | 0,677 | 0,871 | 0,968 |
| A2.09 | 0,000 | 0,267 | 0,533 | 0,226 | 0,484 | 0,710 |
| A2.10 | 0,200 | 0,467 | 0,733 | 0,065 | 0,290 | 0,548 |
| A2.11 | 0,133 | 0,400 | 0,667 | 0,161 | 0,419 | 0,677 |
| A2.12 | 0,133 | 0,400 | 0,667 | 0,161 | 0,419 | 0,677 |
| A2.13 | 0,133 | 0,400 | 0,667 | 0,065 | 0,290 | 0,548 |
| A2.14 | 0,267 | 0,533 | 0,767 | 0,000 | 0,226 | 0,484 |
| A2.15 | 0,267 | 0,533 | 0,767 | 0,000 | 0,226 | 0,484 |
| A2.16 | 0,200 | 0,467 | 0,733 | 0,161 | 0,419 | 0,677 |
| A2.17 | 0,267 | 0,533 | 0,767 | 0,226 | 0,484 | 0,710 |
| A2.18 | 0,267 | 0,533 | 0,767 | 0,484 | 0,710 | 0,871 |
| A2.19 | 0,533 | 0,767 | 0,933 | 0,806 | 0,968 | 1,000 |
| A2.20 | 0,600 | 0,833 | 0,967 | 0,677 | 0,871 | 0,968 |
| A2.21 | 0,200 | 0,467 | 0,700 | 0,065 | 0,290 | 0,516 |
| A2.22 | 0,533 | 0,767 | 0,933 | 0,226 | 0,484 | 0,710 |
| A2.23 | 0,533 | 0,767 | 0,933 | 0,419 | 0,677 | 0,871 |
| A2.24 | 0,600 | 0,833 | 0,967 | 0,161 | 0,419 | 0,677 |
| A2.25 | 0,600 | 0,833 | 0,967 | 0,290 | 0,548 | 0,774 |
| A2.26 | 0,133 | 0,400 | 0,667 | 0,677 | 0,871 | 0,968 |
| A2.27 | 0,333 | 0,600 | 0,833 | 0,419 | 0,677 | 0,871 |
| A2.28 | 0,200 | 0,467 | 0,733 | 0,419 | 0,677 | 0,871 |
| A2.29 | 0,533 | 0,767 | 0,933 | 0,677 | 0,871 | 0,968 |
| A2.30 | 0,533 | 0,767 | 0,933 | 0,677 | 0,871 | 0,968 |
| A2.31 | 0,533 | 0,767 | 0,933 | 0,806 | 0,968 | 1,000 |

Denklem (3.22) ve (3.23) kullanılarak, ağırlıklı karşılaştırma bulanık toplamının ($\tilde{S}_i$) güç ağırlığı ve her kontrol noktası için üstel ağırlıklı karşılaştırmalı dizileri ($\tilde{P}_i$) hesaplandı. Sonuçlar Tablo 5.176' da sunulmaktadır.

**Tablo 5.176** Elektrik motor ve fan atölyesi için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı

| **Kısa kod** | $\tilde{S}_i$ | | | $\tilde{P}_i$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A2.01 | 0,526 | 1,197 | 0,935 | 2,149 | 2,929 | 3,649 |
| A2.02 | 0,526 | 1,197 | 0,935 | 2,149 | 2,929 | 3,649 |
| A2.03 | 0,559 | 1,231 | 0,944 | 2,177 | 2,966 | 3,666 |
| A2.04 | 0,592 | 1,247 | 0,944 | 2,203 | 2,984 | 3,666 |
| A2.05 | 0,261 | 1,298 | 0,954 | 1,311 | 3,037 | 3,683 |
| A2.06 | 0,248 | 1,268 | 0,937 | 1,231 | 2,972 | 3,641 |
| A2.07 | 0,590 | 1,276 | 0,968 | 2,306 | 3,059 | 3,725 |
| A2.08 | 0,544 | 1,213 | 0,933 | 2,239 | 2,968 | 3,654 |
| A2.09 | 0,246 | 0,911 | 0,854 | 1,403 | 2,598 | 3,511 |
| A2.10 | 0,389 | 1,014 | 0,925 | 1,965 | 2,738 | 3,652 |
| A2.11 | 0,287 | 0,939 | 0,882 | 1,913 | 2,661 | 3,581 |
| A2.12 | 0,260 | 0,909 | 0,866 | 1,875 | 2,621 | 3,550 |
| A2.13 | 0,329 | 0,950 | 0,890 | 1,871 | 2,653 | 3,585 |
| A2.14 | 0,265 | 0,859 | 0,842 | 1,383 | 2,535 | 3,505 |
| A2.15 | 0,397 | 1,008 | 0,917 | 1,539 | 2,718 | 3,634 |
| A2.16 | 0,320 | 0,972 | 0,901 | 1,981 | 2,712 | 3,620 |
| A2.17 | 0,338 | 0,985 | 0,886 | 2,034 | 2,731 | 3,593 |
| A2.18 | 0,450 | 1,151 | 0,946 | 2,207 | 2,941 | 3,696 |
| A2.19 | 0,653 | 1,320 | 0,960 | 2,380 | 3,094 | 3,701 |
| A2.20 | 0,610 | 1,280 | 0,961 | 2,298 | 3,044 | 3,705 |
| A2.21 | 0,363 | 0,984 | 0,890 | 1,939 | 2,704 | 3,587 |
| A2.22 | 0,510 | 1,162 | 0,966 | 2,241 | 2,959 | 3,745 |
| A2.23 | 0,531 | 1,219 | 0,976 | 2,280 | 3,022 | 3,754 |

**Tablo 5.176** Elektrik motor ve fan atölyesi için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A2.24 | 0,518 | 1,156 | 0,967 | 2,211 | 2,943 | 3,746 |
| A2.25 | 0,475 | 1,115 | 0,926 | 2,151 | 2,872 | 3,661 |
| A2.26 | 0,339 | 0,973 | 0,810 | 1,823 | 2,565 | 3,365 |
| A2.27 | 0,379 | 1,046 | 0,898 | 2,057 | 2,776 | 3,597 |
| A2.28 | 0,313 | 0,979 | 0,870 | 1,959 | 2,684 | 3,540 |
| A2.29 | 0,550 | 1,202 | 0,918 | 2,173 | 2,918 | 3,608 |
| A2.30 | 0,537 | 1,157 | 0,885 | 2,093 | 2,809 | 3,513 |
| A2.31 | 0,573 | 1,171 | 0,860 | 1,782 | 2,704 | 3,408 |

**Adım 3. Risk değerlendirmesi**

Denklemler (3.24)- (3.26) kullanılarak, her kontrol noktası için üç bulanık değerlendirme puanı ($\tilde{f}_{ia}$, $\tilde{f}_{ib}$ , $\tilde{f}_{ic}$) elde edilmiştir. Değerlendirme puanları Tablo 5.177'de sunulmaktadır.

**Tablo 5.177** Elektrik motor ve fan atölyesi için BCoCoSo değerlendirme puanları

| **Kısa kod** | $\tilde{f}_{ia}$ | | | $\tilde{f}_{ib}$ | | | $\tilde{f}_{ic}$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A2.01 | 0,019 | 0,034 | 0,061 | 3,886 | 7,254 | 6,772 | 0,565 | 0,872 | 0,969 |
| A2.02 | 0,019 | 0,034 | 0,061 | 3,886 | 7,254 | 6,772 | 0,565 | 0,872 | 0,969 |
| A2.03 | 0,019 | 0,034 | 0,062 | 4,044 | 7,421 | 6,824 | 0,578 | 0,887 | 0,975 |
| A2.04 | 0,020 | 0,035 | 0,062 | 4,200 | 7,504 | 6,824 | 0,591 | 0,895 | 0,975 |
| A2.05 | 0,011 | 0,035 | 0,062 | 2,128 | 7,751 | 6,876 | 0,332 | 0,916 | 0,980 |
| A2.06 | 0,011 | 0,035 | 0,061 | 2,010 | 7,577 | 6,774 | 0,313 | 0,896 | 0,968 |
| A2.07 | 0,021 | 0,035 | 0,063 | 4,276 | 7,682 | 6,970 | 0,612 | 0,916 | 0,992 |
| A2.08 | 0,020 | 0,034 | 0,061 | 4,034 | 7,350 | 6,767 | 0,588 | 0,884 | 0,970 |
| A2.09 | 0,012 | 0,029 | 0,058 | 2,139 | 5,820 | 6,328 | 0,348 | 0,742 | 0,923 |
| A2.10 | 0,017 | 0,031 | 0,061 | 3,180 | 6,351 | 6,733 | 0,498 | 0,793 | 0,968 |
| A2.11 | 0,016 | 0,029 | 0,060 | 2,722 | 5,985 | 6,502 | 0,465 | 0,761 | 0,944 |

**Tablo 5.177** Elektrik motor ve fan atölyesi için BCoCoSo değerlendirme puanları (devamı)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A2.12 | 0,015 | 0,029 | 0,059 | 2,583 | 5,831 | 6,409 | 0,451 | 0,746 | 0,934 |
| A2.13 | 0,016 | 0,029 | 0,060 | 2,861 | 6,025 | 6,535 | 0,465 | 0,762 | 0,946 |
| A2.14 | 0,012 | 0,028 | 0,058 | 2,202 | 5,557 | 6,276 | 0,348 | 0,718 | 0,919 |
| A2.15 | 0,014 | 0,030 | 0,061 | 2,868 | 6,313 | 6,686 | 0,409 | 0,788 | 0,962 |
| A2.16 | 0,016 | 0,030 | 0,060 | 2,912 | 6,162 | 6,611 | 0,486 | 0,779 | 0,956 |
| A2.17 | 0,017 | 0,030 | 0,060 | 3,028 | 6,229 | 6,526 | 0,501 | 0,786 | 0,947 |
| A2.18 | 0,019 | 0,033 | 0,062 | 3,625 | 7,077 | 6,854 | 0,562 | 0,865 | 0,981 |
| A2.19 | 0,022 | 0,036 | 0,062 | 4,592 | 7,888 | 6,917 | 0,641 | 0,933 | 0,985 |
| A2.20 | 0,021 | 0,035 | 0,062 | 4,351 | 7,685 | 6,924 | 0,615 | 0,914 | 0,987 |
| A2.21 | 0,016 | 0,030 | 0,060 | 3,052 | 6,202 | 6,539 | 0,487 | 0,780 | 0,947 |
| A2.22 | 0,020 | 0,034 | 0,063 | 3,897 | 7,134 | 6,976 | 0,582 | 0,871 | 0,996 |
| A2.23 | 0,020 | 0,035 | 0,063 | 4,015 | 7,419 | 7,023 | 0,594 | 0,897 | 1,000 |
| A2.24 | 0,019 | 0,034 | 0,063 | 3,907 | 7,099 | 6,980 | 0,577 | 0,867 | 0,996 |
| A2.25 | 0,019 | 0,033 | 0,061 | 3,682 | 6,873 | 6,745 | 0,555 | 0,843 | 0,970 |
| A2.26 | 0,015 | 0,029 | 0,056 | 2,860 | 6,046 | 6,032 | 0,457 | 0,748 | 0,883 |
| A2.27 | 0,017 | 0,031 | 0,060 | 3,214 | 6,514 | 6,577 | 0,515 | 0,808 | 0,950 |
| A2.28 | 0,016 | 0,030 | 0,059 | 2,865 | 6,167 | 6,417 | 0,480 | 0,774 | 0,932 |
| A2.29 | 0,019 | 0,034 | 0,061 | 4,006 | 7,264 | 6,670 | 0,576 | 0,871 | 0,957 |
| A2.30 | 0,019 | 0,032 | 0,059 | 3,888 | 6,993 | 6,458 | 0,556 | 0,838 | 0,930 |
| A2.31 | 0,017 | 0,032 | 0,057 | 3,782 | 6,963 | 6,271 | 0,498 | 0,819 | 0,902 |

Bu üç bulanık değerlendirme puanları, Denklemler (3.27)- (3.29) kullanılarak net değerlendirme puanlarına ($f_{ia}$, $f_{ia}$, $f_{ia}$) dönüştürülmüştür (Tablo 5.178).

**Tablo 5.178** Elektrik motor ve fan atölyesi için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama

| Kısa kod | $f_{ia}$ | $f_{ib}$ | $f_{ic}$ | $f_i$ | Sıralama |
|---|---|---|---|---|---|
| A2.01 | 0,038 | 5,971 | 0,802 | 2,837 | 11 |
| A2.02 | 0,038 | 5,971 | 0,802 | 2,837 | 12 |
| A2.03 | 0,038 | 6,096 | 0,813 | 2,892 | 6 |
| A2.04 | 0,039 | 6,176 | 0,820 | 2,926 | 5 |
| A2.05 | 0,036 | 5,585 | 0,743 | 2,653 | 17 |
| A2.06 | 0,035 | 5,454 | 0,726 | 2,591 | 20 |
| A2.07 | 0,040 | 6,309 | 0,840 | 2,991 | 3 |
| A2.08 | 0,038 | 6,050 | 0,814 | 2,875 | 7 |
| A2.09 | 0,033 | 4,762 | 0,671 | 2,294 | 30 |
| A2.10 | 0,036 | 5,422 | 0,753 | 2,599 | 19 |
| A2.11 | 0,035 | 5,070 | 0,723 | 2,447 | 27 |
| A2.12 | 0,034 | 4,941 | 0,710 | 2,389 | 29 |
| A2.13 | 0,035 | 5,140 | 0,724 | 2,474 | 26 |
| A2.14 | 0,033 | 4,678 | 0,662 | 2,256 | 31 |
| A2.15 | 0,035 | 5,289 | 0,720 | 2,526 | 23 |
| A2.16 | 0,036 | 5,228 | 0,740 | 2,518 | 24 |
| A2.17 | 0,036 | 5,261 | 0,745 | 2,533 | 21 |
| A2.18 | 0,038 | 5,852 | 0,803 | 2,795 | 13 |
| A2.19 | 0,040 | 6,465 | 0,853 | 3,057 | 1 |
| A2.20 | 0,039 | 6,320 | 0,839 | 2,993 | 2 |
| A2.21 | 0,035 | 5,264 | 0,738 | 2,529 | 22 |
| A2.22 | 0,039 | 6,002 | 0,816 | 2,861 | 8 |
| A2.23 | 0,039 | 6,152 | 0,830 | 2,926 | 4 |
| A2.24 | 0,039 | 5,995 | 0,813 | 2,856 | 9 |
| A2.25 | 0,038 | 5,766 | 0,789 | 2,753 | 14 |

**Tablo 5.178** Elektrik motor ve fan atölyesi için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama (devamı)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| A2.26 | 0,033 | 4,979 | 0,696 | 2,390 | 28 |
| A2.27 | 0,036 | 5,435 | 0,758 | 2,607 | 18 |
| A2.28 | 0,035 | 5,150 | 0,729 | 2,480 | 25 |
| A2.29 | 0,038 | 5,980 | 0,801 | 2,839 | 10 |
| A2.30 | 0,037 | 5,780 | 0,775 | 2,745 | 15 |
| A2.31 | 0,035 | 5,672 | 0,740 | 2,678 | 16 |

### Adım 4. Faaliyetlerin kontrol edilmesi

Bulanık CoCoSo sonuçlarına göre A2.19 "Fan kanallarında çalışmaya başlamadan önce kanal içinin yangın ve patlama riski açısından kontrol edilmemesi" 3.057 puan ile en öncelikli sağlık ve güvenlik çalışmalarını gerektiren kontrol noktası olarak elde edilmiştir. Bu kontrol noktasındaki sağlık ve güvenlik uygulamalarındaki eksiklikler patlama ve yangın sonucu ciddi yaralanma ve ölüm ile sonuçlanabilecek mesleki riskleri meydana getirebilir. Elektrik motor ve fan atölyesi için önem sıralaması yapılan kontrol noktalarına yönelik mesleki riskler Tablo 5.179'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.179** Elektrik motor ve fan atölyesi için mesleki riskler

| **Sıra** | **Kontrol noktası** | | **Risk kodu** |
|---|---|---|---|
| 1 | A2.19 | Fan kanallarında çalışmaya başlamadan önce kanal içinin yangın, patlama riski açısından kontrol edilmemesi | R23 |
| 2 | A2.20 | Fan kanalı içinde çalışma öncesi acil durum ve kurtarma planı hazırlanmaması | R19 |
| 3 | A2.07 | Fanlarda çalışmaya başlamadan önce gemi yetkililerine haber verilmemesi | R52 |
| 4 | A2.23 | Kanal içinde çalışma öncesi yeterli aydınlatmanın yapılmamış olması | R18 |
| 5 | A2.04 | Elektrik beslemesini kontrol eden şalter, sigorta ve anahtarların yanlışlıkla aktif hale getirilmesi | R10 |
| 6 | A2.03 | Sökülen elektrik besleme kablolarının uçlarının uygun şekilde izole edilerek kapatılmaması | R10 |
| 7 | A2.08 | Fanın sökülmeden yerinde bakım yapılması durumunda şalter, anahtar ve sigortaların başında gözcü bırakılmaması | R23 |

**Tablo 5.179** Elektrik motor ve fan atölyesi için mesleki riskler (devamı)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 8 | A2.22 | Kanal içinde çalışma sırasında yeterli havalandırmanın yapılmaması | R53 |
| 9 | A2.24 | Kanal içinde yapılacak bakım onarım işleri için kurulan iskelelerin prosedür ve talimatlara uygun olmaması | R9 |
| 10 | A2.29 | Montajı yapılan fanın testi sırasında pervane ve kanatların kırılarak fırlaması | R44 |
| 11 | A2.01 | Çalışanların fan ve aksamlarının elektrik beslemesi kapatılmadan çalışmaya başlanması | R10 |
| 12 | A2.02 | Sökülecek fanın elektrik bağlantı kabloları sökülmeden fanın söküm işlemlerine başlanması | R10 |
| 13 | A2.18 | Fan kanalları içine personelin malzeme düşürmesi | R23 |
| 14 | A2.25 | Kurulan iskelelerin altında emniyet platformu bulunmaması | R17 |
| 15 | A2.30 | Fanın testi veya çalıştırılması sırasında fan kanallarında çalışan olup olmadığının kontrol edilmemesi | R34 |
| 16 | A2.31 | Fanların sökümü sırasında sıcak çalışma öncesi yanıcı ve patlayıcı koşulların değerlendirilmemesi | R23 |
| 17 | A2.05 | Beslemesi aktif hale gelen fan kablolarında personelin çalışması | R10 |
| 18 | A2.27 | Sökülen ve montaj yapılan fanların elektrik bağlantılarının yeterliliği olmayan personel tarafından yapılması | R10 |
| 19 | A2.10 | Sökülen fanların transferi öncesi gövde sağlamlığı, bağlama tertibatı ve gövde üzerinde düşebilecek malzeme ve parçaların kontrollerinin yapılmaması | R17 |
| 20 | A2.06 | Beslemeyi kontrol eden şalter, sigorta ve anahtarların kilitlenmemesi ve ikaz yazılarının asılmaması | R10 |
| 21 | A2.17 | Fanlar üzerinde bulunan aybolt, mapaların kontrol edilmemesi | R17 |
| 22 | A2.21 | Düşen malzemelerin ve ekipmanların fan kanalı içinde bırakılması | R23 |
| 23 | A2.15 | Kapaklar ve fan gövdesi arasında personelin sıkışması | R34 |
| 24 | A2.16 | Ağırlığı bilinmeyen fanların bulundukları yerden transferinin çalışanlar tarafından yapılması | R30 |
| 25 | A2.28 | Yerine montajı yapılan fanların testleri sırasında personelin fanın hava çıkış yönünde durması | R18 |
| 26 | A2.13 | Yerinden sökülerek çıkarılan fanların oluşturduğu geniş ve derin açıklıkların korumaya alınmaması | R18 |
| 27 | A2.11 | Mapasız ve bağlama tertibatı olmayan fanların transfer edilmesi | R17 |
| 28 | A2.26 | Kurulan iskelelerde çalışan personelin kanaldan bağımsız bir noktadan bağlanmaması | R9 |

**Tablo 5.179** Elektrik motor ve fan atölyesi için mesleki riskler (devamı)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 29 | A2.12 | Fanın transfer edilirken iç kısmının dış muhafazadan bağımsız olarak düşmesi | R17 |
| 30 | A2.09 | Yerinde sökülerek çıkarılan fanların oluşturduğu geniş ve derin açıklıkların korumaya alınmaması | R18 |
| 31 | A2.14 | Fan gövdesi üzerinde bulunan kapakların düşmesi | R17 |

### 5.2.7.3 Mekanik Bakım Atölyesi

Mekanik bakım atölyesi tehlike kaynağı için yirmibir adet kontrol noktası tespit edilmiştir. Tepit edilen kontrol noktalarına dair bilgiler aşağıda sıralanmıştır.

- A3.01: Makina çalıştırılmadan keski, bıcak, anahtarların makinanın haraketli bölgelerinde bulunması.
- A3.02: Atölyenin gürültü şiddetinin ölçümlenmemesi ve çalışanları KKD kullanmamaları.
- A3.03: Körlenmiş olan bıçak ve keskilerin kullanılması.
- A3.04: Atölyelerde yuvarlanabilecek malzemelerin önlerine takozlar konulmaması.
- A3.05: Pompa hortum bağlantılarının gevşek olması.
- A3.06: Raflar üzerine bırakılan malzeme ve ekipmanların rafların taşıma kapasitesinin üstünde olması.
- A3.07: Rafların tekerleri önünde eteklik koruması bulunmaması.
- A3.08: Kaldırma ekipmanlarının testi sırasında zincir veya sapanın kopması.
- A3.09: Test yapılan ünite ve aksamın koparak düşmesi.
- A3.10: Tavanda asılı aydınlatma projektörlerinin bağlantılarından koparak düşmesi.
- A3.11: Makinalar üzerinde sökülen malzemelerin makina üzerinden alınmaması ve makina üzerinde bırakılarak makinanın haraket ettirilmesi.
- A3.12: Akü odalarında asit veya su ile reaksiyona girebilecek kimyasalların bulundurulması.
- A3.13: Akülerin Atölye içerisinde gelişigüzel bırakılması ve aralarında açıklık bulunan raflara yerleştirilmemesi.

- A3.14: Toz çıkaran iş parçalarında çalışırken tezgâh üzerinde yeterli bir havalandırma tertibatı bulunmaması.
- A3.15: Toz çıkaran iş makinaları ile çalışırken solunum koruyucu kullanılmaması.
- A3.16: Sıcak metal ve malzemeler ile yanıcı maddelerin bir arada depolanması.
- A3.17: Gaz boruları bulunan ve gaz donanımları ile yapılan çalışmalar sırasında ortamın gaz değerlendirmesinin yapılacağı dedektör sisteminin bulunmaması.
- A3.18: Yıkama sırasında oluşan yanıcı, patlayıcı, korozif özellikteki buhar ve gazların Atölye ortamına dağılması.
- A3.19: Mekanik yıkama alanında kullanılan ekipmanların topraklanmaması ve statik elektiriğe karşın önlem alınmaması.
- A3.20: Kullanılan kimyasalların MSDS formlarının çalışma alanında bulunmaması.
- A3.21: Tavanda bulunan açıklıklardan yağmur, kar sularının girmesi ve giren suların çalışma tezgahlarına düşmesi.

Karar verici uzman ekip tarafından her bir kriter için kontrol noktalarına Tablo 5.180'da bulanık dilsel terimler atanmıştır.

**Tablo 5.180** Mekanik bakım atölyesi için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi

| **Kontrol Noktaları** | **KV 1** | | | | **KV 2** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| A3.01 | D | OD | D | OY | OY | OD | D | O |
| A3.02 | OY | O | OD | O | OY | O | OD | O |
| A3.03 | OY | OD | OD | O | OY | OD | OD | O |
| A3.04 | O | OD | OD | OD | O | OD | OD | O |
| A3.05 | O | OD | OD | OD | O | OD | OD | OY |
| A3.06 | O | D | OD | D | O | OD | OD | OY |
| A3.07 | O | OD | OY | OD | O | OD | D | OD |
| A3.08 | O | OD | OY | OD | O | OD | O | OD |

**Tablo 5.180** Mekanik bakım atölyesi için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A3.09 | OY | ÇY | OY | O | OY | Y | O | O |
| A3.10 | OY | OY | O | OD | OY | OY | D | OD |
| A3.11 | OY | OY | D | OD | OY | OY | OD | OY |
| A3.12 | OY | O | OD | OY | OY | OY | O | O |
| A3.13 | OY | OY | OD | OY | OY | OY | OD | OY |
| A3.14 | OY | OD | OD | OD | OY | OD | D | O |
| A3.15 | OY | D | ÇD | OY | OY | D | D | O |
| A3.16 | OY | ÇY | O | ÇY | OY | ÇY | OD | OY |
| A3.17 | OY | OY | OD | ÇY | OY | Y | OD | ÇY |
| A3.18 | OY | Y | OD | ÇY | OY | Y | OD | Y |
| A3.19 | OY | Y | D | ÇY | OY | Y | OD | Y |
| A3.20 | OY | Y | OD | Y | OY | OY | OD | Y |
| A3.21 | OY | OY | OD | OY | OY | OY | OD | Y |
| **Kontrol Noktaları** | **KV 3** | | | | **KV 4** | | | |
| **Kısa kod** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** | **KS** | **O** | **F** | **Ş** |
| A3.01 | OD | OD | D | OD | O | O | OD | O |
| A3.02 | OD | D | OD | D | O | OD | O | OD |
| A3.03 | OD | ÇD | ÇD | ÇD | O | D | D | D |
| A3.04 | OD | D | D | D | O | OD | OD | OD |
| A3.05 | OD | OD | ÇD | OD | O | O | D | O |
| A3.06 | OD | OD | ÇD | OD | O | O | D | O |
| A3.07 | OD | D | OD | D | O | OD | O | OD |
| A3.08 | OD | O | D | O | O | OY | OD | OY |
| A3.09 | OD | OY | D | OY | O | Y | OD | Y |
| A3.10 | OD | OD | D | OD | O | O | OD | O |
| A3.11 | OD | O | OD | O | O | OY | O | OY |
| A3.12 | OD | OY | ÇD | OY | O | Y | OD | Y |

**Tablo 5.180** Mekanik bakım atölyesi için her bir kriter açısından kontrol noktalarının dilsel değerlendirmesi (devamı)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A3.13 | OD | OD | D | OD | O | O | D | O |
| A3.14 | OD | ÇD | ÇD | ÇD | O | D | O | D |
| A3.15 | OD | D | OD | D | O | OD | D | OD |
| A3.16 | OD | Y | ÇD | Y | O | ÇY | D | ÇY |
| A3.17 | OD | Y | ÇD | Y | O | ÇY | OD | ÇY |
| A3.18 | OD | Y | D | Y | O | ÇY | OD | ÇY |
| A3.19 | OD | Y | OD | Y | O | ÇY | O | ÇY |
| A3.20 | OD | O | OD | O | O | OY | O | OY |
| A3.21 | OD | OD | OD | OD | O | O | O | O |

**Adım 2. Risklerin analiz edilmesi**

Bu aşamada bulanık CoCoSo adımları uygulanmıştır. Karar verici uzman ekibin dilsel değerlendirmelerine karşılık gelen matrislerin aritmetik ortalaması alınarak başlangıç (toplu) karar matrisi elde edilir (Tablo 5.181). Elde edilen bulanık toplu karar matrisi normalleştirilerek bulanık normalize karar matrisi elde edilmiştir (Tablo 5.182).

**Tablo 5.181** Mekanik bakım atölyesi için BCoCoSo toplu karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A3.01 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,150 | 0,350 | 0,550 |
| A3.02 | 0,400 | 0,700 | 1,000 | 0,175 | 0,350 | 0,550 |
| A3.03 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,050 | 0,175 | 0,350 |
| A3.04 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,075 | 0,250 | 0,450 |
| A3.05 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,150 | 0,350 | 0,550 |
| A3.06 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,125 | 0,300 | 0,500 |
| A3.07 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,075 | 0,250 | 0,450 |
| A3.08 | 0,250 | 0,450 | 0,650 | 0,250 | 0,450 | 0,650 |
| A3.09 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| A3.10 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |

**Tablo 5.181** Mekanik bakım atölyesi için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A3.11 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,450 | 0,650 | 0,850 |
| A3.12 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| A3.13 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| A3.14 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,050 | 0,175 | 0,350 |
| A3.15 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,025 | 0,150 | 0,350 |
| A3.16 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| A3.17 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,700 | 0,875 | 0,975 |
| A3.18 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| A3.19 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,750 | 0,925 | 1,000 |
| A3.20 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| A3.21 | 0,350 | 0,550 | 0,750 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| A3.01 | 0,025 | 0,150 | 0,350 | 0,300 | 0,500 | 0,700 |
| A3.02 | 0,150 | 0,350 | 0,550 | 0,175 | 0,350 | 0,550 |
| A3.03 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,150 | 0,275 | 0,450 |
| A3.04 | 0,075 | 0,250 | 0,450 | 0,125 | 0,300 | 0,500 |
| A3.05 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,250 | 0,450 | 0,650 |
| A3.06 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,225 | 0,400 | 0,600 |
| A3.07 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,075 | 0,250 | 0,450 |
| A3.08 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,250 | 0,450 | 0,650 |
| A3.09 | 0,225 | 0,400 | 0,600 | 0,450 | 0,650 | 0,825 |
| A3.10 | 0,100 | 0,250 | 0,450 | 0,150 | 0,350 | 0,550 |
| A3.11 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| A3.12 | 0,100 | 0,225 | 0,400 | 0,500 | 0,700 | 0,875 |
| A3.13 | 0,075 | 0,250 | 0,450 | 0,350 | 0,550 | 0,750 |
| A3.14 | 0,025 | 0,125 | 0,300 | 0,100 | 0,225 | 0,400 |
| A3.15 | 0,100 | 0,225 | 0,400 | 0,225 | 0,400 | 0,600 |
| A3.16 | 0,100 | 0,225 | 0,400 | 0,750 | 0,900 | 0,975 |

**Tablo 5.181** Mekanik bakım atölyesi için BCoCoSo toplu karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A3.17 | 0,050 | 0,175 | 0,350 | 0,850 | 0,975 | 1,000 |
| A3.18 | 0,075 | 0,250 | 0,450 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| A3.19 | 0,125 | 0,300 | 0,500 | 0,800 | 0,950 | 1,000 |
| A3.20 | 0,150 | 0,350 | 0,550 | 0,550 | 0,750 | 0,900 |
| A3.21 | 0,150 | 0,350 | 0,550 | 0,400 | 0,600 | 0,775 |

**Tablo 5.182** Mekanik bakım atölyesi için BCoCoSo normalize karar matrisi

| **Kısa kod** | **KS** | | | **O** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A3.01 | 0,000 | 0,226 | 0,484 | 0,462 | 0,667 | 0,872 |
| A3.02 | 0,226 | 0,613 | 1,000 | 0,462 | 0,667 | 0,846 |
| A3.03 | 0,161 | 0,419 | 0,677 | 0,667 | 0,846 | 0,974 |
| A3.04 | 0,032 | 0,290 | 0,548 | 0,564 | 0,769 | 0,949 |
| A3.05 | 0,032 | 0,290 | 0,548 | 0,462 | 0,667 | 0,872 |
| A3.06 | 0,032 | 0,290 | 0,548 | 0,513 | 0,718 | 0,897 |
| A3.07 | 0,032 | 0,290 | 0,548 | 0,564 | 0,769 | 0,949 |
| A3.08 | 0,032 | 0,290 | 0,548 | 0,359 | 0,564 | 0,769 |
| A3.09 | 0,161 | 0,419 | 0,677 | 0,026 | 0,128 | 0,308 |
| A3.10 | 0,161 | 0,419 | 0,677 | 0,256 | 0,462 | 0,667 |
| A3.11 | 0,161 | 0,419 | 0,677 | 0,154 | 0,359 | 0,564 |
| A3.12 | 0,161 | 0,419 | 0,677 | 0,128 | 0,308 | 0,513 |
| A3.13 | 0,161 | 0,419 | 0,677 | 0,256 | 0,462 | 0,667 |
| A3.14 | 0,161 | 0,419 | 0,677 | 0,667 | 0,846 | 0,974 |
| A3.15 | 0,161 | 0,419 | 0,677 | 0,667 | 0,872 | 1,000 |
| A3.16 | 0,161 | 0,419 | 0,677 | 0,000 | 0,026 | 0,154 |
| A3.17 | 0,161 | 0,419 | 0,677 | 0,026 | 0,128 | 0,308 |
| A3.18 | 0,161 | 0,419 | 0,677 | 0,000 | 0,077 | 0,256 |
| A3.19 | 0,161 | 0,419 | 0,677 | 0,000 | 0,077 | 0,256 |
| A3.20 | 0,161 | 0,419 | 0,677 | 0,128 | 0,308 | 0,513 |

**Tablo 5.182** Mekanik bakım atölyesi için BCoCoSo normalize karar matrisi (devamı)

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A3.21 | 0,161 | 0,419 | 0,677 | 0,256 | 0,462 | 0,667 |
| **Kısa kod** | **F** | | | **Ş** | | |
| A3.01 | 0,435 | 0,783 | 1,000 | 0,243 | 0,459 | 0,676 |
| A3.02 | 0,087 | 0,435 | 0,783 | 0,108 | 0,297 | 0,514 |
| A3.03 | 0,435 | 0,739 | 0,957 | 0,081 | 0,216 | 0,405 |
| A3.04 | 0,261 | 0,609 | 0,913 | 0,054 | 0,243 | 0,459 |
| A3.05 | 0,435 | 0,739 | 0,957 | 0,189 | 0,405 | 0,622 |
| A3.06 | 0,435 | 0,739 | 0,957 | 0,162 | 0,351 | 0,568 |
| A3.07 | 0,000 | 0,348 | 0,652 | 0,000 | 0,189 | 0,405 |
| A3.08 | 0,000 | 0,348 | 0,652 | 0,189 | 0,405 | 0,622 |
| A3.09 | 0,000 | 0,348 | 0,652 | 0,405 | 0,622 | 0,811 |
| A3.10 | 0,261 | 0,609 | 0,870 | 0,081 | 0,297 | 0,514 |
| A3.11 | 0,174 | 0,522 | 0,826 | 0,297 | 0,514 | 0,730 |
| A3.12 | 0,348 | 0,652 | 0,870 | 0,459 | 0,676 | 0,865 |
| A3.13 | 0,261 | 0,609 | 0,913 | 0,297 | 0,514 | 0,730 |
| A3.14 | 0,522 | 0,826 | 1,000 | 0,027 | 0,162 | 0,351 |
| A3.15 | 0,348 | 0,652 | 0,870 | 0,162 | 0,351 | 0,568 |
| A3.16 | 0,348 | 0,652 | 0,870 | 0,730 | 0,892 | 0,973 |
| A3.17 | 0,435 | 0,739 | 0,957 | 0,838 | 0,973 | 1,000 |
| A3.18 | 0,261 | 0,609 | 0,913 | 0,784 | 0,946 | 1,000 |
| A3.19 | 0,174 | 0,522 | 0,826 | 0,784 | 0,946 | 1,000 |
| A3.20 | 0,087 | 0,435 | 0,783 | 0,514 | 0,730 | 0,892 |
| A3.21 | 0,087 | 0,435 | 0,783 | 0,351 | 0,568 | 0,757 |

Denklem (3.22) ve (3.23) kullanılarak, ağırlıklı karşılaştırma bulanık toplamının ($\tilde{S}_i$) güç ağırlığı ve her kontrol noktası için üstel ağırlıklı karşılaştırmalı dizileri ($\tilde{P}_i$) hesaplandı. Sonuçlar Tablo 5.183' de sunulmaktadır.

**Tablo 5.183** Mekanik bakım atölyesi için ağırlıklı karşılaştırılabilirlik ve güç ağırlığının bulanık toplamı

| Kısa kod | $\tilde{S}_i$ | | | $\tilde{P}_i$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A3.01 | 0,523 | 1,117 | 0,852 | 2,274 | 2,842 | 3,462 |
| A3.02 | 0,426 | 1,012 | 0,885 | 2,511 | 2,756 | 3,586 |
| A3.03 | 0,647 | 1,126 | 0,852 | 2,790 | 2,857 | 3,476 |
| A3.04 | 0,430 | 0,980 | 0,810 | 2,371 | 2,661 | 3,386 |
| A3.05 | 0,520 | 1,090 | 0,843 | 2,612 | 2,832 | 3,462 |
| A3.06 | 0,534 | 1,084 | 0,836 | 2,611 | 2,816 | 3,446 |
| A3.07 | 0,280 | 0,817 | 0,722 | 1,228 | 2,410 | 3,205 |
| A3.08 | 0,257 | 0,840 | 0,728 | 1,764 | 2,494 | 3,240 |
| A3.09 | 0,258 | 0,799 | 0,680 | 1,728 | 2,366 | 3,113 |
| A3.10 | 0,371 | 0,908 | 0,766 | 2,468 | 2,613 | 3,339 |
| A3.11 | 0,363 | 0,942 | 0,782 | 2,513 | 2,661 | 3,365 |
| A3.12 | 0,499 | 1,079 | 0,816 | 2,704 | 2,822 | 3,415 |
| A3.13 | 0,453 | 1,039 | 0,836 | 2,680 | 2,801 | 3,473 |
| A3.14 | 0,670 | 1,137 | 0,849 | 2,701 | 2,844 | 3,460 |
| A3.15 | 0,635 | 1,177 | 0,878 | 2,846 | 2,955 | 3,540 |
| A3.16 | 0,543 | 1,062 | 0,740 | 2,262 | 2,573 | 3,145 |
| A3.17 | 0,640 | 1,208 | 0,816 | 2,688 | 2,870 | 3,359 |
| A3.18 | 0,521 | 1,099 | 0,789 | 2,222 | 2,694 | 3,290 |
| A3.19 | 0,478 | 1,056 | 0,765 | 2,148 | 2,636 | 3,244 |
| A3.20 | 0,390 | 1,002 | 0,798 | 2,489 | 2,711 | 3,379 |
| A3.21 | 0,388 | 0,984 | 0,807 | 2,531 | 2,722 | 3,415 |

### Adım 3. Risk değerlendirmesi

Denklemler (3.24)- (3.26) kullanılarak, her kontrol noktası için üç bulanık değerlendirme puanı ($\tilde{f}_{ia}$, $\tilde{f}_{ib}$ , $\tilde{f}_{ic}$) elde edilmiştir. Değerlendirme puanları Tablo 5.184'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.184** Mekanik bakım atölyesi için BCoCoSo değerlendirme puanları

| Kısa kod | $\tilde{f}_{ia}$ | | | $\tilde{f}_{ib}$ | | | $\tilde{f}_{ic}$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A3.01 | 0,032 | 0,050 | 0,072 | 3,884 | 6,654 | 6,131 | 0,626 | 0,886 | 0,965 |
| A3.02 | 0,034 | 0,048 | 0,075 | 3,702 | 6,180 | 6,358 | 0,657 | 0,843 | 1,000 |
| A3.03 | 0,039 | 0,051 | 0,072 | 4,787 | 6,702 | 6,141 | 0,769 | 0,891 | 0,968 |
| A3.04 | 0,032 | 0,046 | 0,070 | 3,602 | 5,977 | 5,907 | 0,627 | 0,815 | 0,939 |
| A3.05 | 0,036 | 0,050 | 0,072 | 4,149 | 6,543 | 6,097 | 0,701 | 0,877 | 0,963 |
| A3.06 | 0,036 | 0,050 | 0,071 | 4,201 | 6,507 | 6,057 | 0,703 | 0,872 | 0,958 |
| A3.07 | 0,017 | 0,041 | 0,065 | 2,088 | 5,137 | 5,417 | 0,337 | 0,722 | 0,879 |
| A3.08 | 0,023 | 0,042 | 0,066 | 2,436 | 5,296 | 5,468 | 0,452 | 0,746 | 0,888 |
| A3.09 | 0,023 | 0,040 | 0,063 | 2,411 | 5,034 | 5,178 | 0,444 | 0,708 | 0,849 |
| A3.10 | 0,032 | 0,045 | 0,068 | 3,449 | 5,659 | 5,697 | 0,635 | 0,788 | 0,918 |
| A3.11 | 0,033 | 0,046 | 0,069 | 3,456 | 5,828 | 5,780 | 0,643 | 0,806 | 0,928 |
| A3.12 | 0,037 | 0,050 | 0,071 | 4,141 | 6,490 | 5,950 | 0,717 | 0,872 | 0,946 |
| A3.13 | 0,036 | 0,049 | 0,072 | 3,944 | 6,320 | 6,079 | 0,701 | 0,859 | 0,964 |
| A3.14 | 0,038 | 0,051 | 0,072 | 4,802 | 6,734 | 6,119 | 0,754 | 0,890 | 0,964 |
| A3.15 | 0,040 | 0,053 | 0,074 | 4,785 | 6,981 | 6,296 | 0,779 | 0,924 | 0,988 |
| A3.16 | 0,032 | 0,046 | 0,065 | 3,953 | 6,223 | 5,435 | 0,628 | 0,813 | 0,869 |
| A3.17 | 0,038 | 0,052 | 0,070 | 4,675 | 7,033 | 5,908 | 0,744 | 0,912 | 0,934 |
| A3.18 | 0,031 | 0,048 | 0,068 | 3,833 | 6,467 | 5,746 | 0,614 | 0,849 | 0,913 |
| A3.19 | 0,030 | 0,047 | 0,067 | 3,606 | 6,250 | 5,613 | 0,587 | 0,826 | 0,897 |
| A3.20 | 0,033 | 0,047 | 0,070 | 3,544 | 6,102 | 5,854 | 0,644 | 0,831 | 0,934 |
| A3.21 | 0,033 | 0,047 | 0,070 | 3,568 | 6,042 | 5,918 | 0,653 | 0,829 | 0,945 |

Bu üç bulanık değerlendirme puanları, Denklemler (3.27)- (3.29) kullanılarak net değerlendirme puanlarına ($f_{ia}$, $f_{ia}$, $f_{ia}$) dönüştürülmüştür (Tablo 5.185).

**Tablo 5.185** Mekanik bakım atölyesi için BCoCoSo nihai değerlendirme puanları ve sıralama

| Kısa kod | $f_{ia}$ | $f_{ib}$ | $f_{ic}$ | $f_i$ | Sıralama |
|---|---|---|---|---|---|
| A3.01 | 0,051 | 5,557 | 0,825 | 2,762 | 8 |
| A3.02 | 0,052 | 5,413 | 0,833 | 2,716 | 10 |
| A3.03 | 0,054 | 5,877 | 0,876 | 2,922 | 2 |
| A3.04 | 0,049 | 5,162 | 0,793 | 2,589 | 14 |
| A3.05 | 0,053 | 5,597 | 0,847 | 2,794 | 5 |
| A3.06 | 0,052 | 5,589 | 0,845 | 2,789 | 6 |
| A3.07 | 0,041 | 4,214 | 0,646 | 2,116 | 21 |
| A3.08 | 0,044 | 4,400 | 0,695 | 2,225 | 19 |
| A3.09 | 0,042 | 4,208 | 0,667 | 2,130 | 20 |
| A3.10 | 0,049 | 4,935 | 0,780 | 2,493 | 18 |
| A3.11 | 0,049 | 5,021 | 0,792 | 2,535 | 17 |
| A3.12 | 0,052 | 5,527 | 0,845 | 2,767 | 7 |
| A3.13 | 0,052 | 5,448 | 0,841 | 2,734 | 9 |
| A3.14 | 0,054 | 5,885 | 0,870 | 2,919 | 3 |
| A3.15 | 0,055 | 6,021 | 0,897 | 2,993 | 1 |
| A3.16 | 0,048 | 5,204 | 0,770 | 2,583 | 15 |
| A3.17 | 0,053 | 5,872 | 0,864 | 2,909 | 4 |
| A3.18 | 0,049 | 5,349 | 0,792 | 2,656 | 11 |
| A3.19 | 0,048 | 5,156 | 0,770 | 2,567 | 16 |
| A3.20 | 0,050 | 5,167 | 0,803 | 2,598 | 13 |
| A3.21 | 0,050 | 5,176 | 0,809 | 2,607 | 12 |

**Adım 4. Faaliyetlerin kontrol edilmesi**

Bulanık CoCoSo sonuçlarına göre A3.15 “Toz çıkaran iş makinaları ile çalışırken solunum koruyucu kullanılmaması” 2.993 puan ile en öncelikli sağlık ve güvenlik çalışmalarını gerektiren kontrol noktası olarak elde edilmiştir. Bu kontrol

noktasındaki sağlık ve güvenlik uygulamalarındaki eksiklikler çalışma ortamındaki toz nedeni ile solunum yolu rahatsızlıkları, meslek hastalığı ile sonuçlanabilecek mesleki riskleri meydana getirebilir. Mekanik bakım atölyesi için önem sıralaması yapılan kontrol noktalarına yönelik mesleki riskler Tablo 5.186'te sunulmaktadır.

**Tablo 5.186** Mekanik bakım atölyesi kontrol noktaları için mesleki riskler

| **Sıra** | **Kontrol noktası** | | **Risk kodu** |
|---|---|---|---|
| 1 | A3.15 | Toz çıkaran iş makinaları ile çalışırken solunum koruyucu kullanılmaması | R36 |
| 2 | A3.03 | Körlenmiş olan bıçak ve keskilerin kullanılması | R54 |
| 3 | A3.14 | Toz çıkaran iş parçalarında çalışırken tezgah üzerinde yeterli bir havalandırma tertibatı bulunmaması | R36 |
| 4 | A3.17 | Gaz boruları bulunan ve gaz donanımları ile yapılan çalışmalar sırasında ortamın gaz değerlendirmesinin yapılacağı dedektör sisteminin bulunmaması | R23 |
| 5 | A3.05 | Pompa hortum bağlantılarının gevşek olması | R18 |
| 6 | A3.06 | Raflar üzerine bırakılan malzeme ve ekipmanların rafların taşıma kapasitesinin üstünde olması | R17 |
| 7 | A3.12 | Akü odalarında asit veya su ile reaksiyona girebilecek kimyasalların bulundurulması | R23 |
| 8 | A3.01 | Makina çalıştırılmadan keski, bıcak, anahtarların makinanın haraketli bölgelerinde bulunması | R44 |
| 9 | A3.13 | Akülerin atölye içerisinde gelişigüzel bırakılması ve aralarında açıklık bulunan raflara yerleştirilmemesi | R23 |
| 10 | A3.02 | Atölyenin gürültü şiddetinin ölçümlenmemesi ve çalışanları KKD kullanmamaları | R13 |
| 11 | A3.18 | Yıkama sırasında oluşan yanıcı, patlayıcı, korozif özellikteki buhar ve gazların Atölye ortamına dağılması | R23 |
| 12 | A3.21 | Tavanda bulunan açıklıklardan yağmur, kar sularının girmesi ve giren suların çalışma tezgahlarına düşmesi | R23 |
| 13 | A3.20 | Kullanılan kimyasalların MSDS formlarının çalışma alanında bulunmaması | R31 |
| 14 | A3.04 | Atölyelerde yuvarlanabilecek malzemelerin önlerine takozlar konulmaması | R18 |
| 15 | A3.16 | Sıcak metal ve malzemeler ile yanıcı maddelerin bir arada depolanması | R23 |

**Tablo 5.186** Mekanik bakım atölyesi kontrol noktaları için mesleki riskler (devamı)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 16 | A3.19 | Mekanik yıkama alanında kullanılan ekipmanların topraklanmaması ve statik elektiriğe karşın önlem alınmaması | R23 |
| 17 | A3.11 | Makinalar üzerinde sökülen malzemelerin makina üzerinden alınmaması ve makina üzerinde bırakılarak makinanın haraket ettirilmesi | R44 |
| 18 | A3.10 | Tavanda asılı aydınlatma projektörlerinin bağlantılarından koparak düşmesi | R17 |
| 19 | A3.08 | Kaldırma ekipmanlarının testi sırasında zincir veya sapanın kopması | R44 |
| 20 | A3.09 | Test yapılan ünite ve aksamın koparak düşmesi | R44 |
| 21 | A3.07 | Rafların tekerleri önünde eteklik koruması bulunmaması | R44 |

**Adım 5. Sürekli iyileştirme**

Önerilen karar modeli analiz sonuçlarına göre boru ve valf atölyesi tehlike kaynağı için meydana gelmesi beklenen mesleki riskler yangın, patlama sonucu ağır yaralanma ve ölüm ile sonuçlanabilecek olaylar şeklinde açıklanabilir.

Elektrik motor ve fan atölyesi tehlike kaynağı için mesleki riskler acil durumlara müdahale edilmemesi veya geç müdahale edilmesi, makine ve ekipmanların yanlış kullanımı sonucu uzuv kaybı, yaralanma ve ölüm ile sonuçlanabilecek olaylardır.

Mekanik bakım atölyesi tehlike kaynağı için meydana gelmesi beklenen mesleki riskler çarpma, kesme, delme sonucu uzuv kaybı ve çalışma ortamındaki toz nedeni ile solunum yolu rahatsızlıkları, meslek hastalığı ile sonuçlanabilecek olayların meydana gelmesidir.

Atölye operasyonları için mesleki risklerin önlenebilmesi için işyeri ortam ölçüm ve analizlerinin yapılması, çalışanlara işin gerekliliklerine uygun kişisel koruyucu donanımların verilmesi, makine ve ekipmanların koruyucu aksamlarının bulunması, atölyelerde tertip ve düzenin sağlanması için iş prosedürlerinin hazırlanması ve uygulanması sağlanmalıdır.

### 5.2.8 Atölye Operasyonları İçin Karşılaştırmalı Analiz

Bu bölümde atölye operasyonları için önerilen karar modeli sonuçları ile bulanık COPRAS, bulanık TOPSIS, bulanık MABAC ve bulanık VIKOR yöntemleri analiz sonuçları karşılaştırılmaktadır. Karşılaştırmalı analiz sonuçları Tablo 5.187 ve

Tablo 5.189 aralığında sunulmaktadır. Karşılaştırmalı analiz için kullanılan dört yöntemin analiz sonuçları ile önerdiğimiz karar modeli yöntemi analiz sonuçları arasındaki ilişkiyi incelemek için spearman korelasyon testi uygulanmaktadır.

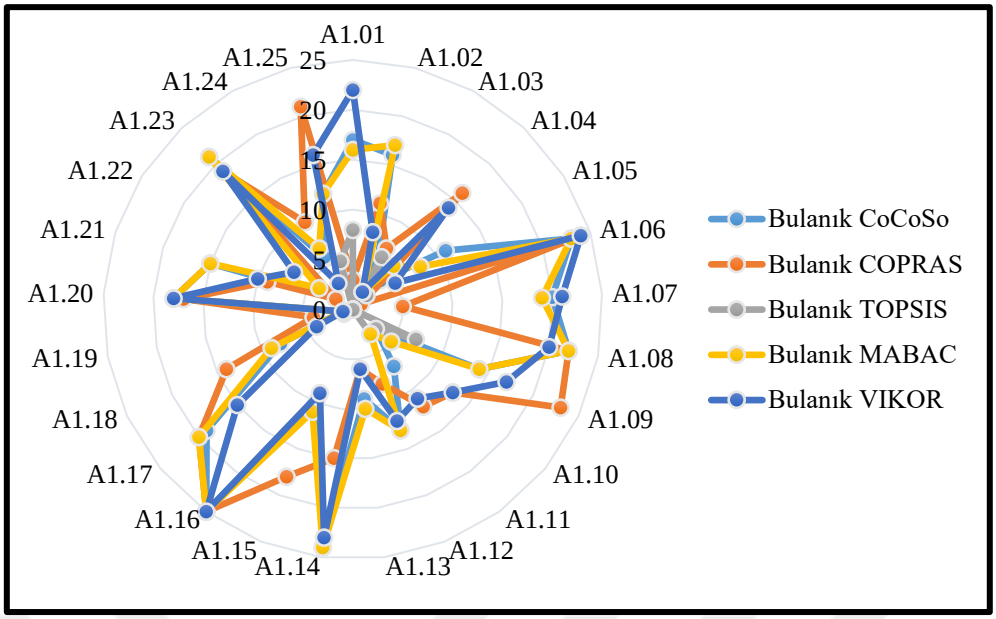
**Tablo 5.187** Boru ve valf atölyesi için karşılaştırmalı analiz sonuçları

| **Kontrol Noktası** | **Nihai değerlendirme puanları ve sıralama** | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa Kodları** | **Bulanık CoCoSo** | | **Bulanık COPRAS** | | **Bulanık TOPSIS** | | **Bulanık MABAC** | | **Bulanık VIKOR** | |
| A1.01 | 5,780 | 17 | 29,57 | 3 | 0,211 | 8 | -0,045 | 16 | 0,5751 | 22 |
| A1.02 | 5,809 | 16 | 5,06 | 11 | -1,074 | 0 | -0,069 | 17 | 0,3726 | 8 |
| A1.03 | 7,399 | 5 | 7,11 | 7 | 0,867 | 6 | 0,339 | 2 | 0,2162 | 2 |
| A1.04 | 7,508 | 4 | 4,38 | 16 | 1,073 | 2 | 0,236 | 6 | 0,4708 | 14 |
| A1.05 | 6,537 | 11 | 100 | 1 | -0,200 | 0 | 0,181 | 8 | 0,3505 | 5 |
| A1.06 | 4,673 | 23 | 2,97 | 24 | -8,963 | 0 | -0,221 | 23 | 0,6459 | 24 |
| A1.07 | 5,433 | 20 | 13,27 | 5 | -0,005 | 0 | -0,107 | 19 | 0,5712 | 21 |
| A1.08 | 5,151 | 22 | 3,44 | 22 | -0,459 | 0 | -0,167 | 22 | 0,5628 | 20 |
| A1.09 | 6,019 | 14 | 3,29 | 23 | 0,836 | 7 | -0,026 | 14 | 0,5042 | 17 |
| A1.10 | 7,798 | 3 | 4,55 | 13 | 1,020 | 3 | 0,285 | 5 | 0,4503 | 13 |
| A1.11 | 7,169 | 7 | 4,71 | 12 | 1,020 | 3 | 0,306 | 3 | 0,4418 | 11 |
| A1.12 | 6,346 | 13 | 6,24 | 8 | -0,019 | 0 | 0,027 | 13 | 0,4430 | 12 |
| A1.13 | 6,802 | 9 | 9,15 | 6 | -0,132 | 0 | 0,097 | 10 | 0,3627 | 6 |
| A1.14 | 3,762 | 24 | 4,39 | 15 | -0,037 | 0 | -0,247 | 24 | 0,6337 | 23 |
| A1.15 | 6,633 | 10 | 3,77 | 18 | -0,140 | 0 | 0,069 | 11 | 0,3846 | 9 |
| A1.16 | 3,337 | 25 | 2,45 | 25 | -0,031 | 0 | -0,453 | 25 | 0,6836 | 25 |
| A1.17 | 5,443 | 19 | 3,58 | 20 | -1,212 | 0 | -0,125 | 20 | 0,4902 | 15 |
| A1.18 | 7,016 | 8 | 4,49 | 14 | 2,594 | 1 | 0,133 | 9 | 0,3318 | 4 |
| A1.19 | 8,741 | 1 | 15,84 | 4 | -0,268 | 0 | 0,414 | 1 | 0,0000 | 1 |
| A1.20 | 5,657 | 18 | 4,16 | 17 | -0,065 | 0 | -0,077 | 18 | 0,5485 | 18 |

**Tablo 5.187** Boru ve valf atölyesi için karşılaştırmalı analiz sonuçları (devamı)

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A1.21 | 5,961 | 15 | 5,18 | 9 | -0,459 | 0 | -0,040 | 15 | 0,4219 | 10 |
| A1.22 | 7,911 | 2 | 41,95 | 2 | -0,055 | 0 | 0,289 | 4 | 0,3628 | 7 |
| A1.23 | 5,367 | 21 | 3,64 | 19 | -0,010 | 0 | -0,127 | 21 | 0,5539 | 19 |
| A1.24 | 7,324 | 6 | 5,08 | 10 | -6,532 | 0 | 0,181 | 7 | 0,3110 | 3 |
| A1.25 | 6,478 | 12 | 3,53 | 21 | 1,008 | 5 | 0,061 | 12 | 0,4990 | 16 |

Boru ve valf atölyesi tehlike kaynağı için farklı yöntemler kullanılarak belirlenen ilk üç kontrol noktası, yaklaşımımızın sonuçlarıyla yüksek oranda tutarlıdır (Tablo 5.187). Karar modeli yöntemimiz ve bulanık COPRAS, bulanık TOPSIS, bulanık MABAC ve bulanık VIKOR metodolojileri kullanılarak boru ve valf atölyesi kontrol noktalarının sıralamaları için en yüksek korelasyon BCoCoSo ve BMABAC arasındadır (spearman korelasyon katsayısı 0.9792), ikinci en yüksek korelasyon BTOPSIS ile (spearman korelasyon katsayısı 0.9109), üçüncü olarak BVIKOR ile güçlü korelasyon mevcuttur (spearman korelasyon katsayısı 0.8123). En düşük korelasyon BCOPRAS ile elde edilmiştir (spearman korelasyon katsayısı 0.5138). Tüm korelasyonlar için p-değerleri 0.05'ten küçüktür. BMABAC ile korelasyon en anlamlı ($p = 1.93.10^{-17}$), BCOPRAS ile korelasyon en az anlamlıdır ($p = 8.60.10^{-3}$). Kendall W uyum katsayısı 0.8053 değeri yöntemler arasında yüksek bir uyumu göstermektedir. BCoCoSo yöntemi, özellikle BMABAC ve BTOPSIS ile çok yüksek uyum göstermektedir, BCOPRAS yöntemi diğerlerinden biraz farklı sonuçlar üretmektedir. BCOPRAS yöntemi biraz farklı sonuçlar verse de, genel olarak tüm yöntemler arasında güçlü bir tutarlılık mevcuttur.




**Şekil 5.28** Boru ve valf atölyesi için karşılaştırmalı analiz göstergesi

Boru ve valf atölyesi kontrol noktaları için önerilen karar modeli analiz sonuçları ile karşılaştırmalı analiz yöntemleri sonuçları arasındaki gösterge Şekil 5.28'da sunulmaktadır.

**Tablo 5.188** Elektrik motor ve fan atölyesi için karşılaştırmalı analiz sonuçları

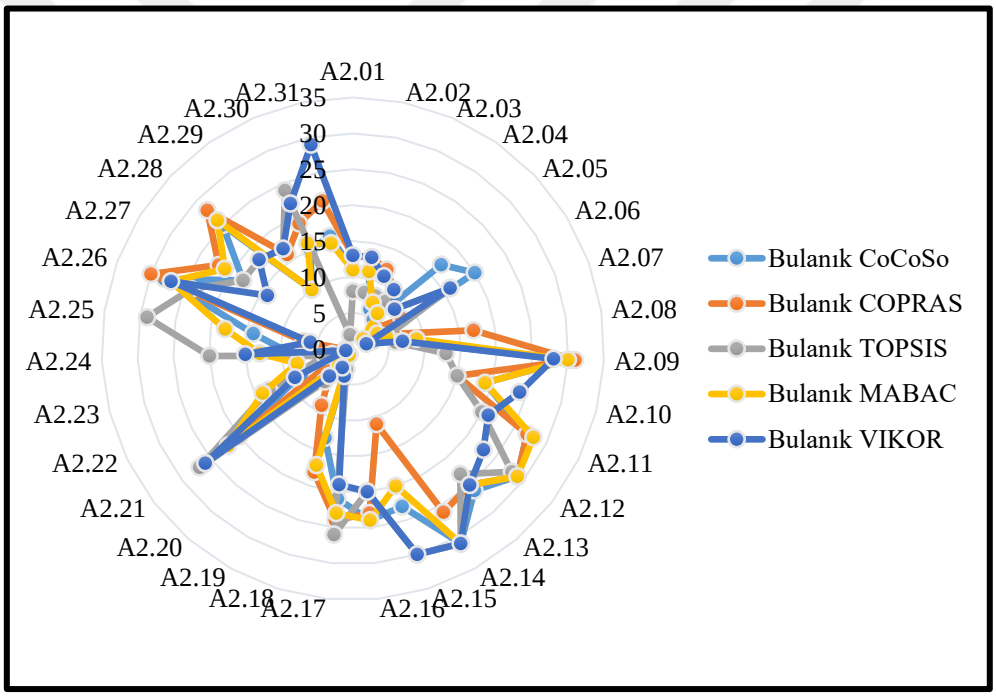
| **Kontrol Noktası** | **Nihai değerlendirme puanları ve sıralama** | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Kısa Kodları** | **Bulanık CoCoSo** | | **Bulanık COPRAS** | | **Bulanık TOPSIS** | | **Bulanık MABAC** | | **Bulanık VIKOR** | |
| A2.01 | 2,837 | 11 | 70,81 | 13 | 0,430 | 8 | 0,076 | 11 | 0,126 | 13 |
| A2.02 | 2,837 | 11 | 70,81 | 13 | 0,430 | 8 | 0,076 | 11 | 0,126 | 13 |
| A2.03 | 2,891 | 6 | 74,38 | 12 | 0,430 | 8 | 0,101 | 7 | 0,119 | 11 |
| A2.04 | 2,925 | 5 | 75,08 | 10 | 0,430 | 8 | 0,118 | 6 | 0,114 | 10 |
| A2.05 | 2,653 | 17 | 80,41 | 4 | 0,430 | 8 | 0,160 | 2 | 0,102 | 8 |
| A2.06 | 2,591 | 20 | 76,89 | 8 | 0,415 | 16 | 0,140 | 4 | 0,140 | 16 |
| A2.07 | 2,990 | 3 | 77,30 | 6 | 0,447 | 5 | 0,135 | 5 | 0,055 | 2 |
| A2.08 | 2,875 | 7 | 68,62 | 17 | 0,433 | 6 | 0,086 | 9 | 0,100 | 7 |
| A2.09 | 2,294 | 30 | 52,13 | 31 | 0,426 | 13 | -0,139 | 30 | 0,246 | 28 |

**Tablo 5.188** Elektrik motor ve fan atölyesi için karşılaştırmalı analiz sonuçları (devamı)

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A2.10 | 2,598 | 19 | 70,74 | 15 | 0,417 | 15 | -0,033 | 19 | 0,228 | 24 |
| A2.11 | 2,446 | 27 | 57,49 | 27 | 0,402 | 20 | -0,107 | 28 | 0,197 | 21 |
| A2.12 | 2,389 | 29 | 55,78 | 29 | 0,380 | 28 | -0,131 | 29 | 0,204 | 23 |
| A2.13 | 2,473 | 26 | 61,05 | 25 | 0,391 | 23 | -0,086 | 25 | 0,242 | 25 |
| A2.14 | 2,256 | 31 | 59,56 | 26 | 0,216 | 31 | -0,154 | 31 | 0,294 | 31 |
| A2.15 | 2,525 | 23 | 74,93 | 11 | 0,348 | 30 | -0,035 | 20 | 0,262 | 30 |
| A2.16 | 2,518 | 24 | 61,90 | 23 | 0,402 | 20 | -0,078 | 24 | 0,180 | 20 |
| A2.17 | 2,532 | 21 | 61,18 | 24 | 0,385 | 26 | -0,073 | 23 | 0,153 | 19 |
| A2.18 | 2,794 | 13 | 66,94 | 18 | 0,477 | 3 | 0,039 | 17 | 0,082 | 4 |
| A2.19 | 3,057 | 1 | 75,94 | 9 | 0,746 | 1 | 0,168 | 1 | 0,065 | 3 |
| A2.20 | 2,992 | 2 | 78,22 | 5 | 0,433 | 6 | 0,140 | 3 | 0,085 | 5 |
| A2.21 | 2,528 | 22 | 64,26 | 20 | 0,382 | 27 | -0,064 | 22 | 0,243 | 26 |
| A2.22 | 2,860 | 8 | 91,00 | 2 | 0,426 | 13 | 0,069 | 14 | 0,112 | 9 |
| A2.23 | 2,926 | 4 | 82,29 | 3 | 0,454 | 4 | 0,098 | 8 | 0,018 | 1 |
| A2.24 | 2,855 | 9 | 100,00 | 1 | 0,402 | 20 | 0,070 | 13 | 0,138 | 15 |
| A2.25 | 2,752 | 14 | 77,00 | 7 | 0,377 | 29 | 0,028 | 18 | 0,099 | 6 |
| A2.26 | 2,390 | 28 | 53,75 | 30 | 0,390 | 24 | -0,102 | 27 | 0,245 | 27 |
| A2.27 | 2,606 | 18 | 62,45 | 22 | 0,403 | 18 | -0,035 | 21 | 0,136 | 14 |
| A2.28 | 2,479 | 25 | 56,93 | 28 | 0,403 | 18 | -0,089 | 26 | 0,151 | 18 |
| A2.29 | 2,839 | 10 | 69,20 | 16 | 0,411 | 17 | 0,080 | 10 | 0,143 | 17 |
| A2.30 | 2,744 | 15 | 65,35 | 19 | 0,390 | 24 | 0,050 | 16 | 0,203 | 22 |
| A2.31 | 2,677 | 16 | 63,71 | 21 | 0,652 | 2 | 0,058 | 15 | 0,258 | 29 |

Elektrik motor ve fan atölyesi tehlike kaynağı için farklı yöntemler kullanılarak belirlenen ilk üç kontrol noktası, yaklaşımımızın sonuçlarıyla yüksek oranda

tutarlıdır (Tablo 5.188). Karar modeli yöntemimiz ve bulanık COPRAS, bulanık TOPSIS, bulanık MABAC ve bulanık VIKOR metodolojileri kullanılarak elektrik motor ve fan atölyesi kontrol noktalarının sıralamaları için spearman korelasyon katsayıları (p değerleri) sırasıyla 0.789, 0.707, 0.875 ve 0.822'dir. Tüm korelasyon katsayıları ve p-değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Kendall W uyum katsayısı 0.7849 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, tüm karar verme yöntemleri arasında oldukça güçlü bir genel uyum olduğunu göstermektedir. BCoCoSo yöntemi ile diğer yöntemler arasındaki sıralama verileri, genel olarak yüksek korelasyon katsayılarına sahip olup, en yüksek uyum BMABAC yöntemiyle gözlemlenmiştir. BCOPRAS, BTOPSIS ve BVIKOR ile de yüksek (ancak biraz daha düşük) korelasyonlar elde edilmiştir.




**Şekil 5.29** Elektrik motor atölyesi için karşılaştırmalı analiz göstergesi

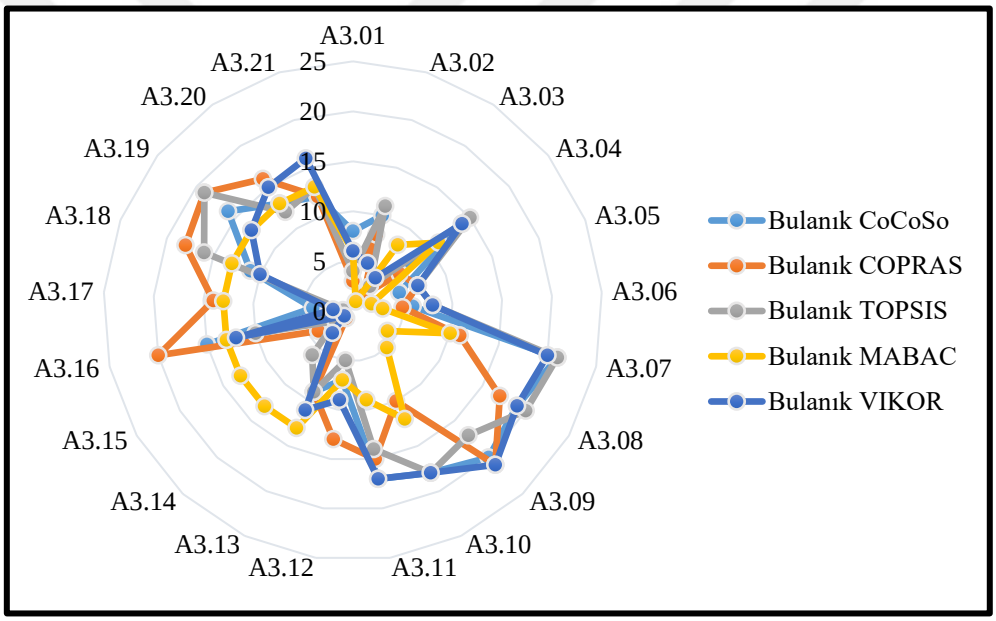
Elektrik motor ve fan atölyesi kontrol noktaları için önerilen karar modeli analiz sonuçları ile karşılaştırmalı analiz yöntemleri sonuçları arasındaki gösterge Şekil 5.29'da sunulmaktadır.

**Tablo 5.189** Mekanik bakım atölyesi için karşılaştırmalı analiz sonuçları

| Kontrol Noktası Kısa Kodları | Nihai değerlendirme puanları ve sıralama | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bulanık CoCoSo | | Bulanık COPRAS | | Bulanık TOPSIS | | Bulanık MABAC | | Bulanık VIKOR | |
| A3.01 | 2,762 | 8 | 53,30 | 3 | 0,452 | 4 | 0,262 | 6 | 0,3764 | 6 |
| A3.02 | 2,716 | 10 | 26,46 | 8 | 0,418 | 11 | 0,484 | 1 | 0,3661 | 5 |
| A3.03 | 2,922 | 2 | 68,91 | 2 | 0,461 | 3 | 0,225 | 8 | 0,3322 | 4 |
| A3.04 | 2,589 | 14 | 47,01 | 6 | 0,368 | 15 | 0,111 | 11 | 0,4607 | 14 |
| A3.05 | 2,794 | 5 | 43,89 | 7 | 0,441 | 7 | 0,407 | 2 | 0,3816 | 7 |
| A3.06 | 2,789 | 6 | 47,95 | 5 | 0,441 | 8 | 0,398 | 3 | 0,3839 | 8 |
| A3.07 | 2,116 | 21 | 22,83 | 11 | 0,257 | 21 | 0,173 | 10 | 0,5883 | 20 |
| A3.08 | 2,225 | 19 | 19,16 | 17 | 0,319 | 20 | 0,323 | 4 | 0,5850 | 19 |
| A3.09 | 2,130 | 20 | 15,20 | 21 | 0,344 | 17 | 0,320 | 5 | 0,6173 | 21 |
| A3.10 | 2,493 | 18 | 23,07 | 10 | 0,342 | 18 | 0,021 | 12 | 0,5022 | 18 |
| A3.11 | 2,535 | 17 | 20,23 | 15 | 0,388 | 14 | 0,187 | 9 | 0,4949 | 17 |
| A3.12 | 2,767 | 7 | 21,10 | 13 | 0,446 | 5 | 0,243 | 7 | 0,3991 | 9 |
| A3.13 | 2,734 | 9 | 25,76 | 9 | 0,432 | 9 | -0,271 | 13 | 0,4198 | 11 |
| A3.14 | 2,919 | 3 | 100,00 | 1 | 0,443 | 6 | -0,271 | 13 | 0,3177 | 3 |
| A3.15 | 2,993 | 1 | 48,73 | 4 | 0,506 | 2 | -0,271 | 13 | 0,3108 | 1 |
| A3.16 | 2,583 | 15 | 17,40 | 20 | 0,427 | 10 | -0,271 | 13 | 0,4292 | 12 |
| A3.17 | 2,909 | 4 | 20,71 | 14 | 0,692 | 1 | -0,271 | 13 | 0,3149 | 2 |
| A3.18 | 2,656 | 11 | 19,08 | 18 | 0,346 | 16 | -0,271 | 13 | 0,4048 | 10 |
| A3.19 | 2,567 | 16 | 17,98 | 19 | 0,331 | 19 | -0,271 | 13 | 0,4423 | 13 |
| A3.20 | 2,598 | 13 | 19,39 | 16 | 0,413 | 12 | -0,271 | 13 | 0,4708 | 15 |
| A3.21 | 2,607 | 12 | 21,46 | 12 | 0,403 | 13 | -0,271 | 13 | 0,4718 | 16 |

Mekanik bakım atölyesi tehlike kaynağı için farklı yöntemler kullanılarak belirlenen ilk üç kontrol noktası, yaklaşımımızın sonuçlarıyla yüksek oranda

tutarlıdır (Tablo 5.189). Karar modeli yöntemimiz ve bulanık COPRAS, bulanık TOPSIS, bulanık MABAC ve bulanık VIKOR metodolojileri kullanılarak mekanik bakım atölyesi kontrol noktalarının sıralamaları için spearman korelasyon katsayıları (p değerleri) sırasıyla 0.667 (p-değeri $9.46.10^{-4}$), 0.915 (p-değeri $5.94.10^{-9}$), 0.013 (p-değeri 0.7575) ve 0.938 (p-değeri $2.997.10^{-10}$) olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan Kendall W uyum katsayısı 0.5566 olup, bu da tüm yöntemler arasında orta düzeyde bir genel uyum olduğunu göstermektedir. BMABAC yöntemi diğer yöntemlerle uyumlu görünmediğinden bu ortalama düşük elde edilmiştir. Sonuç olarak BTOPSIS ve BVIKOR yöntemleri BCoCoSo ile çok güçlü uyum sergilerken, BCOPRAS ile orta düzeyde bir ilişki gözlenmiştir. BMABAC ile ise düşük düzeyde ilişki gözlemlenmiştir.




**Şekil 5.30** Mekanik bakım atölyesi için karşılaştırmalı analiz göstergesi

Mekanik bakım atölyesi kontrol noktaları için önerilen karar modeli analiz sonuçları ile karşılaştırmalı analiz yöntemleri sonuçları arasındaki gösterge Şekil 5.30'da sunulmaktadır.

# 6

# SONUÇ VE ÖNERİLER

Sürdürülebilir iş sağlığı ve güvenliği yönetimi bağlamında mesleki risklerin analizi için önerilen karar modeli sistemi, özellikle iş yeri kazalarının önemli bir etkiye sahip olabileceği tersaneler gibi endüstrilerde çalışma koşullarını, işyeri güvenliğini ve çalışan sağlığını iyileştirmeyi amaçlamaktadır. Literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada, tehlike altındaki kişi sayısı, olasılık, frekans ve şiddet risk kriterleri kullanılmış, ağırlıklarını belirlemek amacıyla küresel bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca, tersane endüstrisindeki tüm operasyonel iş süreçleri sırasında ortaya çıkabilecek mesleki riskleri önceliklendirmek için bulanık küme tabanında genişletilmiş CoCoSo yöntemi kullanılmıştır. Bulanık CoCoSo yöntemi ile elde edilen sonuçların tutarlılığını ölçmek için bulanık COPRAS, bulanık TOPSIS, bulanık MABAC ve bulanık VIKOR gibi güçlü karar verme yöntemleri ile karşılaştırmalı analiz yapılmıştır. Önerilen karar modelinin uygulanabilirliğini ve etkinliğini göstermek amacıyla, İstanbul Tuzla tersane bölgesinde bulunan bir gemi bakım ve onarım şirketinde gemi operasyonları, rıhtım operasyonları, havuz operasyonları ve atölye operasyonlarında tehlike kaynakları, gözlem, denetim, acil müdahale gerektiren ve işin durdurulması gibi hayati riskler barındıran iş süreçleri arasından belirlenmiş ve her bir tehlike kaynağı için tanımlanan kontrol noktalarına önerilen karar modeli risk değerlendirmesi uygulanmıştır. Vaka çalışması sonucunda elde edilen bulgular aşağıdaki gibidir.

Gemi operasyonları kapsamında onbir adet tehlike kaynağı tanımlanmıştır. G1 halat manevraları tehlike kaynağı için öncelikli kontrol noktaları G1.02, G1.01 ve G1.03 olarak tespit edilmiştir. Bu kontrol noktaları sırası ile halatların taşıma ve çekme kapasitesi bilinmeyen operasyonlarda kullanılması, halat manevralarında standartlara uygun ve sertifikalı halat kullanılmaması ve halat kapasitesinin üzerinde yükleme yapılmasıdır. Bu kontrol noktalarında yapılacak düzeltici ve önleyici faaliyet çalışmaları ile halatın savrulması, kopması ve halat rodasının

içinde kalınması sonucu ciddi yaralanmalar önlenebilir. G2 gemi manevraları tehlike kaynağı için öncelikli kontrol noktaları G2.13, G2.08 ve G2.14 olarak tespit edilmiştir. Bu kontrol noktaları sırası ile tecrübesiz ve stajyer kaptanların operasyon yapmalarına müsaade edilmesi, pilotların vinçler ile transferi yapılırken sepet kapılarını kapatmamaları ve kilitlememeleri, operasyon sırasında koordinasyon için yeterli seviyede iletişim kurulamamasıdır. G2 gemi manevraları tehlike kaynağı için yüksekten düşme ve gemi çarpması en önemli mesleki risklerdir. G3 kaynak donanımları tehlike kaynağı için öncelikli ilk üç kontrol noktası G3.05, G3.16 ve G3.02'dir. Bunlar sırası ile kaynak makinesi konstrüksiyon yapısının hasarlı olması, makinada aşırı ısınmanın olması ve kaynak makinalarının periyodik olarak kontrol edilmemesidir. G3 kaynak donanımları için öncelikli mesleki riskler elektrik kaçağı sonucu yangın meydana gelmesi ve malzeme düşmesi sonucu ciddi yaralanmalardır. G4 yağ, yakıt, sintine ve kirli su transferi işleri için öncelikli ilk üç kontrol noktası G4.04, G4.05 ve G4.09'dur. Bunlar sırası ile uygun olmayan yöntemler ile gemiye transfer yapılması, çevre emniyetinin alınmaması ve eğitimsiz personel tarafından yakıt transferlerinin yapılmasıdır. Bu kapsamda en önemli mesleki risk çevresel kirlilik sonucu ağır maddi hasarların meydana gelmediri. G5 gemi iskele tehlike kaynağı için öncelikli ilk üç kontrol noktası G5.17, G5.08 ve G5.09'dur. Bunlar sırası ile iskelelerde mevcut risk ve tehlikeleri gösteren işaret, levha bulunmaması, iskelelerin kurulum öncesi, kurulması sırasında ve sonrasında gerekli kontrol ve denetimlerinin yapılmaması, ve delik, kırık, çatlamış olan iskele elemanlarının kullanılmasıdır. Bu kapsamda yüksekten düşme sonucu ciddi yaralanma en önemli mesleki risktir. G6 saç, plak ve boru işleri tehlike kaynağı için öncelikli ilk üç kontrol noktası G6.02, G6.06 ve G6.03'tür. Bunlar sırası ile saç, plaka ve blokların mapasız olarak transfer edilmesi, büyük yüzeyli saçların tranferi sırasında saçların dönerek savrulması, saç, plaka ve bloklar üzerinde bulunan taşıma mapalarının tam olarak kaynatılmamasıdır. Bu kapsamda en önemli mesleki risk malzeme düşmesi sonucu ciddi ve ağır yaralanmalardır. G7 double bank tehlike kaynağı için öncelikli ilk üç kontrol noktası gemiye vinç ile yaralı sedyesi verilememesi, yaralı transferi yapılamaması, balast değişimleri veya hava şartlarından dolayı geçişlerin düşmesi, kullanılamaz duruma gelmesi ve yangın halinde itfaiye ulaşımı sağlanamaması veya müdahale ekipmanlarının gemiye transfer edilememesidir. Double bank süreçlerinde en önemli mesleki risk acil durumlara geç müdahale edilmesi sonucu ciddi yaralanmaların ve çoklu ölümlerin

meydana gelmesidir. G8 gaz ölçüm tehlike kaynağı için öncelikli ilk üç kontrol noktası G8.10, G8.11 ve G8.09'dur. Bunlar sırası ile zehirli veya boğucu gaz bulunan yada bulunma ihtimali olan kapalı mahallin girişlerinin uygun yöntemle kapatılmaması, uyarıcı tabela bulunmaması, zehirli veya boğucu gaz bulunan yada bulunma ihtimali olan kapalı mahallin uygun şekilde havalandırılmaması ve zehirli veya boğucu gaz bulunan yada bulunma ihtimali olan kapalı mahalle girilmesidir. G9 açıklıklar için öncelikli ilk üç kontrol noktası G9.17, G9.14 ve G9.16'dır. Bunlar sırası ile giriş-çıkış açıklıklarından kablo geçirilmesi, giriş-çıkış açıklıkları üzerine fan konulması, kapalı alan ve tankların açıklıklarının çok yakınına gaz tüpleri veya gaz donanımları konulmasıdır. Açıklıklar için en önemli mesleki riskler mahsur kalma, yangın, patlama ve elektrik kaçağı sonucu meydana gelebilecek ciddi yaralanmalardır. G10 kapalı alanlar için öncelikli ilk üç kontrol noktası G10.11, G10.10 ve G10.22'dir. Bunlar sırası ile tank ve kapalı alan içinde merdiven iniş boşlukları etrafına koruma yapılmaması, tank içi açıklıkların korunması amacıyla yapılmış olan korumaların (menhol, balkon, stringer) zaman içerisinde aşırı paslanması ve çürümeye maruz kalması ve çalışmalar öncesi kontrol edilmemesi, yanıcı, patlayıcı ve parlayıcı özellikteki alanlarda çıplak ampüllü aydınlatma armatürleri kullanılmasıdır. Kapalı alanlarda meydana gelebilecek en önemli mesleki riskler boşluktan düşme, düz zemin üzerinde düşme ve onarımda bulunan gemilerde meydana gelebilecek elektrik çarpması sonucu ciddi yaralanmalardır. G11 çalışma pozisyonları tehlike kaynağı için öncelikli ilk üç kontrol noktası G11.01, G11.07 ve G11.05'tir. Bunlar sırası ile gemi üzerinde çapak sıçramasını engelleyecek panellerin olmaması ve düzgün kullanılmaması, yapılan işin biçimsiz pozisyon ya da hareketleri içermesi, yükün keskin köşeli yüzeylere sahip olmasıdır. Çalışma pozisyonları için en önemli mesleki riskler görme duyusunun zarar görmesi, aşırı yüke maruziyet sonucu kas iskelet sistemi rahatsızlıkları, çarpma ve düşme sonucu ciddi yaralanmalardır.

Rıhtım operasyonları kapsamında üç adet tehlike kaynağı tanımlanmıştır. R1 kreyn tehlike kaynağı için öncelikli ilk üç kontrol noktası R1.24, R1.28 ve R1.32'dir. Bunlar sırası ile hidrolik boru ve hortum devrelerinde çalışırken devrenin aktif olması, arızalı ve onarımda bulunan kreynlerle yük veya insan transfer edilmesi ve platform bağlantı papuç ve saportlarının yeterli kaynak yapılmadan vincin ayrılmasıdır. R2 armadorluk tehlike kaynağı için öncelikli ilk üç kontrol noktası

R2.07, R2.10 ve R2.08'dir. Bunlar sırası ile armador olarak çalışan kişilerin el kol işaretlerini bilmemesi, armador ya da işaretçinin operasyonlar sırasında açıklık bulunan bölgelerde hareket etmesi ve armadorlerin diğer çalışanlardan ayırt edilebileceği iş kıyafeti kullanmamasıdır. R3 rıhtımlar tehlike kaynağı için öncelikli ilk üç kontrol noktası R3.24, R3.02 ve R3.03'tür. Bunlar sırası ile rıhtım iskele ve kazıkların periyodik olarak fiziki kontrollerinin yapılmaması, rıhtım ve iskelelerin periyodik olarak kontrol edilmemesi, kazıkların tespit edildiği deniz tabanının kontrol edilmemesidir.

Havuz operasyonları için altı adet tehlike kaynağı tanımlanmıştır. H1 havuz dalış-çıkış tehlike kaynağı için öncelikli ilk üç kontrol noktası H1.12, H1.13 ve H1.15'dir. Bunları sırası ile borda gemilerinde nöbetçi bırakılmaması, dalış sırasında acil durum dizel jeneratörünün devreye girmemesi, dalış sırasında elektrik arızası meydana gelmesidir. H2 pervane, şaft ve dümen tehlike kaynağı için öncelikli ilk üç kontrol noktası H2.13, H2.10 ve H2.02'dir. Bunlar sırası ile temizlik sırasında maske gözlük ve benzeri kişisel koruyucu donanımların çalışanlar tarafından kullanılmaması, bağlanan sapan ve zincirlerin kanat ve pervane gövdesinden sıyrılarak kurtulması ve şaft bölgesinde çalışmak için açılan açıklık ve panyöl çevresinin emniyete alınmamasıdır. H3 su jeti işleri tehlike kaynağı için öncelikli ilk üç kontrol noktası H3.01, H3.03 ve H3.04'tür. Bunlar sırası ile su jeti pompası kayış kasnak ve muhafazalarının olmaması, su jeti pompasında aşırı akış valfi bulunmaması ve pompa çıkışına bağlanan hortumların çelik çorap içerisine alınmamış olmasıdır. H4 balast işleri için öncelikli ilk üç kontrol noktası H4.01, H4.06 ve H4.18'dir. Bunlar sırası ile gemilerin tersaneye alınmadan önce mevcut draftlarının bilinmemesi, gemi tarafından balast operasyonu yapılacak tankların tersane tarafından bilinmemesi ve havuz dalışı esnasında havuz eğimlerinin limit değerleri aşmasıdır. H5 boya işleri için öncelikli ilk üç kontrol noktas H5.08, H5.04 ve H5.06'dır. Bunlar sırası ile pompa akışkan emme borusuna süzgeç takılmaması, pompanın toprak bağlantısının bulunmaması ve pompa üzerinde bulunan hava ve sıvı transfer valflerinin çalışmamasıdır. H6 raspa işleri için öncelikli ilk üç kontrol noktası H6.05, H6.13 ve H6.06'dır. Bunlar sırası ile hızı 5 m/sn'den büyük vinçler ile transfer yapılması, grit siloları ve torbalarından arta kalan malzemelerin gelişi güzel boşaltılması, rüzgar hızının 7 m/sn'den yüksek olduğu hava koşullarında transfer yapılmasıdır.

Atölye operasyonları için üç adet tehlike kaynağı tanımlanmıştır. A1 boru ve valf atölyesi için öncelikli ilk üç kontrol noktası A1.19, A1.22 ve A1.10'dur. Bunlar sırası ile imalatı yapılan boruların makine dairesi ve gemi güvertesinde yapılması, boru devrelerinin testlerinin patlayıcı, parlayıcı özellikteki tehlikeli gazlar ile yapılması, içerisinde yağ, yakıt ve gaz bulunan boru devrelerinin temizlenmemesidir. A2 elektrik motor ve fan atölyesi için öncelikli ilk üç kontrol noktası A2.19, A2.20 ve A2.07'dir. Bunlar sırası ile fan kanallarında çalışmaya başlamadan önce kanal içinin yangın, patlama riski açısından kontrol edilmemesi, fan kanalı içinde çalışma öncesi acil durum ve kurtarma planı hazırlanmaması ve fanlarda çalışmaya başlamadan önce gemi yetkililerine haber verilmemesidir. A3 mekanik bakım atölyesi için öncelikli ilk üç kontrol noktası A3.15, A3.03 ve A3.14'tür. Bunlar sırası ile toz çıkaran iş makinaları ile çalışırken solunum koruyucu kullanılmaması, körlenmiş olan bıçak ve keskilerin kullanılması ve toz çıkaran iş parçalarında çalışırken tezgah üzerinde yeterli bir havalandırma tertibatı bulunmamasıdır.

Bu çalışmanın sınırlaması, önerilen karar modelinin mesleki risk değerlendirmesi için etkili bir şekilde kullanılmasının uzman yargılarına bağlı olmasıdır. Önerilen karar modeli, konu uzmanlarından bilgi edinmeyle ilişkili zorlukları azaltmak için daha fazla geliştirilmeyi gerektirir.

Gelecekteki araştırmalar, verilerdeki belirsizlikleri gidermek için CoCoSo yönteminin aralık değerli, nötrozofik, sezgisel ve ayrıştırılmış bulanık kümelerle bütünleştirilmesini araştırmalıdır. Ek olarak, BRAW (Blok bazında Nitelik Ağırlıklarının Derecelendirilmesi) yöntemi gibi alternatif karar alma yaklaşımları, önerilen çerçeve içindeki kriter ağırlıklarını belirlemek için kullanılabilir.

Önerilen karar modeli ve karşılaştırmalı analiz sonuçları, bu modelin karmaşık risk değerlendirme sorunlarını analiz etmek için pratik ve etkili bir yaklaşım sağladığını göstermektedir. Gelecekteki araştırmalarda, bu tez çalışmasında kullanılan seçim ve ölçüt yelpazesi genişletilebilir ve çalışmanın uyarlanabilirliğini artırmak için çeşitlendirilebilir. Bu tez çalışması tersane operasyonları için risk değerlendirmesine odaklanırken, farklı sektörlerdeki diğer faaliyetler için de benzer araştırmalar yapılabilir.

# KAYNAKÇA


Adem, A., Çolak, A., and Dağdeviren, M. (2018). "An integrated model using SWOT analysis and Hesitant fuzzy linguistic term set for evaluation occupational safety risks in life cycle of wind turbine". In: Safety Science 106, pp.184-190. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.02.033

Akram, M., Luqman, A., and Alcantud, J. C. R. (2022). "An integrated ELECTRE-I approach for risk evaluation with hesitant Pythagorean fuzzy information". In: Expert Systems with Applications 200. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.116945

Alkaissy, M., Arashpour, M., Rashidi, A., Mohandes, S. R., and Farnood, P. (2022). "Simulation-based analysis of occupational health and safety continuous improvement (OHSCI) in modern construction and infrastructure industries". In: Automation in Construction, 134. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.104058

Badi, I., & Mouhamed Bayane Bouraima. (2023). "Development of MCDM-based Frameworks for Proactively Managing the Most Critical Risk Factors for Transport Accidents: A Case Study in Libya". In: Spectrum of Engineering and Management Sciences, 1(1), 38-47. https://doi.org/10.31181/sems1120231b

Bakioglu, G., and Atahan, A. O. (2021). "AHP integrated TOPSIS and VIKOR methods with Pythagorean fuzzy sets to prioritize risks in self-driving vehicles". In: Applied Soft Computing, 99. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106948

Basuki, M., Manfaat, D., Nugroho, S., and Dinariyana, A. A. B. (2014). "Probabilistic risk assessment of the shipyard industry using the bayesian method". In: International Journal of Technology, 5(1), pp. 88-97. https://doi.org/10.14716/ijtech.v5i1.157

Bathrinath, S., Kumar, P. S., Venkadesh, S., Suprriyan, S. S., Koppiahraj, K., and Bhalaji, R. K. A. (2021). "A fuzzy COPRAS approach for analysing the factors affecting sustainability in ship ports". In: Materials Today: Proceedings, 50, pp. 1017-1021. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.07.350

Beliakov, G. (1996). NORTH. HOIIAND Intelligent Systems Fuzzy Sets and Membership Functions Based on Probabilities.

Bourahla, A., Fernandes, G., and Ferreira, L. M. D. F. (2024). "Managing Occupational Health and Safety Risks in Construction Projects to Achieve Social Sustainability - A Review of Literature". In: Procedia Computer Science, 239, pp. 1053-1061. https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.06.269

Božanic, D., Tešic, D., and Kocic, J. (2019). "Multi-criteria fucom -fuzzy mabac model for the selection of location for construction of single-span bailey bridge". In: Decision Making: Applications in Management and Engineering, 2(1), pp. 132-146. https://doi.org/10.31181/dmame1901132b

Celik, E., and Gul, M. (2021). "Hazard identification, risk assessment and control for dam construction safety using an integrated BWM and MARCOS approach under interval type-2 fuzzy sets environment". In: Automation in Construction, 127. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103699

Chang, C. H., Kontovas, C., Yu, Q., and Yang, Z. (2021). “Risk assessment of the operations of maritime autonomous surface ships”. In: Reliability Engineering and System Safety, 207. https://doi.org/10.1016/j.ress.2020.107324

Chang, Y. C., Wang, N., and Durak, O. S. (2010). “Ship recycling and marine pollution”. In: Marine Pollution Bulletin, 60(9), pp. 1390-1396. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.05.021

Cheng, Y. C., and Yeh, H. Te. (2009). “From concepts of motivation to its application in instructional design: Reconsidering motivation from an instructional design perspective”. In: British Journal of Educational Technology, 40(4), pp. 597-605. https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2008.00857.x

Chen, Q. Y., Liu, H. C., Wang, J. H., and Shi, H. (2022). “New model for occupational health and safety risk assessment based on Fermatean fuzzy linguistic sets and CoCoSo approach”. In: Applied Soft Computing, 126. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2022.109262

Cil, I., Arisoy, F., Kilinc, H., Ozgurbuz, E., and Cil, A. Y. (2021). “Fuzzy AHP-TOPSIS Hybrid Method for Indoor Positioning Technology Selection for Shipyards”. In: ISMSIT 2021 - 5th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies, Proceedings, pp. 766-771. https://doi.org/10.1109/ISMSIT52890.2021.9604748

Chowdhury, S. (2020), “Bangladesh's Ship breaking Industry: A Stakeholder Analysis”, In: Crowther, D. and Seifi, S. (Ed.) Governance and Sustainability (Developments in Corporate Governance and Responsibility, Vol. 15), Emerald Publishing Limited, Leeds, pp. 173-184. https://doi.org/10.1108/S2043-052320200000015010

Colwell, A. B., Hearn, D. C., and Ocker, C. (2010). Gulf Marine Fabricators Graving Dock.

Çoban, S., Demirel, H., and Bucak, U. (2021). “Evaluating Occupational Health and Safety Applications: A Framework for Turkish Container Ports”. In: Journal of Transportation and Logistics, 6(2), pp. 137-147. https://doi.org/10.26650/jtl.2021.972109

Das, A., Kumar, V., and Dutta, S. (2024). “A fuzzy-based AHP-VIKOR framework for risk analysis of safety-critical systems: A case study of nuclear power plant”. In: Annals of Nuclear Energy, 209. https://doi.org/10.1016/j.anucene.2024.110841

Demir, G., Damjanović, M., Matović, B., and Vujadinović, R. (2022). “Toward Sustainable Urban Mobility by Using Fuzzy-FUCOM and Fuzzy-CoCoSo Methods: The Case of the SUMP Podgorica”. In: Sustainability (Switzerland), 14(9). https://doi.org/10.3390/su14094972

Denis Njumo Atehnjia. (2018). “Overview of the Safety Operations in a Floating – Graving Dry Docking System”. In: International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering (IJASRE), ISSN:2454-8006, 4(3), pp. 44–50. https://doi.org/10.7324/IJASRE.2018.32620

Donyatalab, Y., Seyfi-Shishavan, S. A., Farrokhizadeh, E., Gundogdu, F. K., and Kahraman, C. (2020). “Spherical Fuzzy Linear Assignment Method for Multiple Criteria Group Decision-Making Problems”. In: Informatica (Netherlands), 31(4), pp. 707-722. https://doi.org/10.15388/20-INFOR433

Eftekharzadeh, S., Ghoushchi, S and Momayezi, F. (2024). “Enhancing safety and risk management through an integrated spherical fuzzy approach for managing laboratory errors”. In: Decision Science Letters , 13(3), 545-564. https://doi.org/10.5267/j.dsl.2024.5.006

Elsawy, M., and Youssef, M. (2023). “Economic Sustainability: Meeting Needs without Compromising Future Generations”. In: International Journal of Economics and Finance, 15(10), pp23. https://doi.org/10.5539/ijef.v15n10p23

García-Gómez, F. J., González-Gaya, C., and Rosales-Prieto, V. F. (2020). “An approach to health and safety assessment in industrial parks”. In: Sustainability (Switzerland), 12(9). https://doi.org/10.3390/su12093646

Ghoushchi, S. J., Jalalat, S. M., Bonab, S. R., Ghiaci, A. M., Haseli, G., and Tomaskova, H. (2022). “Evaluation of Wind Turbine Failure Modes Using the Developed SWARA-CoCoSo Methods Based on the Spherical Fuzzy Environment”. In: IEEE Access, 10, pp. 86750-86764. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3199359

Gul, M. (2020). “A fuzzy-based occupational health and safety risk assessment framework and a case study in an international port authority”. In: Journal of Marine Engineering and Technology, 19(4), pp. 161-175. https://doi.org/10.1080/20464177.2019.1670994

Gul, M., Ak, M. F., and Guneri, A. F. (2017). “Occupational health and safety risk assessment in hospitals: A case study using two-stage fuzzy multi-criteria approach”. In: Human and Ecological Risk Assessment, 23(2), pp. 187-202. https://doi.org/10.1080/10807039.2016.1234363

Gul, M., Mete, S., Serin, F., and Celik, E. (2021). “Studies in Fuzziness and Soft Computing Fine-Kinney-Based Fuzzy Multi-criteria Occupational Risk Assessment Approaches”, In: Case Studies and Python Applications. http://www.springer.com/series/2941

Gündoğdu, F. K., and Kahraman, C. (2019). “Spherical fuzzy sets and spherical fuzzy TOPSIS method”. In: Journal of Intelligent and Fuzzy Systems, 36(1), pp. 337-352. https://doi.org/10.3233/JIFS-181401

Gündoğdu, F. K., and Seyfi-Shishavan, S. A. (2021). “Occupational Risk Assessment Using Spherical Fuzzy Safety and Critical Effect Analysis for Shipyards”. In: Journal of Eta Maritime Science, 9(2), pp. 110-119. https://doi.org/10.4274/jems.2021.59480

Haseli, G., Sheikh, R., Ghoushchi, S. J., Hajiaghaei-Keshteli, M., Moslem, S., Deveci, M., and Kadry, S. (2024). “An extension of the best–worst method based on the spherical fuzzy sets for multi-criteria decision-making”. In: Granular Computing, 9(2). https://doi.org/10.1007/s41066-024-00462-w

Hashemkhani Zolfani, S., Chatterjee, P., and Yazdani, M. (2019). “A structured framework for sustainable supplier selection using a combined BWM-CoCoSo model”. In: Contemporary Issues In Business, Management and Economics Engineering. https://doi.org/10.3846/cibmee.2019.081

Hickson, D. J., Hinings, C. R., Turner, C., and Wahba, M. A. (1963). “A Contingency Theory of Organization Re-Examined in the Context of a Developing Country”. In: Organization and Environment: Managing Differentiation and Intergration 9 (10). Oxford University Press.

İnanlı, A., and Özbakır, O. (2024). “Comparative Analysis of Hazard Identification and Risk Assessment Methods in Ağrı Cement Factory: Fine-Kinney vs. 3T Approach”. In: The Black Sea Journal of Sciences, 14(2), pp. 448-467. https://doi.org/10.31466/kfbd.1359337

Izci, F. B., Gökyay, O., and Barlas, B. (2024). “Investigation of non-fatal occupational accidents and their causes in Turkish shipyards”. In: International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 30(1), pp. 33-40. https://doi.org/10.1080/10803548.2022.2157545

Jain, A., Zwetsloot, G., and Torres, L. (2024). “Sustainability, business responsibility and occupational health, safety and wellbeing in the future of work”. In: Safety Science (174). Elsevier. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2024.106463

Jones, W., Gibb, A., Haslam, R., and Dainty, A. (2019). “Work-related ill-health in construction: The importance of scope, ownership and understanding”. In: Safety Science, 120, pp. 538-550. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.07.038

Ju, Y., Zhao, Q., Luis, M., Liang, Y., Dong, J., Dong, P., and Giannakis, M. (2024). “A novel framework for FMEA using evidential BWM and SMAA-MARCOS method”. In: Expert Systems with Applications, pp. 243. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.122796

Kahraman, C., and Kaya, I. (2009). “Fuzzy process accuracy index to evaluate risk assessment of drought effects in Turkey”. In: Human and Ecological Risk Assessment, 15(4), pp. 789-810. https://doi.org/10.1080/10807030903051242

Karasan, A., Ilbahar, E., Cebi, S., and Kahraman, C. (2018). “A new risk assessment approach: Safety and Critical Effect Analysis (SCEA) and its extension with Pythagorean fuzzy sets”. In: Safety Science, 108, pp. 173-187. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.04.031

Kaya, I., and Kahraman, C. (2009). “Air pollution control using fuzzy process capability indices in the six-sigma approach”. In: Human and Ecological Risk Assessment, 15(4), pp. 689-713. https://doi.org/10.1080/10807030903050897

Keskenler, M. F., and Keskenler, E. F. (2017). “Bulanık Mantığın Tarihi Gelişimi”. In: Takvim-i Vekayi 5(1), pp. 1-10.

Kieu, P. T., Nguyen, V. T., Nguyen, V. T., and Ho, T. P. (2021). “A spherical fuzzy analytic hierarchy process (SF-AHP) and combined compromise solution (cocoso) algorithm in distribution center location selection: A case study in agricultural supply chain”. In: Axioms, 10(2). https://doi.org/10.3390/axioms10020053

Kim, J., Park, M.-S., Jeong, Y.-J., and Song, S. (2018). “Numerical Investigation on Buckling Behavior of Suction-installed Cofferdam”. In: International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), Volume 07, Issue 11, https://doi.org/10.17577/IJERTV7IS110103

Kim, T. E., and Gausdal, A. H. (2020). “Leaders’ influence tactics for safety: An exploratory study in the maritime context”. In: Safety, 6(1). https://doi.org/10.3390/safety6010008

Kinney, G. F., and Wiruth, A. D. (1976). “Calhoun: The NPS Institutional Archive DSpace Repository Practical Risk Analysis for Safety Management”. https://hdl.handle.net/10945/31846

Kokangül, A., Polat, U., and Dağsuyu, C. (2017). “A new approximation for risk assessment using the AHP and Fine Kinney methodologies”. In: Safety Science, 91, pp. 24-32. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.07.015

Koulinas, G. K., Marhavilas, P. K., Demesouka, O. E., Vavatsikos, A. P., and Koulouriotis, D. E. (2019). “Risk analysis and assessment in the worksites using the fuzzy-analytical hierarchy process and a quantitative technique – A case study for the Greek construction sector”. In: Safety Science, 112, pp. 96-104. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.10.017

Kutlu Gundogdu, F., and Kahraman, C. (2019). “Extension of WASPAS with spherical fuzzy sets”. In: Informatica (Netherlands), 30(2), pp. 269-292. https://doi.org/10.15388/Informatica.2019.206

Liang, W., Zhao, G., Wu, H., and Dai, B. (2019). “Risk assessment of rockburst via an extended MABAC method under fuzzy environment”. In: Tunnelling and Underground Space Technology, 83, pp. 533-544. https://doi.org/10.1016/j.tust.2018.09.037

Liu, H. C., You, J. X., and Duan, C. Y. (2019). “An integrated approach for failure mode and effect analysis under interval-valued intuitionistic fuzzy environment”. In: International Journal of Production Economics, 207, pp. 163-172. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.03.008

Liu, L., Zhu, Q., Yang, D., and Liu, S. (2023). “Extended Multicriteria Group Decision Making with a Novel Aggregation Operator for Emergency Material Supplier Selection”. In: Entropy, 25(4). https://doi.org/10.3390/e25040702

Liu, R., Liu, H. C., Shi, H., and Gu, X. (2023). “Occupational health and safety risk assessment: A systematic literature review of models, methods, and applications”. In: Safety Science (160). Elsevier. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.106050

Manuele, F. A. (2012). “Safety Management Peer-Reviewed An Overview of the Occupational Health & Safety Management Systems Standard”. www.asse.org

Marhavilas, P. K., Koulouriotis, D., and Gemeni, V. (2011). “Risk analysis and assessment methodologies in the work sites: On a review, classification and comparative study of the scientific literature of the period 2000-2009”. In: Journal of Loss Prevention in the Process Industries 24 (5), pp. 477-523). https://doi.org/10.1016/j.jlp.2011.03.004

Mitra, N., Ahmad Shahriar, S., Lovely, N., Khan, S., Rak, A. E., Kar, S. P., Khaleque, A., Mohd Amin, M. F., Kayes, I., and Abdus Salam, M. (2020). “Assessing energy-based co2 emission and workers’ health risks at the shipbreaking industries in Bangladesh”. In: Environments - MDPI, 7(5). https://doi.org/10.3390/environments7050035

Mao, Q., Gao, Y., Fan, J. et al. (2024) “Risk assessment of deep-sea floating offshore wind power projects based on hesitant fuzzy linguistic term set considering trust relationship among experts. In: Environ Monit Assess 196, pp. 405. https://doi.org/10.1007/s10661-024-12582-6

Mo, H. (2021). “A SWOT method to evaluate safety risks in life cycle of wind turbine extended by D number theory”. In: Journal of Intelligent and Fuzzy Systems, 40(3), pp. 4439-4452. https://doi.org/10.3233/JIFS-201277

Mohamad, F., Abdulllah, N. H., Mohammad, M., and Kamaruddin, N. K. (2014). “Management systems integration for organizational sustainability: Quality, environmental, occupational health and safety, and energy”. In: Applied Mechanics and Materials, 465-466, pp. 1155-1159. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.465-466.1155

Moneva, J. C., Pestano, R. F. L., and Vertulfo, R. M. (2020). “Parental Financial Support and Students Motivation in Learning”. In: Issues in Social Science, 8(1), 9. https://doi.org/10.5296/iss.v8i1.16908

Okumus, D., Fariya, S., Tamer, S., Gunbeyaz, S. A., Yildiz, G., Kurt, R. E., and Barlas, B. (2023). “The impact of fatigue on shipyard welding workers’ occupational health and safety and performance”. In: Ocean Engineering, 285. https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2023.115296

Oliveira, M. D., Lopes, D. F., and Bana e Costa, C. A. (2018). “Improving occupational health and safety risk evaluation through decision analysis”. In: International Transactions in Operational Research, 25(1), pp. 375-403. https://doi.org/10.1111/itor.12339

Oral, T., and Bayhun, S. (2021). “Gıda Paketleme Makinelerinin Kullanım Risklerinin HRNS Methodu ve FMEA Yöntemi İle Karşılaştırılması”. In: Black Sea Journal of Engineering and Science, 4(4), pp. 168-178. https://doi.org/10.34248/bsengineering.948968

Papadakis, G. A., and Chalkidou, A. A. (2008). “The exposure-damage approach in the quantification of occupational risk in workplaces involving dangerous substances”. In: Safety Science, 46(6), pp. 972-991. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2007.11.009

Paulino, M. D. M. (2019). “Risk assessment by hazard rating number method in biodiesel industry sector in Porto Nacional/TO”. In: Inventionis, 1(2), pp. 9-18. https://doi.org/10.6008/cbpc2674-6395.2019.002.0002

Phillips, Tracy, and David Martyn, (2016), "A Coast Guard Perspective: Evaluation of Continued Service Proposals for Floating Offshore Facilities." In: Paper presented at the Offshore Technology Conference, Houston, Texas, USA, https://doi.org/10.4043/27264-MS

Prokopowicz, P., Czerniak Dariusz, J., Łukasz, M., Dominik, A., and Editors, Ś. (2017). “Theory and Applications of Ordered Fuzzy Numbers A Tribute to Professor Witold Kosiński”. http://www.springer.com/series/2941

Rathore, R., Thakkar, J. J., and Jha, J. K. (2021). “Evaluation of risks in foodgrains supply chain using failure mode effect analysis and fuzzy VIKOR”. In: International Journal of Quality and Reliability Management, 38(2), pp. 551-580. https://doi.org/10.1108/IJQRM-02-2019-0070

Saedi, A. M., Thambirajah, J. J., and Pariatamby, A. (2014). “A HIRARC model for safety and risk evaluation at a hydroelectric power generation plant”. In: Safety Science, 70, pp. 308-315. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2014.05.013

Salamai, A., (2023). “Neutrosophic Multi-Criteria Decision-Making for Flood Risks Management: A Comprehensive Analysis”. In: Journal of Neutrosophic and Fuzzy Ststems (JNFS), Vol. 05, No. 02, pp. 38-50. https://doi.org/10.54216/JNFS.050204

Sánchez-Sotano, A., Cerezo-Narváez, A., Abad-Fraga, F., Pastor-Fernández, A., and Salguero-Gómez, J. (2020). “Trends of Digital Transformation in the Shipbuilding Sector”. In: IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.91164

Satici, S. R., and Mete, S. (2024). “Fine-Kinney-Based Occupational Risk Assessment using Pythagorean Fuzzy AHP-COPRAS for the Lifting Equipment in the Energy Distribution and Investment Sector”. In: Gazi University Journal of Science, 37(2), pp. 854-873. https://doi.org/10.35378/gujs.1227756

Sivam, S. P. S. S., Harshavardhana, N., and Kumaran, D. (2024). “Sustainable optimization through intuitionistic fuzzy MABAC of conical microcups fabrication in incremental sheet metal forming”. In: Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, 46(7). https://doi.org/10.1007/s40430-024-04997-6

Söner, Ö., and Kandemir, Ç. (2022). “Using the hierarchy of controls to improve maritime safety: Case of hot work on board ships”. In: Journal of Intelligent Transportation Systems and Applications, 5(1), pp. 86-93. https://doi.org/10.51513/jitsa.1090589

Stacey, A, and Sharp, JV. (2011). "Ageing and Life Extension Considerations in the Integrity Management of Fixed and Mobile Offshore Installations". In: Proceedings of the ASME 2011 30th International Conference on Ocean, 19–24, pp. 49-65. https://doi.org/10.1115/OMAE2011-49090

Szelangiewicz, T., Żelazny, K., and Sobków, S. (2024). “Analysis of the Parameters of an Ecological Power Supply Wire System for Moving and Stabilising the Position of a Floating Dock”. In: Energies, 17(17). https://doi.org/10.3390/en17174331

Tang, J., Liu, X., and Wang, W. (2021). “A hybrid risk prioritization method based on generalized TODIM and BWM for Fine-Kinney under interval type-2 fuzzy environment”. In: Human and Ecological Risk Assessment, 27(4), pp. 954-979. https://doi.org/10.1080/10807039.2020.1789840

Tepe, S. (2018). “Bulanik Mantık ve Nötrosofik Küme Yaklaşımları Kullanılarak Risk Analizi ve Asfalt Üretim Süreci Üzerine Bir Uygulama”.

Trillas, E., and Eciolaza, L. (2015). “Studies in Fuzziness and Soft Computing Fuzzy Logic An Introductory Course for Engineering Students”. http://www.springer.com/series/2941

Tümer, Ö. (2024). “Doğal Afetlerde Afet Yönetimi ve Risk Azaltmada Yerel Yönetimlerin Rolü”. In: Fiscaoeconomia, 8(3), pp. 1495-1515. https://doi.org/10.25295/fsecon.1491393

Türkmen, M., and Demirel, A. (2022). “SWARA Ağırlıklı Bulanık COPRAS Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi”. In: Alanya Akademik Bakış, 6(1), pp. 1739-1756. https://doi.org/10.29023/alanyaakademik.986700

Uddin, M. K., Nobi, M. N., and Islam, A. M. (2024). “Environmental hazards and health rights of workers in shipbreaking in Bangladesh”. In: International Journal of Human Rights in Healthcare 17(3), pp. 300-314, Emerald Publishing. https://doi.org/10.1108/IJHRH-03-2022-0014

Ventikos, N. P., Sotiralis, P., Annetis, M., Podimatas, V. C., Boulougouris, E., Stefanidis, F., Chatzinikolaou, S., and Maccari, A. (2023). “The Development and Demonstration of an Enhanced Risk Model for the Evacuation Process of Large

Passenger Vessels". In: Journal of Marine Science and Engineering, 11(1). https://doi.org/10.3390/jmse11010084

Wang, W., Wang, Y., Fan, S., Han, X., Wu, Q., and Pamucar, D. (2023). "A complex spherical fuzzy CRADIS method based Fine-Kinney framework for occupational risk evaluation in natural gas pipeline construction". In: Journal of Petroleum Science and Engineering, 220. https://doi.org/10.1016/j.petrol.2022.111246

Wang, Z. C., Ran, Y., Chen, Y., Yang, X., and Zhang, G. (2022). "Group risk assessment in failure mode and effects analysis using a hybrid probabilistic hesitant fuzzy linguistic MCDM method". In: Expert Systems with Applications, 188. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.116013

Wei, Y. C., and Hai, H. L. (2012). "The assessment of military logistic engineering projects for Taiwan's navy". In: Journal of Statistics and Management Systems, 15(2–3), pp. 291–308. https://doi.org/10.1080/09720510.2012.10701627

Yang, Y., and Chiclana, F. (2009). "Intuitionistic fuzzy sets: Spherical representation and distances". In: International Journal of Intelligent Systems, 24(4), 399-420. https://doi.org/10.1002/int.20342

Yazdani, M., Zarate, P., Zavadskas, E. K., and Turskis, Z. (2019). "A combined compromise solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems". In: Management Decision, 57(9), pp. 2501-2519. https://doi.org/10.1108/MD-05-2017-0458

Yılmaz, F., and Selim Ozcan, M. (2019). "A Risk Analysis and Ranking Application for Lifting Vehicles Used in Construction Sites with Integrated AHP and Fine-Kinney Approach". In: Advances in Science and Technology Research Journal, 13(3), pp. 152-161. https://doi.org/10.12913/22998624/111779

Yılmaz, Ö., and Yakut, E. (2022). "Bulanık Shannon Entropi Ağırlıklı Bulanik Topsis ve Bulanik Vikor Yöntemleri İle Finansal Performans Değerlendirmesi". In: Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, pp. 307-330. https://doi.org/10.18026/cbayarsos.1115221

Yu J., Ding H., Yu Y., Wu S., Zeng Q., Xu Y. (2024). "Risk assessment of liquefied natural gas storage tank leakage using failure mode and effects analysis with Fermatean fuzzy sets and CoCoSo method". In: Applied Soft Computing, Volume 154, 111334, ISSN 1568-4946. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2024.111334.

Yuan, F., and Chen, W. (2021). "Stability analysis of temporary cofferdam of a ship lock construction project in coastal area". In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 768(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/768/1/012118

Yucesan, M., and Kahraman, G. (2019). "Risk evaluation and prevention in hydropower plant operations: A model based on Pythagorean fuzzy AHP". In: Energy Policy, 126, 343-351. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.11.039

Zadeh, L. A. (1965). "Fuzzy Sets". In: Information and Control, 8(3), pp. 338-353, ISSN 0019-9958, https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X.

Zanko, M., and Dawson, P. (2012). "Occupational Health and Safety Management in Organizations: A Review". In: International Journal of Management Reviews, 14(3), pp. 328-344. https://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2011.00319.x

Zhang, J., Hegde, G. G., Shang, J., and Qi, X. (2016). "Evaluating emergency response solutions for sustainable community development by using fuzzy multi-criteria

group decision making approaches: IVDHF-TOPSIS and IVDHF-VIKOR". In: Sustainability (Switzerland), 8(4). https://doi.org/10.3390/su8040291

Zhang, J., Ong, M. C., and Wen, X. (2024). "Dynamic Analysis of the De-Ballasting Operations of a Floating Dock with a Malfunctioning Pump". In: Journal of Marine Science and Application. https://doi.org/10.1007/s11804-024-00482-7

Zhang, J., Wen, X., and Chen Ong, M. (2023). "Development Of A Floating Dock Numerical Model and The Ballast Water Distribution Strategy". In: Proceedings of the ASME 2023 42nd International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering Volume 5: Ocean Engineering. Melbourne, Australia. June 11–16. https://doi.org/10.1115/OMAE2023-102996

Zhang, M., Zhang, D., Fu, S., Kujala, P., and Hirdaris, S. (2022). "A predictive analytics method for maritime traffic flow complexity estimation in inland waterways". In: Reliability Engineering and System Safety, 220. https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.108317

Zhang, M., Zhang, D., Goerlandt, F., Yan, X., and Kujala, P. (2019). "Use of HFACS and fault tree model for collision risk factors analysis of icebreaker assistance in ice-covered waters". In: Safety Science, 111, pp. 128-143. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.07.002

Ziquan, X., Jiaqi, Y., Naseem, M. H., and Zuquan, X. (2021). "Occupational Health and Safety Risk Assessment of Cruise Ship Construction Based on Improved Intuitionistic Fuzzy TOPSIS Decision Model". In: Mathematical Problems in Engineering. https://doi.org/10.1155/2021/5966711

Zubayer, M. A. Al, Mithun Ali, S., and Kabir, G. (2019). "Analysis of supply chain risk in the ceramic industry using the TOPSIS method under a fuzzy environment". In: Journal of Modelling in Management, 14(3), pp. 792-815. https://doi.org/10.1108/JM2-06-2018-0081

# TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

**Konferans Bildirileri**

**1**. Bayhun, S., & Demirel, N.Ç. (2024). "Tersanelerde Sağlık ve Güvenlik İçin Mesleki Risklerin Değerlendirilmesi: Bütünleşik Bulanık TOPSIS ve SAW Yaklaşımı". 10. Uluslararası İş Güvenliği ve Çalışan Sağlığı Kongresi, 5 Ekim 2024.

**Makaleler**

**1**. Bayhun, S., & Demirel, N.Ç. (2024). "Hazard Identification and Risk Assessment for Sustainable Shipyard Floating Dock Operations: An Integrated Spherical Fuzzy Analytical Hierarchy Process and Fuzzy CoCoSo Approach". Sustainability 16(13), 5790. https://doi.org/10.3390/su16135790 (Q2)