

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ**  
**ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**LİMAN İŞLETMELERİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ**  
**YÖNETİMİ İÇİN RİSK ANALİZİ VE YÖNETİMİ: SIVI YÜK**  
**TERMİNALLERİNDE BİR UYGULAMA**

**KÜBRA SEZEN**

**KOCAELİ 2023**

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ**  
**ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**LİMAN İŞLETMELERİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ**  
**YÖNETİMİ İÇİN RİSK ANALİZİ VE YÖNETİMİ: SIVI YÜK**  
**TERMİNALLERİNDE BİR UYGULAMA**

**KÜBRA SEZEN**

**Doç. Dr. Murat YORULMAZ**  
**Danışman, Kocaeli Üniversitesi**

.....

**Dr. Öğr. Üyesi Muhammed BAMYACI**  
**Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi**

.....

**Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÖZKAN**  
**Jüri Üyesi, Yalova Üniversitesi**

.....

**Tezin Savunulduğu Tarih: 23.01.2023**

## ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ

Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez/proje çalışmada,

- Bu tezin/projenin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu,
- Çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı,
- Bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi,
- Bu çalışmanın Kocaeli Üniversitesi'nin abone olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun olduğunu,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Tezin/Projenin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez/proje çalışması olarak sunmadığımı,

beyan ederim.

☒ Bu tez/proje çalışmasının herhangi bir aşaması hiçbir kurum/kuruluş tarafından maddi/alt yapı desteği ile desteklenmemiştir.

☐ Bu tez/proje çalışması kapsamında üretilen veri ve bilgiler ..... tarafından ..... no'lu proje kapsamında maddi/alt yapı desteği alınarak gerçekleştirilmiştir.

Herhangi bir zamanda, çalışmam ile ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

.....

Kübra SEZEN

## YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI

Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/projemin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullarla kullanıma açma izninin Kocaeli Üniversitesi'ne verdiğimi beyan ederim. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin/projemin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanımı bana ait olacaktır.

Tezin/projenin kendi özgün çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin /projenin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim kurulu tarafından yayınlanan **“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”** kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi/ Kocaeli Üniversitesi Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- ☐ Enstitü yönetim kurulu kararı ile tezimin/projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.
- ☐ Enstitü yönetim kurulu gerekçeli kararı ile tezimin/projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 6 ay ertelenmiştir.
- ☒ Tezim/projem ile ilgili gizlilik kararı verilmemiştir.

.....

Kübra SEZEN

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Denizcilik alanında, yüksek risk içeren ve profesyonellik gerektiren sıvı yük terminallerinde risk analizi çeşitli sebeplerden dolayı çoğu zaman etkin düzeyde gerçekleştirilememektedir. Bu tez çalışmasında, sıvı yük terminalinde risk analizi uygulamaları ile sektöre uygun olabilecek yöntemler incelenmiştir. Sektöre uygulanacak doğru risk analiz yöntemi ile de iş kazaları yüksek oranda önlenebilecektir.

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmamın tüm aşamalarında beni yönlendiren ve destekleyen değerli danışmanım Doç. Dr. Murat Yorulmaz' a teşekkürlerimi sunarım. Tez savunma jürime katılan ve değerli düşüncelerini paylaşan Dr. Öğr. Üyesi Muhammed Bamyacı ve Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Özkan hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın anket sürecine katılarak düşünceleri ile katkıda bulunan sıvı yük terminali çalışanlarına ve tez çalışmam sürecinde destek ve fikirlerini esirgemeyen Beykent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Araştırma Görevlisi değerli çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca her konuda destek olan aileme, lise öğrenimimden beri her zaman yanımda olan kız kardeşim İnci Çetintaş Yıldız' a ve her konuda olduğu gibi tez çalışmamda da beni destekleyen ve çalışmamın bu zorlu sürecinde her zaman yanımda olan sevgili yol arkadaşım Atakan Erküvün' e teşekkür ederim.

6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş merkezli meydana gelen depremden etkilenen tüm insanların anısına...

Şubat – 2023

Kübra SEZEN

## İÇİNDEKİLER

|                                                                     |      |
|---------------------------------------------------------------------|------|
| ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ .....                          | i    |
| YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI.....                            | ii   |
| ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR .....                                             | iii  |
| İÇİNDEKİLER .....                                                   | iv   |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                                               | v    |
| TABLolar DİZİNİ .....                                               | vi   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....                                | viii |
| ÖZET .....                                                          | x    |
| ABSTRACT .....                                                      | xi   |
| 1. GİRİŞ .....                                                      | 1    |
| 2. LİMAN VE TERMİNAL KAVRAMLARI .....                               | 4    |
| 2.1. Liman ve Terminal Tanımı, Faaliyetleri ve Çeşitleri .....      | 4    |
| 2.2. Sıvı Yük Terminallerinde Yük Elleçleme Ekipmanları .....       | 8    |
| 2.3. Sıvı Yük Terminali Operasyonları .....                         | 10   |
| 2.4. Sıvı Yük Terminallerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Riskleri..... | 14   |
| 3. RİSK ANALİZİ VE YÖNETİMİ .....                                   | 16   |
| 3.1. Risk Analizi ve Değerlendirme .....                            | 16   |
| 3.2. Risk Analiz Metotları .....                                    | 18   |
| 4. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI .....                                      | 24   |
| 4.1. Denizcilik Alanında Yapılmış Risk Analizi Çalışmaları.....     | 24   |
| 4.2. Tezin Yöntemleri ile Yapılmış Risk Analizi Çalışmaları.....    | 36   |
| 5. MALZEME VE YÖNTEM .....                                          | 42   |
| 5.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Yöntemi .....                 | 43   |
| 5.2. Fine Kinney Yöntemi .....                                      | 47   |
| 5.3. 5x5 L Tipi Matris Yöntemi .....                                | 50   |
| 5.4. Bulanık AHP .....                                              | 53   |
| 5.5. Problemin Belirlenmesi .....                                   | 57   |
| 5.6. Kriterler ve Alternatifler .....                               | 59   |
| 5.7. Verilerin Elde Edilmesi .....                                  | 63   |
| 6. BULGULAR.....                                                    | 65   |
| 6.1. Risklerin AHP Yöntemiyle Analizi.....                          | 65   |
| 6.2. Fine Kinney Yöntemiyle Risk Analizi .....                      | 74   |
| 6.3. 5x5 L Tipi Matris Yöntemiyle Risk Analizi .....                | 96   |
| 6.4. Risklerin Bulanık AHP Yöntemiyle Analizi .....                 | 115  |
| 6.5. Risk Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması .....               | 124  |
| 7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....                                        | 137  |
| KAYNAKLAR .....                                                     | 143  |
| KİŞİSEL YAYINLAR VE ESERLER .....                                   | 158  |
| ÖZGEÇMİŞ.....                                                       | 159  |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|            |                                                                                                        |     |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 2.1. | Terminal Türlerinin Sınıflandırılması .....                                                            | 5   |
| Şekil 2.2. | Yük Türlerinin Sınıflandırılması .....                                                                 | 6   |
| Şekil 3.1. | Risk Analiz Yöntemleri Sınıflandırılması .....                                                         | 18  |
| Şekil 5.1. | Çalışma İş Akış Planı .....                                                                            | 42  |
| Şekil 5.2. | AHP Hiyerarşik Yapı.....                                                                               | 44  |
| Şekil 5.3. | Problem Hiyerarşisi .....                                                                              | 59  |
| Şekil 6.1. | Sıvı Kimyasal Yük Operasyonlarının Fine Kinney<br>Risk Düzey Dağılımı (%).....                         | 81  |
| Şekil 6.2. | Ham Petrol ve Petrol Türevleri Yük Operasyonlarının<br>Fine Kinney Risk Düzey Dağılımı (%).....        | 88  |
| Şekil 6.3. | Sıvılaştırılmış Gaz Yük Operasyonlarının Fine Kinney<br>Risk Düzey Dağılımı (%).....                   | 95  |
| Şekil 6.4. | Sıvı Kimyasal Yük Operasyonlarının 5x5 L Tipi Matris<br>Risk Düzey Dağılımı (%).....                   | 102 |
| Şekil 6.5. | Ham Petrol ve Petrol Türevleri Yük Operasyonlarının<br>5x5 L Tipi Matris Risk Düzey Dağılımı (%) ..... | 108 |
| Şekil 6.6. | Sıvılaştırılmış Gaz Yük Operasyonlarının 5x5 L Tipi<br>Matris Risk Düzey Dağılımı (%).....             | 114 |

## TABLolar DİZİNİ

|             |                                                                                                      |     |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tablo 2.1.  | Limanlarımızda Yük Elleçleme İstatistikleri .....                                                    | 7   |
| Tablo 3.1.  | Risk Analizi Yöntem Karşılaştırılması .....                                                          | 19  |
| Tablo 5.1.  | AHP İkili Karşılaştırma Matrisi .....                                                                | 44  |
| Tablo 5.2.  | AHP Değerlendirme leği .....                                                                       | 45  |
| Tablo 5.3.  | Rassal İndeks Değerleri .....                                                                        | 46  |
| Tablo 5.4.  | Fine Kinney Olasılık (İhtimal) Skalası .....                                                         | 47  |
| Tablo 5.5.  | Fine Kinney Frekans (Maruziyet) Skalası .....                                                        | 48  |
| Tablo 5.6.  | Fine Kinney şiddet Skalası .....                                                                     | 48  |
| Tablo 5.7.  | Fine Kinney Yöntemi Risk Değerine Göre Karar ve Eylem .....                                          | 49  |
| Tablo 5.8.  | 5x5 L Tipi Matris Olasılık Skalası .....                                                             | 50  |
| Tablo 5.9.  | 5x5 L Tipi Matris şiddet Skalası.....                                                                | 50  |
| Tablo 5.10. | 5x5 L Tipi Matris Risk Skoru .....                                                                   | 51  |
| Tablo 5.11. | 5x5 L Tipi Matris Yöntemi Risk Skoruna Göre Karar .....                                              | 51  |
| Tablo 5.12. | Problem Ana Kriter ve Alt Kriterler Kodlaması .....                                                  | 58  |
| Tablo 5.13. | AHP Anketi Katılımcı Profili .....                                                                   | 63  |
| Tablo 6.1.  | Ana Kriter Ağırlıklarının Karşılaştırılması.....                                                     | 65  |
| Tablo 6.2.  | Yükleme Alt Kriterlerinin Karşılaştırılması .....                                                    | 66  |
| Tablo 6.3.  | Boşaltma Alt Kriterlerinin Karşılaştırılması .....                                                   | 66  |
| Tablo 6.4.  | Depolama Alt Kriterlerinin Karşılaştırılması.....                                                    | 67  |
| Tablo 6.5.  | Transfer Alt Kriterlerinin Karşılaştırılması .....                                                   | 67  |
| Tablo 6.6.  | Yükleme Alt Kriterlerine Göre Alternatiflerin<br>Karşılaştırılması .....                             | 68  |
| Tablo 6.7.  | Boşaltma Alt Kriterlerine Göre Alternatiflerin<br>Karşılaştırılması .....                            | 69  |
| Tablo 6.8.  | Depolama Alt Kriterlerine Göre Alternatiflerin<br>Karşılaştırılması.....                             | 70  |
| Tablo 6.9.  | Transfer Alt Kriterlerine Göre Alternatiflerin<br>Karşılaştırılması .....                            | 71  |
| Tablo 6.10. | Alternatif Nihai Sonucu .....                                                                        | 72  |
| Tablo 6.11. | Alt Kriter Genel Ağırlık ve Sıralaması.....                                                          | 73  |
| Tablo 6.12. | Sıvı Kimyasal Yük Operasyonlarının Fine Kinney Yöntemi<br>ile Risk Değerlendirmesi.....              | 74  |
| Tablo 6.13. | Petrol rnleri Yük Operasyonlarının Fine Kinney Yöntemi<br>ile Risk Değerlendirmesi.....            | 81  |
| Tablo 6.14. | Sıvılaştırılmış Gaz Yük Operasyonlarının Fine Kinney<br>Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi .....       | 89  |
| Tablo 6.15. | Sıvı Kimyasal Yük Operasyonlarının 5x5 L Tipi Matris<br>Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi .....       | 97  |
| Tablo 6.16. | Petrol rnleri Yük Operasyonlarının 5x5 L Tipi Matris<br>Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi .....     | 103 |
| Tablo 6.17. | Sıvılaştırılmış Gaz Yük Operasyonlarının 5x5 L Tipi Matris<br>Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi ..... | 109 |
| Tablo 6.18. | Bulanık AHP Değerlendirme leği.....                                                                | 115 |
| Tablo 6.19. | Bulanık AHP Ana Kriter Ağırlıklarının Karşılaştırılması .....                                        | 115 |
| Tablo 6.20. | Bulanık AHP Yükleme Alt Kriterlerinin Karşılaştırılması.....                                         | 116 |
| Tablo 6.21. | Bulanık AHP Boşaltma Alt Kriterlerinin Karşılaştırılması .....                                       | 116 |

|             |                                                                                                 |     |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tablo 6.22. | Bulanık AHP Depolama Alt Kriterlerinin Karşılaştırılması .....                                  | 117 |
| Tablo 6.23. | Bulanık AHP Transfer Alt Kriterlerinin Karşılaştırılması.....                                   | 117 |
| Tablo 6.24. | Bulanık AHP Yükleme Alt Kriterlerine Göre Alternatiflerin Karşılaştırılması.....                | 118 |
| Tablo 6.25. | Bulanık AHP Boşaltma Alt Kriterlerine Göre Alternatiflerin Karşılaştırılması.....               | 119 |
| Tablo 6.26. | Bulanık AHP Depolama Alt Kriterlerine Göre Alternatiflerin Karşılaştırılması.....               | 120 |
| Tablo 6.27. | Bulanık AHP Transfer Alt Kriterlerine Göre Alternatiflerin Karşılaştırılması.....               | 121 |
| Tablo 6.28. | Bulanık AHP Alternatif Nihai Sonucu .....                                                       | 122 |
| Tablo 6.29. | Bulanık AHP Alt Kriter Genel Ağırlık ve Sıralaması .....                                        | 122 |
| Tablo 6.30. | AHP ve Bulanık AHP Alt Kriter Genel Ağırlık Karşılaştırılması .....                             | 124 |
| Tablo 6.31. | AHP ve Bulanık AHP Alternatif Nihai Sonuç Karşılaştırılması .....                               | 125 |
| Tablo 6.32. | Sıvı Kimyasal Yük Operasyonları Fine Kinney ve 5x5 L Tipi Matris Sonuç Karşılaştırılması.....   | 126 |
| Tablo 6.33. | Petrol Ürünleri Yük Operasyonları Fine Kinney ve 5x5 L Tipi Matris Sonuç Karşılaştırılması..... | 129 |
| Tablo 6.34. | Sıvılaştırılmış Gaz Operasyonları Fine Kinney ve 5x5 L Tipi Matris Sonuç Karşılaştırılması..... | 133 |
| Tablo 6.35. | Fine Kinney ve 5x5 L Tipi Matris Risk Düzey Karşılaştırılması.....                              | 136 |

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

|                  |                      |
|------------------|----------------------|
| CI               | : Tutarlılık İndeksi |
| CR               | : Tutarlılık Oranı   |
| F                | : Frekans (Sıklık)   |
| N                | : Kriter Sayısı      |
| O                | : Olasılık (İhtimal) |
| R                | : Risk Skoru         |
| RI               | : Rassal İndeks      |
| Ş                | : Şiddet             |
| $\lambda_{\max}$ | : En Büyük Öz Değer  |

### Kısaltmalar

|          |                                                                                                                                                                              |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ADR      | : European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (Tehlikeli Malların Karayolu ile Uluslararası Taşımacılığına İlişkin Avrupa Anlaşması) |
| AHP      | : Analytic Hierarchy Process (Analitik Hiyerarşi Prosesi)                                                                                                                    |
| ANFIS    | : Adaptive Network Based Fuzzy Inference Systems (Uyarlamalı Ağ Tabanlı Bulanık Çıkarım Sistemi)                                                                             |
| ANP      | : Analytic Network Process (Analitik Ağ Süreci)                                                                                                                              |
| COVID-19 | : Coronavirus Disease 2019 (Koronavirüs Hastalığı 2019)                                                                                                                      |
| CREAM    | : Cognitive Reliability and Error Analysis (Bilişsel Güvenilirlik ve Hata Analizi)                                                                                           |
| ÇKKV     | : Çok Kriterli Karar Verme                                                                                                                                                   |
| DEMATEL  | : The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı)                                                                     |
| ETA      | : Event Tree Analysis (Olay Ağacı Analizi)                                                                                                                                   |
| FMEA     | : Failure Modes and Effects Analysis (Hata Türleri ve Etkileri Analizi)                                                                                                      |
| FSA      | : Formal Safety Assessment (Bicimsel Emniyet Değerlendirmesi)                                                                                                                |
| FTA      | : Fault Tree Analysis (Hata Ağacı Analizi)                                                                                                                                   |
| HAZOP    | : Hazard and Operability (Tehlike ve İşletilebilirlik Analizi)                                                                                                               |
| IBC      | : Intermediate Bulk Container (Orta Hacimli Konteyner)                                                                                                                       |
| IMDG     | : International Maritime Dangerous Goods Code (Denizyoluyla Taşınan Tehlikeli Yüklere İlişkin Uluslararası Kod)                                                              |
| IMO      | : International Maritime Organization (Uluslararası Denizcilik Örgütü)                                                                                                       |
| ISPS     | : International Ship and Port Facility Security (Uluslararası Gemi ve Liman Tesisi Güvenlik Kodu)                                                                            |
| İSG      | : İş Sağlığı ve Güvenliği                                                                                                                                                    |
| JSA      | : Job Safety Analysis (İş Güvelik Analizi)                                                                                                                                   |
| KKD      | : Kişisel Korumucu Donanım                                                                                                                                                   |
| LNG      | : Liquid Natural Gas (Sıvılaştırılmış Doğal Gaz)                                                                                                                             |
| LOPA     | : Layers of Protection Analysis (Koruma Katmanları Analizi)                                                                                                                  |
| LPG      | : Liquid Petrol Gas (Sıvılaştırılmış Petrol Gazı)                                                                                                                            |
| MATLAB   | : Matrix Laboratory (Matris Laboratuvarı)                                                                                                                                    |
| MSDS     | : Material Safety Data Sheet (Malzeme Güvenlik Bilgi Formu)                                                                                                                  |
| PHA      | : Preliminary Hazard Analysis (Ön Tehlike Analizi)                                                                                                                           |
| RoPax    | : Ro-Ro Passenger (Tekerlekli Araç ve Yolcu Gemisi)                                                                                                                          |

|        |                                                                                                          |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ro-Ro  | : Roll on Roll of (Tekerlekli Araç Taşımacılığı)                                                         |
| SLIM   | : Success Likelihood Index Method (Başarı Olasılık İndeks Yöntemi)                                       |
| SOLAS  | : International Convention for the Safety of Life at Sea (Denizde Can Güvenliği Uluslararası Sözleşmesi) |
| TOPSIS | : Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (İdeal Çözüme Dayalı Sıralama Tekniği)  |
| UN     | : United Nations (Birleşmiş Milletler)                                                                   |
| VIKOR  | : Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaştırıcı Çözüm) |



# LİMAN İŞLETMELERİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ YÖNETİMİ İÇİN RISK ANALİZİ VE YÖNETİMİ: SIVI YÜK TERMİNALLERİNDE BİR UYGULAMA

## ÖZET

Sıvı yük terminalleri, elleçlenen yük türleri ve yüke verilen hizmetlerden kaynaklı çok sayıda iş sağlığı ve güvenliği (İSG) riskini barındırmaktadır. İSG risklerinin tamamen ortadan kaldırılabilmesi veya risklerin kabul edilebilir seviyede tutulabilmesi için risk analiz ve yönetimi gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır. Risk analizinin önemli etkisiyle sıvı yük terminalleri risklerinin tespit edilmesi, tespit edilen risklere yönelik risk analizinin gerçekleştirilmesi ve risk analizinde kullanılan yöntemlerin karşılaştırılması sonucunda sıvı yük terminaline daha uygun olacak yöntemin kararlaştırılması tez çalışmasında amaçlanmıştır. Literatür incelemesi sonucunda ulaşılan riskler, uzman görüşüne başvurarak risklerin önceliklendirilmesini sağlayan analitik hiyerarşi prosesi (Analytic Hierarchy Process-AHP) yöntemi ile analiz edilmiştir. AHP yöntemi ile hazırlanan anketler, Kocaeli Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulu'nun 05.10.2022 tarihli ve 2022/14 nolu toplantısında alınan 3 sıra sayılı karar ile toplanmıştır. Anket verilerinde, uzman görüşlerinden kaynaklı özneliliğin olması nedeniyle AHP analiz sonuçlarına bulanık mantık yaklaşımı uygulanmıştır. Sıvı yük terminal risklerinin son olarak 5x5 L tipi matris ve Fine Kinney yöntemleri ile risk analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, yöntemlerin sağlamış olduğu avantaj ve dezavantajlar belirlenerek yöntem karşılaştırılması yapılmıştır. Risk analizi için kullanılan yöntemler değerlendirildiğinde, her bir yöntemin riskleri analiz ederken yetersiz kaldığı hususlar mevcut olmaktadır. Bu nedenle, yöntemlerin eksik kaldığı hususların tamamlanabilmesi için yöntemlerin bir arada kullanımı önerilmektedir. Sıvı yük terminallerinde, uygun risk analiz yöntemlerinin bir arada kullanılması sonucunda risk analizinin daha etkin olacağı sonucuna ulaşılmıştır. Sıvı yük terminallerini konu alan ve risk analizi gerçekleştirmiş kapsamlı bir çalışma olmaması nedeniyle, bu çalışmanın sıvı yük terminal risklerini tespit etmesi ve risk analizinde kullanılan yöntemleri karşılaştırması yönü ile literatüre katkı sağlayacağı düşünülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** AHP, Bulanık Mantık, Fine Kinney, Risk Analizi, Sıvı Yük Terminali.

# **RISK ANALYSIS AND MANAGEMENT FOR OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN PORT MANAGEMENT: AN APPLICATION IN LIQUID CARGO TERMINALS**

## **ABSTRACT**

Liquid cargo terminals contain much occupational health and safety (OHS) risks which are arising from the types of cargo handled and the services provided to the cargo. Risk analysis and management are necessary to completely eliminate the OHS risks or keep the risks at an acceptable level. With the significant impact of the risk analysis, in thesis, it is aimed to determine the risks of liquid cargo terminals, carry out a risk analysis for the risks identified, and finally compare the methods used in risk analysis in order to decide the method that will be more suitable for the liquid cargo terminal. The risks reached as a result of the literature review were analyzed with the Analytic Hierarchy Process (AHP) method, which prioritizes risks by seeking expert opinion. Questionnaires prepared via the AHP method were collected according to 3<sup>rd</sup> order decision of Kocaeli University Science and Engineering Ethic Committee, which was met on October 5th, 2022, with the meeting number of 2022/14. The Fuzzy logic approach was applied to the AHP analysis results due to the subjectivity in the survey data arising from expert opinions. Finally, risk analysis of liquid cargo terminal risks was carried out with a 5x5 L type matrix and Fine Kinney methods. According to the analysis results, the methods' advantages and disadvantages were determined, and a comparison was made. When the methods used for risk analysis are evaluated, there are some points where each method fails to analyze risks. For this reason, it is recommended to use the methods together to complete the deficiencies of the methods. It has been concluded that risk analysis will be more effective as a result of using appropriate risk analysis methods together in liquid cargo terminals. Since there is not a comprehensive study on liquid cargo terminals and the risk analysis, it has been considered this study will contribute to the literature with its aspects of determining the risks of liquid cargo terminals and comparing the methods used in risk analysis.

**Keywords:** AHP, Fuzzy Logic, Fine Kinney, Risk Analysis, Liquid Cargo Terminal.

## 1. GİRİŞ

Deniz taşımacılığında gemilerin uğrak noktası olan liman işletmeleri gemi ve yüke verdikleri hizmetlerle ön plana çıkmaktadır. Limanlar yapıları gereği farklı tipteki gemi ve yüklere hizmet verebilmekte fakat zaman ve maddi açıdan verimliliğin arttırılabilmesi için tek yük tipinde uzmanlaşmış terminallerle gemi ve yüke hizmet verilmesi faydalı olmaktadır (Yüksekyıldız, 2014; Esmer, 2019). Terminaller verdikleri hizmete göre sıvı dökme yük, kuru dökme yük, genel yük, konteyner, tekerlekli yük ve yolcu terminali olmak üzere uzmanlaşmışlardır. Terminal türleri içerisinde ham petrol ve petrol türevleri, kimyasallar, sıvılaştırılmış gazlar ve diğer sıvı yükleri elleçleyen sıvı yük terminalleri, yükten kaynaklı farklı uzmanlık ve donanım ihtiyacı duymaları nedeniyle kendi içlerinde ayrıca uzmanlaşmaya gerek duyarlar (Esmer, 2019). Sıvı yük terminallerinde gerçekleştirilen yük operasyonlarının diğer terminal türlerinden farklı olması, her yükün kendine has prosedürleri takip etmesi, taşınacak yüklerden kaynaklı yaşanma ihtimali olan iş kazaları ve acil durumlarda ölüm, yaralanma, ciddi boyutta maddi hasar, etkisi uzun sürecek deniz/çevre kirliliği yaşanabilecek olması nedenleriyle sıvı yük terminallerinde emniyet tedbirlerinin önemi artmaktadır (Zorba ve Kişi, 2009).

Risk yönetimi, iş kazası ve meslek hastalıklarına sebep olacak tehlike ve risklerin tespit edilmesi, risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve tespit edilen tehlike ve riskleri tamamen ortadan kaldırmak ve tamamen ortadan kaldırılamadığı durumlarda ise riskin kabul edilebilir seviyeye indirilmesi için risk kontrol tedbirlerinin belirlenmesi çalışmasıdır (Özkılıç, 2005). Birçok tehlikeyi içinde barındıran sıvı yük terminallerinde risk yönetimi için çalışma ortamı ve yürütülen operasyonlarla ilgili tehlike ve risklerin tespit edilmesi, risk kontrol tedbirlerinin belirlenmesi ve uygulanması gerekmektedir. Bu noktada risk analizi ve yönetiminin önemi ortaya çıkmaktadır. Risklerin doğru analiz edilmesi ve risk kontrol tedbirlerinin uygulanmasıyla yaşanması muhtemel iş kazası ve meslek hastalıklarının önüne geçilerek sağlıklı, emniyetli ve sürdürülebilir bir çalışma ortamı sağlanabilecektir.

Bu tez çalışmasında sıvı yük terminallerinde, sıvı yüklerin (kimyasal, ham petrol ve petrol türevleri ve sıvılaştırılmış gazlar) yükleme, boşaltma, depolama ve transfer operasyonları risklerinin tespit edilmesi, risk analizi sonucunda risk derecelerine göre risk kontrol tedbirlerinin belirlenmesi, yapılan risk analiz uygulamalarıyla risk analiz yöntemlerinin

karşılaştırılması ve sıvı yük terminali için uygun risk analiz yönteminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Amaca yönelik olarak öncelikle uzman kişilerin görüşüne başvurulabilmesine ve risklerin önceliklendirilmesine olanak sağlayan çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinden biri olan AHP yöntemi kullanılmıştır. Yöntemde öznellik etkisinin sonuçlara yansımaları nedeniyle analize bulanık mantık yaklaşımı eklenerek AHP analiz sonuçları bulanıklaştırılmıştır. Bir sonraki aşamada, sektörde ve literatürde risk analizi uygulamasında sıklıkla kullanılmakta olan 5x5 L tipi matris ve Fine Kinney yöntemleri kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Sıvı yük terminallerinde uygulanan 5x5 L tipi matris, Fine Kinney, AHP ve bulanık AHP yöntem sonuçlarına göre karşılaştırma yapılmıştır.

Çalışmada gerçekleştirilen literatür araştırması sonucunda denizcilik alanında ve liman özelinde gerçekleştirilmiş risk analiz çalışmalarına ulaşılmıştır. John ve diğ. (2014), bulanık AHP yöntemini kullanarak limandaki operasyon risklerinin analizini gerçekleştirmişlerdir. Okumuş ve Barlas (2016), gemi inşaatı risklerini 5x5 L tipi matris ve Fine Kinney yöntemleri ile analiz etmişlerdir. Analiz sonuçlarına göre iki yöntem karşılaştırılmıştır. Yavuz (2017), liman sektörüne ait belirlenen tehlikeler için Fine Kinney yöntemiyle risk analizi yapmıştır. Fine Kinney yönteminde kişisel etkilinin azaltılabilmesi için risklere bulanık mantık yaklaşımı uygulanmış ve bulanık risk skorunun belirlenmesi sonucunda risk değerleri eşit olan faaliyetler ortaya çıkmıştır. Bulanık risk skorları eşit olan faaliyetler için de AHP yöntemi kullanılmış ve bu sayede risklerin önceliklendirilmesi ve sıralaması gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak üç yöntemle ait risk skorları karşılaştırılmıştır. Saygı (2018), İzmit Körfez Bölgesindeki kuru yük ve tehlikeli yüklerin elleçlendiği limanlar için tehlikeleri tespit ederek Fine Kinney yöntemiyle risk analizi gerçekleştirmiş ve koruyucu önlemleri belirlemiştir. Çınar (2020), limanlarda gemi manevralarının risk analizini Fine Kinney ve bulanık Fine Kinney yöntemleriyle yapmıştır. Sonuçlara göre iki risk analiz yöntemi karşılaştırılmıştır. Bayram (2021), Trabzon limanındaki tehlikeleri tespit ederek Fine Kinney yöntemiyle risk analizi gerçekleştirmiştir. Analiz sonuçlarına göre gerekli önlemler belirlenmiştir. Kaçmaz (2021), konteyner, genel yük, dökme kuru yük, dökme sıvı yük ve tekerlekli araç taşımacılığı (Roll on Roll of-RoRo) terminallerinin her biri için öncelikle operasyonel riskleri belirlemek amacıyla AHP anketi uygulamış ve risklerin görece ağırlıklarını hesaplamıştır. İkinci aşamada Marmara Bölgesi'nde terminal türlerine göre yaşanan

kazaların analizi gerçekleştirilmiş ve risk seviyeleri belirlenmiştir. Son olarak da hesaplanan görece ağırlıkları ve kazaların risk seviyeleri, risk karar matrisinde kullanılmış ve önleyici faaliyetler tespit edilmiştir. Tonoğlu ve diğ. (2022), bulanık AHP ve Fine Kinney yöntemlerinin birleştirilmesiyle elde edilen yöntemi gemilerin maruz kalabileceği bazı riskleri analiz etmek için kullanmışlardır. Elde edilen tek risk skoruna göre sıralama yapılmıştır. Literatürde, risk analiz yöntemlerinden 5x5 L tipi matris ve Fine Kinney, ÇKKV yöntemlerinden AHP ve bulanık mantık yaklaşımının birlikte kullanıldığı sıvı yük terminallerinde risk analizi çalışmasının yapılmamış olması nedeniyle bu çalışmanın literatüre katkı yapması beklenmektedir.

Çalışmanın ikinci bölümünde liman ve terminal tanımı, faaliyetleri ve çeşitlerinin aktarılması, sıvı yük terminallerinde yük elleçlemede kullanılan ekipmanların tanıtılması ve yürütülen operasyonların tanımlaması yapılarak sıvı yük terminallerindeki İSG riskleri belirlenmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde risk analizi ve risk değerlendirme kavramlarının incelemesi gerçekleştirilerek risk analiz metotlarının sınıflandırılması yapılmış ve sıklıkla tercih edilen metotlar açıklanmıştır. Çalışmanın dördüncü bölümünde denizcilik alanında yapılmış risk analizi çalışmaları ve tezde kullanılmış yöntemlerle yapılan farklı alan risk analiz literatürü aktarılmıştır. Çalışmanın beşinci bölümünde tezin yöntemleri olan AHP, Fine Kinney, 5x5 L tipi matris ve bulanık AHP detaylandırılmıştır. Yöntemlerin detaylandırılmasının ardından problemin belirlenmesi, kriter ve alternatif açıklamaları ve verilerin elde edilme süreci verilmiştir. Çalışmanın altıncı bölümünde, belirlenen sıvı yük terminali tehlikelerinde yöntemler uygulanarak risk analizleri gerçekleştirilmiş ve bulgulara göre risk analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Çalışmanın son bölümü olan sonuçlar ve öneriler kısmında sıvı yük terminalleri için gerçekleştirilen farklı risk analizi uygulamalarının sonuçları değerlendirilmiş ve uygulanan yöntemlerin avantaj ve dezavantajlarına göre sıvı yük terminalinde risk analizi ihtiyacını karşılayabilecek yöntem önerisi yapılmıştır. Sıvı yük terminallerinde tespit edilen risklere yönelik de önlemlerin aktarılmasıyla sektöre tavsiyelerde bulunulmuştur.

## 2. LİMAN VE TERMİNAL KAVRAMLARI

Liman ve terminal kavramları başlığı, dört bölüm altında incelenmiş ve detaylandırılmıştır. Birinci bölümde, liman ve terminal tanımlamaları yapılarak liman ve terminallere ait sınıflandırılma gerçekleştirilmiştir. Devamında liman ve terminallerde hizmet verilen yük türleri sınıflandırılmış ve yük türlerine göre limanlarımızda elleçlenen yük istatistiklerine yer verilmiştir. İkinci bölümde elleçleme kavramının tanımı, yük elleçleme ilkeleri, sıvı yük terminallerinde kullanılmakta olan yük elleçleme ekipmanları ve bu ekipmanların kullanım şekilleri detaylandırılmıştır. Üçüncü bölümde ilk olarak, liman ve terminal operasyonlarının yürütülmesi hakkında genel bilgiler verilmiş ve devamında sıvı yük özelinde operasyon süreci aktarılmıştır. Son olarak, sıvı yük terminallerinde operasyon sürecine ait dikkat edilmesi gerekli hususlara değinilmiştir. Dördüncü bölümde, sıvı yük terminallerinde gerçekleştirilen yükleme, boşaltma, depolama ve transfer operasyon riskleri, sıvı yük terminaline özgü riskler ve yük elleçleme ekipmanları kaynaklı maruz kalınabilecek riskler incelenmiştir.

### 2.1. Liman ve Terminal Tanımı, Faaliyetleri ve Çeşitleri

Denizyolu taşımacılığında önemli yer tutan limanlar; sahip oldukları rıhtımlar ve iskeleler sayesinde gemilerin yanaşabilmesi, yüklerin gemiden karaya, karadan gemiye veya gemiden gemiye taşınmasıyla yükleme ve boşaltma operasyonlarının yürütülebilmesi, yolcuların indirilmesi ve bindirilmesi, sahip olduğu tesislerle gemilerin ihtiyaçlarının karşılanması, gemilerin olumsuz hava ve deniz koşullarından korunması olanaklarını sağlayan kıyı tesisleridir (Yüksekyıldız, 2014; Eski, 2017; Esmer, 2019). Limanlar yürütmüş olduğu faaliyetlere göre; konteyner limanları, kuru yük limanları, sıvı yük limanları, çok amaçlı limanlar, tersane limanları, askeri limanlar, balıkçı barınakları ve yat limanları olmak üzere sınıflandırılmaktadır (Yavuz, 2017; Saygı, 2018).

Liman işletmelerinde sunulmakta olan hizmetler yük ve gemiye verilen hizmetler olmak üzere ikiye ayrılabilir. Yüke verilen hizmetlerden bazıları; yükleme-boşaltma, istifleme, depolama, yük aktarma, iç nakliye, elleçleme ekipman desteği, puantaj, tartı, gümrük işlemleri ve güvenlik hizmetleri şeklindedir. Gemiye verilen hizmetlerden bazıları ise; kılavuzluk, römorkaj, palamar, barınma ve ambar kapağı açma-kapama şeklindedir. Geminin taşımış olduğu yüke verilen hizmetler gemiye verilen hizmetlere

dahil edilmemiş fakat yükleme ve boşaltma gibi hizmetler hem gemiye hem de yüke verilen hizmetlerden sayılabilir. Yüke ve gemiye verilen hizmetlere ek olarak liman tarafından bazı işletme hizmetleri verilmektedir. Yakıt ve tatlı su ikmali, atık alımı ve bakım onarım işletme hizmetlerine örnek gösterilebilir (Çağlar, 2012; Gülcan, 2013; Esmer, 2019; Kaçmaz, 2021).

Denizyolu taşımacılığında, gemilere verilen hizmet kalitesini arttırmak, gemilerin limanda bulunduğu süreleri azaltmak, dolayısıyla verimlilik ve karlılığın artırılması sonuçlarına ulaşılması için limanlarda uzmanlaşma yoluna başvurulmuştur (Yüksekyıldız, 2014; Esmer, 2019). Birden fazla yük tipinin elleçlendiği tesisler liman olarak adlandırılırken limanlardaki uzmanlaşma sonucunda, tek tip yükün elleçlendiği kıyı tesisleri olarak terminaller ortaya çıkmıştır (Bal ve Esmer, 2015). Terminaller elleçledikleri yük tipine göre altı tür olarak sınıflandırılabilen ve terminallere yönelik sınıflandırılma Şekil 2.1’de verilmiştir.

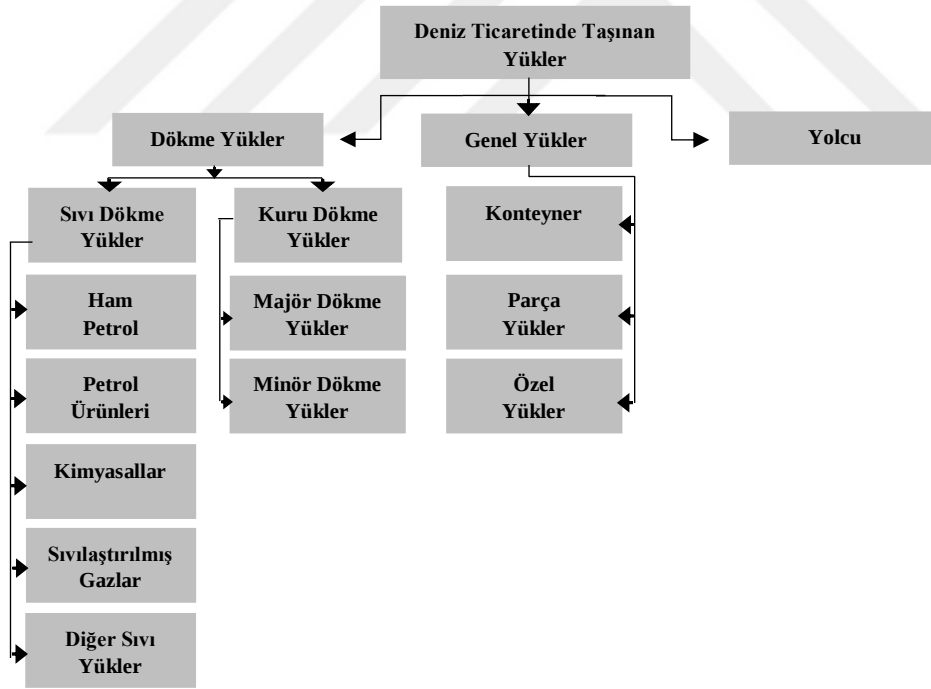


Şekil 2.1. Terminal Türlerinin Sınıflandırılması (Bal ve Esmer, 2015; Esmer, 2019)

Şekil 2.1’de verilen terminal türleri; sıvı dökme yük, kuru dökme yük, genel yük, konteyner yük, tekerlekli yük ve yolcu terminali olarak sınıflandırılmaktadır. Sıvı dökme yük terminallerinde verilen hizmet sıvı yük taşıyan gemilere yönelik olmakla birlikte limanlardaki uzmanlaşma sıvı dökme yük terminallerinde de karşımıza çıkmaktadır. Genellikle sıvı yük terminalleri yük türlerine göre inşa edilmekte ve bu terminallerde farklı sıvı yüklerinin elleçlemesi gerçekleştirilmektedir (Esmer, 2019). Kuru dökme yük terminallerinde maden cevheri, çimento, kum, tahıl ve kömür gibi majör ve minör dökme yüklerin elleçlenmesi gerçekleştirilmektedir. Bu yük türünde elleçleme ekipmanları olarak rıhtım vinci, konveyör ve pnömatik sistemler kullanılmaktadır (Esmer, 2019;

Kaçmaz, 2021). Genel yük terminallerinde, demir çelik, ekipman, ara mamül gibi özel yüklere hizmet verilmektedir. Yüklerin farklı şekil ve hacimde olmaları nedeniyle elleçleme operasyonlarında ayrıca uzmanlık gerekli olmaktadır (Kaçmaz, 2021). Konteyner terminallerinde verilen hizmet konteyner gemilerine yönelik olmakta ve konteynerlerin elleçlenmesi gerçekleştirilmektedir (Çağlar, 2012). Tekerlekli yük terminallerinde, otomobil, kamyon, treyler gibi yüklerin taşınması gerçekleştirilmektedir. Bu terminallerde, yüklerin yüklenmesi-boşaltılması rampalar yoluyla yapılmakta ve bu nedenden dolayı yükleme-boşaltma operasyonlarında elleçleme ekipmanlarına gerek duyulmamaktadır (Aksoy, 2011; Kaçmaz, 2021). Yolcu terminallerinde verilen hizmet ise yolcuların indirilmesi, bindirilmesi ve otobüs operasyonlarını kapsar (Çağlar, 2012).

Liman ve terminal türlerine göre elleçlenen yük türleri farklılık göstermektedir. Deniz taşımacılığıyla farklı türde yüklere hizmet verilmekte olup yük türleri sınıflandırılması Şekil 2.2'deki gibidir.



Şekil 2.2. Yük Türlerinin Sınıflandırılması (Esmer, 2019)

Deniz ticaretinde taşınmakta olan yüklerin sınıflandırılması Şekil 2.2'de verilmiş ve sınıflandırma dökme yükler, genel yükler ve yolcular olmak üzere gerçekleştirilmiştir. Dökme yükler; sıvı dökme yük ve katı dökme yük olarak ayrılmaktadır. Sıvı dökme

yükler kendi içerisinde ham petrol, petrol ürünleri, kimyasallar, sıvılaştırılmış gazlar ve diğer sıvı yükler olarak sınıflandırılmaktadır. Kuru dökme yükler ise majör ve minör dökme yükler olmak üzere kendi içerisinde ayrılmaktadır. Genel yüklerin sınıflandırılması; konteyner, parça yükler ve özel yükler şeklinde yapılmaktadır. Kendi içerisinde iki farklı sınıfa ayrılan dökme yüklerden kömür, çimento, maden cevheri, buğday gibi yükler katı dökme yüklere; ham petrol ve petrol ürünleri, sıvılaştırılmış gazlar, kimyasal yükler ve meyve suları, süt ve bitkisel yağlar gibi tehlikesiz yükler ise sıvı dökme yüklere örnek gösterilebilir (Bayazit ve Zorba, 2017). Genel yüklerde, yükün elleçlenmesi için çelikten yapılmış taşıma kabı olan konteyner ile yüke hizmet verilebilmektedir. Parça yüklerde ise daha küçük boyutta olan yükler paketlenerek taşınmaktadır. Özel yüklerin de kendilerine has paketlenme ve taşıma şekilleri mevcuttur. Tekerlekli yükler özel yüklere örnek gösterilebilir (Esmer, 2019).

Yük türlerindeki çeşitlilik ve yüke olan ihtiyaca göre deniz ticaretinde taşınan ve limanlarımızda elleçlenen yüklerin miktarları da değişkenlik göstermektedir. Yük türlerine göre limanlarımızda gerçekleştirilen yük elleçleme istatistikleri Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1. Limanlarımızda Yük Elleçleme İstatistikleri (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2022)

|                                                 | Katı Dökme Yük |             |               | Genel Kargo |            |               | Sıvı Dökme Yük |            |               |
|-------------------------------------------------|----------------|-------------|---------------|-------------|------------|---------------|----------------|------------|---------------|
|                                                 | Yükleme        | Boşaltma    | Yük Elleçleme | Yükleme     | Boşaltma   | Yük Elleçleme | Yükleme        | Boşaltma   | Yük Elleçleme |
| 2011                                            | 25.213.212     | 81.954.591  | 107.167.803   | 23.325.839  | 23.182.147 | 46.507.986    | 73.346.948     | 56.645.354 | 129.992.302   |
| 2012                                            | 22.942.335     | 84.177.091  | 107.119.426   | 27.093.123  | 33.075.540 | 60.168.663    | 69.559.487     | 63.141.400 | 132.700.887   |
| 2013                                            | 23.221.064     | 80.434.755  | 103.655.819   | 27.810.542  | 38.282.710 | 66.093.252    | 63.025.541     | 59.535.188 | 122.560.729   |
| 2014                                            | 22.776.632     | 85.968.048  | 108.744.680   | 26.088.250  | 35.094.941 | 61.183.191    | 58.105.249     | 58.828.839 | 116.934.088   |
| 2015                                            | 23.483.984     | 87.217.554  | 110.701.538   | 23.714.557  | 39.791.174 | 63.505.731    | 78.974.001     | 67.580.191 | 146.554.192   |
| 2016                                            | 25.053.194     | 91.463.144  | 116.516.338   | 25.779.584  | 39.785.035 | 65.564.619    | 76.750.314     | 68.274.053 | 145.024.367   |
| 2017                                            | 28.468.308     | 100.374.407 | 128.842.715   | 29.367.217  | 42.779.969 | 72.147.186    | 78.220.037     | 74.677.310 | 152.897.347   |
| 2018                                            | 34.662.142     | 98.991.079  | 133.653.221   | 28.702.508  | 35.275.257 | 63.977.765    | 70.225.343     | 69.491.726 | 139.717.069   |
| 2019                                            | 47.469.013     | 102.875.550 | 150.344.563   | 23.914.381  | 28.758.610 | 52.672.991    | 80.961.068     | 74.292.846 | 155.253.914   |
| 2020                                            | 59.003.545     | 105.475.578 | 164.479.123   | 22.916.398  | 31.711.002 | 54.627.400    | 73.467.677     | 73.184.719 | 146.652.396   |
| 2021                                            | 63.982.034     | 106.647.021 | 170.629.055   | 28.133.810  | 33.328.317 | 61.462.127    | 74.458.033     | 76.073.343 | 150.531.376   |
| Not: Yüklemler ton bazında değerlendirilmiştir. |                |             |               |             |            |               |                |            |               |

Tablo 2.1. (Devam) Limanlarımızda Yük Elleçleme İstatistikleri (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2022)

|                                              | Konteyner  |            |               | Araç      |           |               |
|----------------------------------------------|------------|------------|---------------|-----------|-----------|---------------|
|                                              | Yükleme    | Boşaltma   | Yük Elleçleme | Yükleme   | Boşaltma  | Yük Elleçleme |
| 2011                                         | 35.998.875 | 34.382.382 | 70.381.257    | 3.754.872 | 5.550.523 | 9.305.395     |
| 2012                                         | 41.331.061 | 37.979.855 | 79.310.916    | 4.017.949 | 4.018.819 | 8.036.768     |
| 2013                                         | 44.376.187 | 40.280.005 | 84.656.192    | 4.127.433 | 3.837.333 | 7.964.766     |
| 2014                                         | 46.651.978 | 41.486.368 | 88.138.346    | 4.137.793 | 3.982.521 | 8.120.314     |
| 2015                                         | 46.167.514 | 40.858.343 | 87.025.857    | 4.304.154 | 3.945.223 | 8.249.377     |
| 2016                                         | 50.590.959 | 44.337.638 | 94.928.597    | 4.317.239 | 3.850.002 | 8.167.241     |
| 2017                                         | 58.097.872 | 49.820.036 | 107.917.908   | 4.981.040 | 4.387.700 | 9.368.740     |
| 2018                                         | 64.539.151 | 49.692.314 | 114.231.465   | 4.927.122 | 3.646.918 | 8.574.040     |
| 2019                                         | 67.205.047 | 51.562.963 | 118.768.010   | 5.338.817 | 1.790.117 | 7.128.934     |
| 2020                                         | 68.648.424 | 53.062.524 | 121.710.948   | 5.120.592 | 4.052.193 | 9.172.785     |
| 2021                                         | 74.516.410 | 57.343.210 | 131.859.620   | 6.461.251 | 5.363.355 | 11.824.606    |
| Not: Yükler ton bazında değerlendirilmiştir. |            |            |               |           |           |               |

Tablo 2.1’de verilen yük elleçleme istatistikleri, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından yıllık olarak yayımlanmakta ve bu verilere göre 2011-2021 yılları arasında gerçekleşen yük elleçleme miktarları derlenmiştir. Limanlarımızda elleçlenen yük istatistiklerine göre, 2011-2021 yılları arasında en çok elleçlenen yük türleri sırasıyla sıvı dökme yük, kuru dökme yük ve konteyner şeklindedir. 2011-2019 yılları arasında en çok elleçlenen yük türü sıvı dökme yük iken 2020 ve 2021 yıllarında sıvı dökme yükün yerini kuru dökme yük almıştır. 2019 yılında toplam elleçlenen yük miktarının %32,07’si sıvı dökme yük, %31,05’i katı dökme yük, 2020 yılında, %29,53’ü sıvı dökme yük, %33,12’si katı dökme yük ve 2021 yılında ise %28,6’sı sıvı dökme yük ve %32,42’si katı dökme yük olarak elleçlenmiş ve bu iki yük türündeki değişim tabloya yansımaktadır. COVID-19 salgınıyla birlikte sıvı dökme yük ihtiyacının azalması, sıvı dökme yük elleçlemesinde düşüşün sebebi olarak yorumlanabilir. Sonuç olarak yük istatistiklerine göre sıvı dökme yük elleçmesinin önemli yer tuttuğu limanlarımız, yük türünden ve operasyonlardan kaynaklı çok sayıda riski içerisinde barındırmaktadır.

## 2.2. Sıvı Yük Terminallerinde Yük Elleçleme Ekipmanları

Yükün gemiden boşaltılması, gemiye yüklenmesi, depolanması ve yük hareketinin organizasyonu gibi operasyonlarla limanlarda yüke verilen hizmetler elleçleme olarak ifade edilmektedir (Kişi, 2015; Esmer, 2019). Yük elleçleme operasyonlarında dikkat edilmesi gerekli ilkeler; emniyet, güvenlik, etkinlik ve çevre duyarlılığı olmak üzere dört

ana başlıkta verilebilir. Emniyet ilkesi için; yüke uygun olan elleçleme ekipmanı kullanımı, yüklerin işaretleme ve etiketlemesinin yapılması, acil durumlarda müdahale için yangın söndürme cihazlarının hazır olması ve acil durum tatbikatlarının gerçekleştirilmesi, personeller arasında iletişimin etkili şekilde sağlanması ve çalışma sürelerinin düzenlenmesi gerekmektedir. Güvenlik ilkesi için; Uluslararası Gemi ve Liman Tesisi Güvenlik (International Ship and Port Facility Security-ISPS) kodunun gerekliliklerinin uygulanması gerekmektedir. Etkinlik ilkesi için; uygun yük elleçleme ekipmanlarının kullanılması ve teknolojinin takip edilmesi, operasyon sürelerinin azaltılabilmesine yönelik yük türüne göre uzmanlaşma ve bakım onarım planlarına uyulması gerekmektedir. Çevre duyarlılığı ilkesi için ise; risk yönetimi ve acil durum planlamasının yapılması ve uygulanması, yüke uygun elleçleme ekipmanı kullanımıyla yükün sızıntı ve saçılmasının engellenmesi gerekmektedir (Kişi, 2015).

Limanlarda yüke verilen hizmetler çok sayıda yük elleçleme ekipmanı ile gerçekleştirilmektedir. Ekipman çeşitliliğinin yanı sıra, belirli yüke yönelik uzmanlaşmış terminallerde, yüke uygun ekipman kullanılması yaklaşımının da etkisiyle yük elleçleme ekipmanları değişkenlik göstermektedir. Sıvı yük terminallerinde, yükün yüklenmesi ve boşaltılması operasyonları gemi ve terminal ekipmanlarıyla çift yönlü olarak gerçekleştirilmektedir. Terminal veya gemideki tanklarda depolanan sıvı yüklerin pompa ve yük devreleri gibi elleçleme ekipmanları ile taşınması sağlanmaktadır (Kaçmaz, 2021). Sıvı yük terminallerinde yürütülen operasyonlarda kullanılan yük elleçleme ekipmanları; pompa, vana, manifold ve yükleme kolları şeklinde sıralanabilir. Elleçleme ekipmanlarının nitelikleri, elleçlenen yükün gerektirdiği özelliklere göre belirlenmektedir. Bazı yüklerden kaynaklı transfer sıcaklığı, basınç, akışkanlık gibi değerler öne çıkmaktadır (Gülcan, 2013).

Yük elleçlemede kullanılmakta olan boru hatları ve tanklar liman alt ve üstyapıları olarak değerlendirilerek bu bölümde sıvı yük terminallerinde kullanılmakta olan pompa, vana, manifold ve yükleme kolları aktarılmıştır. Temel ekipmanlara ek olarak gaz geri dönüş sistemi, inert gaz sistemi, sayaç, çıkış ölçer ve hortum gibi yardımcı ekipmanlar da aktarılmıştır (Esmer, 2019). Elleçleme ekipmanlarının açıklaması aşağıdaki gibidir:

Pompa, basıncın etkisiyle sıvı yük akışını sağlayan ve yük akışının terminal tankından gemi tankına veya tam tersi gerçekleşmesiyle operasyonların çift yönlü yürütülmesini

gerçekleştiren ekipmandır (Gülcan, 2013; Kaçmaz, 2021). Elleçlenen yük türüne göre farklı pompa tipleri kullanılabilir. Bunlar; hava pompaları, manyetik pompalar ve vidalı pompalardır. Tankların boşaltılması işlemlerinde hava pompaları kullanılmaktadır. Manyetik pompalar bazı kimyasal yüklerin elleçlenmesinde kullanılmaktadır. Vidalı pompalar ise vizkozitesi yüksek veya düşük olan sıvı yüklerin elleçlenmesi için kullanılmaktadır (Gülcan, 2013). Vana, yük akışının durdurulması veya akışın düzenlenmesi amacıyla kullanılmaktadır (Gülcan, 2013; Esmer, 2019). Yükleme kolları, tanklar arasında sıvı yüklerin taşınmasını sağlayan boru ve döner eklemlerden oluşan boru sistemleridir (Esmer, 2019). Yükleme kolları, çok yüksek kapasiteye sahip gemilerin elleçlenmesinde kullanılabilir (Gülcan, 2013). Manifold, gemi veya terminalde bulunan ve tek borudaki sıvı yükün diğer boru hatlarına aktaran veya ayırıştırıcı ekipmandır (Esmer, 2019).

Hortumlar, yükleme kollarında olduğu gibi gemi ve liman arasında sıvı yük akışını sağlayan ekipmanlardır (Esmer, 2019). Elleçlenen yükün özellikleri ve yükleme-boşaltma operasyonlarında gerekli basınca uygun olarak hortumların çap ve uzunlukları seçilmektedir. Hortumların kullanımı çok yüksek basıncın gerekli olmadığı elleçleme operasyonlarında daha uygun görülmektedir (Gülcan, 2013). Yükleme operasyonuna başlamadan önce, tankta oluşabilecek yangın riskinin önlenmesi için tanktaki oksijen seviyesini düşürebilmek amacıyla inert gaz sistemi kullanılmaktadır. Yük elleçleme operasyonlarında oluşabilecek tehlikeli gaz sızıntısının yok edilmesi amacıyla gaz geri dönüş sistemleri kullanılmaktadır. Sayaçlar, yükleme ve boşaltma operasyonlarında sıvı yük miktarının gösterildiği ekipmanlardır. Boru hattından geçen sıvı yük miktarı akış ölçer vasıtasıyla gösterilmektedir (Esmer, 2019).

### **2.3. Sıvı Yük Terminali Operasyonları**

Liman ve terminal operasyonlarını genel olarak gemi operasyonu, yük operasyonu, depolama operasyonu ve liman transferi olarak sınıflandırmak mümkündür (Hassan, 1993). Gerçekleştirilen operasyonlar elleçlenmekte olan yük türüne göre farklılık göstermekte ve bu farklılıktan kaynaklı operasyonlarda kullanılan elleçleme ekipmanları da değişmektedir (Kaçmaz, 2021). Yük türlerine göre yüke özgü operasyonlar da liman ve terminal operasyonlarına dahil edilmektedir. Geminin liman veya terminale varışından önce geminin yanaşacağı rıhtım veya iskelenin belirlenmesi, geminin ne kadar süre

kalacağı, yükleme ve boşaltma yapılacak yükün ve kullanılacak elleçleme ekipmanlarının belirlenmesi gerekmektedir (Danacı, 2017). İş akışının verimli ve güvenli şekilde devamlılığı için operasyonlar başlamadan önce planlamanın gerçekleştirilmesi önem arz etmektedir.

Gemi operasyonu olarak nitelendirilen operasyonlar, gemiye verilen hizmetleri kapsamaktadır. Geminin demirlenmesi ve yanaşması, pilotaj (kılavuzluk), römorkaj ve palamar hizmetleri, yük elleçleme hazırlık ve operasyon süreci gemi operasyonlarının içeriğini oluşturmaktadır (Hassan, 1993; Töz ve Köseoğlu, 2015). Yük operasyonları; yük alanının hazırlanması, geminin yükleme veya boşaltma için hazırlanması, yük elleçleme ekipmanlarının kararlaştırılması, operasyonlarda çalışacak vardiyanın belirlenmesi, yük türüne göre yükleme ve boşaltma operasyonlarının gerçekleştirilmesini kapsamaktadır. Depolama operasyonları; yük için yerin belirlenmesi, yükün istiflenmesi, yük türüne uygun olacak şekillerde yükün depolanmasından oluşmaktadır. Yükün teslim edilebilmesi için gerçekleştirilen liman transfer operasyonlarında, yüke uygun yükleme yöntemi ve araç (tren yolu, kamyon, barç, tanker vb.) belirlenir. Belirlenecek ekiple birlikte araca yükleme gerçekleştirilir ve araç limandan ayrılır (Hassan, 1993). Kapı operasyonu ile birlikte liman giriş ve çıkışında yük, araç ve sürücüye dair evraklar kontrol edilir ve kayıt altına alınır (Esmer, 2019).

Liman ve terminallerde temel olarak yürütülen yükleme, boşaltma ve depolama operasyonlarının açıklaması şu şekildedir: Yükleme, depolama alanı veya kapıdan getirilen yükün elleçleme ekipmanları ile gemiye yüklenmesidir. Boşaltma, yük türüne göre gemi ambarı, güverte veya tanklarda depolanan yüklerin elleçleme ekipmanları ile iskele, rıhtım veya bir araca taşınmasıdır. Depolama, gemiden boşaltılan veya kapıdan gemiye yüklenmesi için gelen yüklerin liman sahasında depolanmasıdır. Yük türüne göre depolama şekli ve alanları değişiklik göstermektedir (Esmer, 2019).

Limanlarda gerçekleştirilen operasyonların içeriği aktarılmış olup ham petrol, sıvı kimyasallar, sıvılaştırılmış gazlar, bitkisel yağlar, meyve suları gibi yüklerin elleçlendiği sıvı yük terminallerinde operasyonların yürütümü yükten kaynaklı farklılaşmaktadır. Sıvı yüklerle birlikte farklı operasyonların eklendiği ve ayrıca dikkat edilmesi gerekli hususların mevcut olduğu görülmektedir. Sıvı yük taşıyan geminin, liman veya terminale gelmeden önce güvenliğin sağlanabilmesi ve depolama alanlarında rezervasyonun yapılması için

belirli süre öncesinde liman ile iletişime geçmesi gerekmektedir. Sıvı yükün limana geldikten sonra limanda depolanacağı veya yükün depolanmadan doğrudan tankerlere yüklenerek liman alanından taşınacağı konusu netleştirilerek limana bildirilmelidir. Sıvı yükün depolanabileceği tanklar yükün özelliklerine göre değişebilmekte ve tank rezervasyonu bu durum gözetilerek yapılmaktadır (Bal ve Esmer, 2015).

Geminin limana ulaşmasından sonra, operasyon seyrini etkileyebilecek hava koşullarının kontrol edilmesi, yükün özellikleri ve acil durumlarda müdahale için çalışanlara bilgilendirme yapılması ve kendi kendine veya diğer yüklerle reaksiyona girebilecek yüklerin elleçleme şekillerinin belirlenmesi gerekmektedir. Terminal ve gemi arasında kurulacak iletişimle; gemi ve sahil için emniyetin sağlanması amacıyla kontrol listesinin doldurulması, operasyon süreci için kuralların belirlenmesi, yükten kaynaklanabilecek acil durumlarda haberleşme yöntemi ve müdahale şekillerinin belirlenmesi, operasyon hızı ve yüklerin operasyon sırasının belirlenmesi sağlanmalıdır (Şakar, 2013). Sıvı yük terminallerinde, diğer yük türlerinin elleçlenmesinden farklı olarak yükleme ve boşaltma operasyonları öncesinde yükten numune alınmaktadır. Kara veya gemi tankında bulunan yükün özelliğini koruyup korumadığı kontrol edilir. Numune sonucuna göre operasyonun seyri değişebilmektedir (Vuruk, 2008; Salihoğlu ve Bal, 2022).

Yükleme ve boşaltma operasyonlarında, yük elleçleme ekipmanları vasıtasıyla terminaldeki yükün gemiye ya da gemideki yükün terminale taşınması sağlanmaktadır. Yükleme ve boşaltma operasyonunun başlangıcında yük transferi düşük hızda başlatılmalıdır. Yükün giriş yaptığı tank ve yükten kaynaklı sızıntı olup olmadığı kontrol edilmelidir. Kontroller sonucunda, gemi ve terminalin anlaşmış olduğu akış hızıyla transfer sağlanmalıdır (Şakar, 2017). Depolama operasyonunda, sıvı yükün terminal sahasında bulunan tank, varil, basınçlı gaz tüpleri ve farklı ambalajlarda depolanması gerçekleştirilir (Saygı, 2018). Depolanan yükün kara tankerleri ile terminalden transferi gerçekleştirilmektedir. Terminale gelen tankerlerin Tehlikeli Malların Karayolu ile Uluslararası Taşımacılığın İlişkin Avrupa Anlaşması'na (European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road-ADR) göre uygunluğu kontrol edildikten sonra operasyon başlamaktadır (Gülcan, 2013).

Sıvı yük terminalinde taşınan yüklerin büyük çoğunluğu İSG açısından tehlikeli sayılacak yük kapsamına girdiği için operasyonlarda ayrıca dikkat edilmesi gerekli hususlar mevcut olup bu hususlar aşağıda listelenmiştir.

Tehlikeli yük operasyonlarının güvenli yürütülebilmesi adına Uluslararası Denizcilik Örgütü (International Maritime Organization-IMO) tarafından, Denizde Can Güvenliği Sözleşmesi (International Convention for the Safety of Life at Sea-SOLAS) altında Denizyoluyla Taşınan Tehlikeli Yüklere İlişkin Uluslararası Kod (International Maritime Dangerous Goods Code-IMDG Kod) kabul edilmiştir. IMDG kodunun getirmiş olduğu kurallara uygun olacak şekilde yükleme, boşaltma, depolama, yüklerin ayrıştırılması ve transfer gibi operasyonların yürütülmesi gerekmektedir. Operasyonlar esnasında alınması gerekli güvenlik önlemleri de kod kapsamında belirlenmiştir. IMDG kod ile ayrıca yüklerin sınıflandırılması, ambalajlanması, etiketlenilmesi ve plakalandırılması konularında yol gösterilmektedir (Ünal, 2016). Liman veya terminal sahası içinde her tehlikeli yükün birlikte depolanması uygun değildir. Depolama operasyonu gerçekleştirilirken IMDG kodda belirtilmiş olan yüklerin ayrıştırılması kurallarına uyulması gerekmektedir. Kuralların hazırlanmasında, yüklerden kaynaklı sızıntı oluşması durumunda birbirleriyle reaksiyona girebilecek yüklerin bir arada depolanmaması göz önünde bulundurulmuştur (Ünal ve Usluer, 2015; Ünal, 2016).

Liman ve terminale gelen tehlikeli yüklerin elleçlenebilmesi için yükün tanımlamasını gerçekleştiren UN ile başlayan numaraya sahip olunması gerekmektedir. Yükün sahip olduğu tehlike veya tehlikeleri gösteren etiketler de yükte görünür bir yerde mevcut olmalıdır (Ünal ve Usluer, 2015).

Sıvı yük terminallerinde diğer terminal türlerine göre daha tecrübeli çalışan ile operasyonların yürütülmesi önemlidir. Elleçlenen yük türlerinden kaynaklı operasyonların güvenli şekilde yürütülmesi ancak belirli bir bilgi birikimi ve bilince sahip çalışan ile sağlanabilir. Bu yüzden çalışanlarda bilincin oluşturulması için çalışanlara eğitim verilmesi şart olmaktadır. Çalışanlara, tehlikeli yüklerle ilgili verilebilecek eğitimler; IMDG kod, temel kimyasal bilgileri ve yüklerin malzeme güvenlik bilgi formu (Material Safety Data Sheet-MSDS) hakkında olmalıdır (Esmer ve Bal, 2015; Ünal, 2016).

#### 2.4. Sıvı Yük Terminallerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Riskleri

Gemilerin, terminallerde uzun süre geçirmesinin maddi açıdan karlı bir durum olmaması nedeniyle geminin terminal süresinin kısaltılması istenmekte ve bu durum operasyonların hızlı ve yoğun yürütülmesine yol açmaktadır. Hızlı ve yoğun operasyonlar içerisinde çalışanların her an İSG risklerine maruz kalması mümkündür. Çalışanların maruz kalabileceği iş kazası ve meslek hastalıklarının önüne geçilebilmesi adına sıvı yük terminallerinde operasyon ve çalışma alanından kaynaklı risklerin tespit edilmesi önemlidir. Yükleme, boşaltma, depolama, transfer operasyon riskleri, sıvı yük terminaline özgü riskler ve yük elleçleme ekipmanları kaynaklı maruz kalınabilecek riskler incelenmiştir.

Sıvı yük terminal risklerinden; çalışanların tecrübeli olmaması, çalışan değişikliğinin sık olması, terminal içerisinde talimatlara uyulmaması, çalışanların dikkatsiz davranışlarda bulunması ve eğitim yetersizliği riskleri önemli yer tutmaktadır. Sıvı yük terminalinde, gerekli yetkinliklere sahip tecrübeli çalışanlar ile çalışılması ve çalışanlara verilecek eğitimlerle çalışanlarda bilincin oluşturulmasıyla iş kazalarının önlenmesi veya etkilerinin azaltılması mümkün olabilmektedir (Danacı, 2017; Eski, 2017).

Yük elleçleme ekipmanlarının arızalı olması ve depolama alanlarındaki hasarlardan kaynaklanabilecek sızıntı oluşma riski sıvı yük terminallerinde sıkça rastlanan bir durumdur. Sızıntı kaynaklı oluşan kaygan zeminde çalışanların yaralanma ve geneli tehlikeli yük sayılan sıvı yüklere çalışanların maruziyet riski mevcuttur (Ünal ve Alkan, 2015; Saygı, 2018). Gemi ve terminal ekipmanlarından kaynaklanabilecek sızıntı ve dökülmelerin önüne geçilmesi için ekipmanların kontrol edilmesi ve operasyonlara uygun kişisel koruyucu donanımların (KKD), çalışanlar tarafından kullanılması gerekmektedir (Grancharov, 2019). Ayrıca, yük elleçleme ekipmanlarından kaynaklı çalışanların titreşim ve gürültüye maruz kalması meslek hastalığı riskini beraberinde getirmektedir (Erdoğan, 2021).

Sıvı yük terminallerinde gerçekleştirilen numune alma işleminde, çalışanların kimyasallara maruz kalma riski mevcuttur (Saygı, 2018). Numune alma işlemlerinde prosedüre uygun işlem adımları takip edilmeli ve çalışanların uygun KKD kullanması sağlanmalıdır.

Kapalı ortamlarda gerçekleştirilecek çalışmalarda oksijen düzeyi yetersiz ortam oluşma riski mevcuttur. Çalışanlara kapalı alan çalışmalarıyla ilgili eğitim verilmesi, kapalı alan gaz ölçümlerinin yapılması, KKD kullanılması ve kapalı alan dışında gözcü bulundurulması ile mevcut risk kontrol altında tutulabilmektedir (Ünal ve Alkan, 2015).

Sıvı yüklerin IMDG kod ve MSDS formlarına uygun olacak şekilde taşınmaması ve yük ayırıştırma kurallarına uyulmaması nedenleriyle yüklerin reaksiyona girme riski vardır. Bu risk, yükün kendisiyle veya diğer yüklerle reaksiyona girmesiyle gerçekleşebilir. Reaksiyon gerçekleşmesinin muhtemel sonuçları arasında; tank aşınması, patlama, yangın, zehirli gaz salınımı sayılabilir (Vuruk, 2008; Şakar, 2013).

Kara tankerine dolum, tank bakım onarımı ve yükleme-boşaltma operasyonlarında gerekli durumlarda yüksekte çalışma yapılabilmektedir. Yüksekte yapılan çalışmalarda, çalışanların KKD kullanmaması sonucunda yüksekte düşme riski mevcuttur (Danacı, 2017).

Yük elleçleme esnasında yükün hareketleri sebebiyle statik elektrik oluşabilmektedir. Ayrıca, başlangıçta yük akışının yüksek hızla başlaması ve çalışanlar tarafından antistatik olmayan kıyafetlerin kullanımı durumları statik elektrik oluşumunu etkiler. Statik elektrik sonucunda patlama, patlama ve yangın gerçekleşebilmektedir (Gülcan, 2013; Elidolu ve diğ., 2022). Statik elektriğin önlenmesi amacıyla topraklama yapılması, kullanılan ekipmanların exproof özellikte olması ve çalışanların antistatik KKD kullanması sağlanmalıdır. Ayrıca boru devreleri elektrik ile çalıştığından elektrik çarpması riski de bulunmaktadır (Danacı, 2017).

Olumsuz hava koşulları, gemi ve terminal arasında iletişim yetersizliği, risk değerlendirme yetersizliği, terminal çalışanlarının yük hakkında bilgisinin yetersiz olması, çalışma sürelerine uyulmaması, operasyonlara uygun KKD kullanılmaması, terminal acil durum planına uyulmaması gibi riskler sıvı yük terminallerindeki genel risk etmenleri arasında sayılabilmektedir (Arslan ve diğ., 2018).

### 3. RİSK ANALİZİ VE YÖNETİMİ

Risk analizi ve yönetimi, iki bölüm altında incelenmiş ve detaylandırılmıştır. Birinci bölümde, risk analiz ve değerlendirme kavramlarının açıklanabilmesi için öncelikli olarak bilinmesi gerekli terimlerin açıklamalarına yer verilmiştir. Kavram açıklamalarının ardından risk analizinin sağladığı faydalar ve risk değerlendirme adımları aktarılmıştır. İkinci bölümde, risk analiz metodlarının sınıflandırılması yapılarak metodların genel özelliklerinin karşılaştırılmasına yer verilmiştir. Son olarak da bu bölümde, risk analizinde sıklıkla tercih edilmekte olan metodların açıklamasına yer verilmiştir.

#### 3.1. Risk Analizi ve Değerlendirme

Çalışma ortamı veya çalışanları etkileyebilecek potansiyel zararlı kaynak veya durumlar tehlikeyi, tehlikelerin gerçekleşme olasılığı ve şiddetinin birleşimi ise riski ifade etmektedir. İşyeri veya işin yürütümünden kaynaklanabilecek tehlikeler nedeniyle çalışanlarda yaralanma ve ölüm gibi sonuçlar meydana gelmesi ya da işyeri ve ekipmanlarda kayıp oluşturan planlanmamış olaylar iş kazası olarak tanımlanmaktadır. İş kazasına neden olabilecek tehlike ve risklerin belirlenmesi, risklerin analizinin gerçekleştirilerek derecelendirilmesi ve sonucunda tehlikelerin ortadan kaldırılabilmesi veya tehlikenin tamamen yok edilemediği durumlarda riskin kabul edilebilir düzeye indirilebilmesine yönelik risk kontrol tedbirlerinin belirlenmesi ve tedbirlerin uygulanmasıyla risk yönetimi gerçekleştirilir (Özkılıç, 2005).

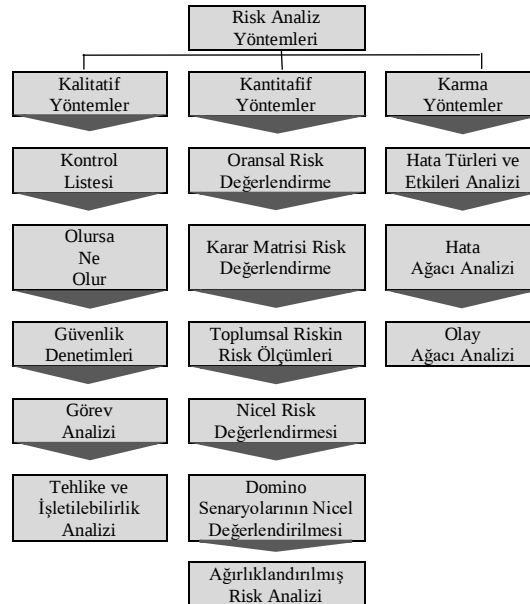
İşyerinde, çalışanların güvenlik ve sağlık koşullarının sağlanabilmesi amacıyla 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'na göre işverenin risk değerlendirmesi yapma veya yaptırmaya yükümlülüğü bulunmaktadır (T.C. Resmi Gazete, 28339). Risk değerlendirmesi öncesinde ilk olarak risk değerlendirme ekibinin oluşturulması gerekmektedir. Risk değerlendirme ekibi; işveren veya işveren vekili, iş güvenliği uzmanı, işyeri hekimi, işyerindeki çalışan temsilcileri, destek elemanları ve işyerindeki tehlike ve risklerle ilgili bilgi sahibi çalışanlardan oluşmaktadır (T.C. Resmi Gazete, 28512). Kanun ve yönetmelikle birlikte, risk değerlendirme yapılma zorunluluğu, risk değerlendirmesini gerçekleştirecek ekip ve risk değerlendirmesinin işlem adımları belirtilmiş olmasına rağmen kanun ve yönetmelikte risk değerlendirme yönteminin seçimine dair bir detay bulunmamaktadır.

Risk değerlendirmesi yapılacak işyerinde, risk değerlendirme ekibinin oluşturulması ve bir sonraki aşamada işyerindeki riskleri analiz edebilecek uygun yöntemin belirlenmesi gerekmektedir. Yöntemin belirlenmesiyle birlikte tehlikelerin tespit edilmesi, tehlikelere göre risklerin belirlenmesi ve analizi, risk kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması, kontrol tedbirlerinin uygulanması ve dokümantasyon son olarak da takip ve gerekli durumlarda yenileme adımlarının uygulandığı risk değerlendirmesi gerçekleştirilmektedir (zkılı, 2005; Hafızoğlu, 2006; Ceylan ve Başhelvacı, 2011; Yavuz, 2017; Arslan, 2019; Bayram, 2021). Tehlikelerin tespit edilmesi; işyeri çalışma ortamı, yürütülmekte olan işler ve çalışanlardan kaynaklanabilecek iş kazası, meslek hastalığı, maddi ve manevi kayıplara yol açabilecek muhtemel tehlikelerin belirlenmesidir (Saygı, 2018). Tehlikelere göre risklerin belirlenmesi ve analizi; tehlikelerin tespitinden sonra mevcut tehlikelerin hangi sıklıkla oluşacağı, hangi şiddet boyutunda zarar oluşturacağı ve bu tehlikelere kimlerin maruz kalacağının belirlenmesidir (Arslan, 2019; Bayram, 2021). Risk kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması; risk analizi sonucunda risk seviyelerine göre risk kontrol tedbirleri yüksek riskten düşük riske doğru belirlenir (Bayram, 2021). Kontrol tedbirleriyle, risklerin etkisinin yok edilmesi ve yok edilemediği durumlarda ise risk seviyelerinin azaltılması amaçlanır (Yavuz, 2017). Bu sayede risklerin kabul edilebilir seviyeye düşürülmesi sağlanır. Kontrol tedbirlerinin uygulanması ve dokümantasyon; risklerin kabul edilebilir seviyede olması için kontrol tedbirleri uygulamaya geçirilir (zkılı, 2005). Risk analizinin erişilebilir olması ve takip edilebilmesi amaçlarıyla dokümantasyon yapılır. Takip ve gerekli durumlarda yenileme; risk değerlendirmesinin düzenli aralıklarla kontrol edilmesiyle takibi sağlanır ve mevzuatın getirmiş olduğu periyotlarda analiz yenilenir. Yasal srelere ek olarak yeni tehlikelerin ortaya çıkması, işyerinde yapısal değişikliklerin olması, ekipman veya üretim metotlarının değişmesi gibi durumlarda analiz yenilenmektedir (Arslan, 2019). Risk değerlendirmesinin adımları takip edilerek reaktif ve proaktif yaklaşımla analiz gerçekleştirilir. Reaktif yaklaşım ile tehlikelerden kaynaklı iş kazalarının gerçekleşmesi sonrasında riskin tekrarlanmaması için yapılan analizi, proaktif yaklaşım ile de muhtemel tehlikelerin öngörülüp analiz işleminin yapılmasını kapsamaktadır. Sadece risk değerlendirmesinin yapılması tehlikelere ait riskleri nleme konusunda yetersiz kalmaktadır. Bu noktada tehlikelere yönelik belirlenecek uygun kontrol tedbirlerinin uygulanması önem arz etmektedir (Ceylan ve Başhelvacı, 2011).

Risk analizi ve yönetiminin; işyerindeki muhtemel tehlikeler, riskler ve risk kontrol tedbirlerinin belirlenmesi, risk derecelerinin belirlenmesiyle risklerin kabul edilebilir düzeyde olup olmadığına karar verilmesi, risk kontrol tedbirlerinin uygulanması, takibi ve ölçümünün sağlanması, yasal yükümlülükler ve şirket politikasına göre kabul edilebilir düzeye indirilmiş risklerle çalışılmasının sağlanması gibi faydaları bulunmaktadır (Özkılıç, 2005; Saygı, 2018). Doğru ve etkin yapılan risk analizi ile sağlanacak faydalar sonucunda, oluşacak İSG kültürüyle birlikte muhtemel tehlikelerden kaynaklanabilecek iş kazası ve meslek hastalıklarının yüksek oranda önüne geçilerek İSG performansının artması ve sürekli iyileştirme yolunda adım atılması gerçekleşecektir.

### 3.2. Risk Analiz Metotları

Risk analiz metotları açısından literatürde çeşitlilik mevcut olmakla birlikte metotların sınıflandırılması; kalitatif, kantitatif ve karma yöntemler şeklinde yapılmaktadır (Marhaviyas ve diğ., 2011). Risk analizi aşamasında; kantitatif yöntemler sayısal değerleri, kalitatif yöntemler sayısal değerler yerine yüksek ya da çok yüksek gibi sözel değerleri, karma yöntemler ise sayısal ve sözel değerleri bir arada kullanma yoluna başvurmaktadır (Ceylan ve Başhelvacı, 2011). Şekil 3.1’de, temel risk analiz metotları ve bu metotlara ait sınıflandırma görülmektedir.



Şekil 3.1. Risk Analiz Yöntemleri Sınıflandırılması (Marhaviyas ve diğ., 2011)

Şekil 3.1’de yapılmış risk analiz yöntemleri sınıflandırılmasına göre kontrol listesi, olursa ne olur, güvenlik denetimleri, görev analizi ve tehlike ve işletilebilirlik analizi kalitatif yöntemler, oransal risk değerlendirme, karar matrisi risk değerlendirme, toplumsal riskin risk ölçümleri, nicel risk değerlendirmesi, domino senaryolarının nicel değerlendirmesi ve ağırlıklandırılmış risk analizi kantitatif yöntemler, hata türleri ve etkileri analizi, hata ağacı analizi ve olay ağacı analizi karma risk analiz yöntemleri olarak literatürde yer almaktadır.

Risk analiz yöntemlerinde çeşitliliğin olması bazı durumlarda dezavantaj olarak karşımıza çıkmakta ve bu dezavantajın etkisiyle yöntem seçimi zorlaşabilmektedir. Risk analizi yapılmadan önce sektöre uygulanabilirliği olan etkin analiz yönteminin belirlenmesi gerekmektedir. Bu yüzden de risk analiz yöntemleri özelliklerinin bilinmesi önemlidir. Risk analiz yöntemlerinin benzer ve farklı özellikleri olmakla birlikte yöntem seçimi yaparken bu özellikler göz önünde bulundurulmalıdır. Yöntem seçiminde fayda sağlayabilecek risk analiz yöntemlerinin karşılaştırılması Tablo 3.1’ de verilmiştir.

Tablo 3.1. Risk Analizi Yöntem Karşılaştırılması (Özkılıç, 2005)

| Kriterler                  | Güvenlik Denetimi                                                                                                           | Hata Ağacı Analizi                                                                      | Olay Ağacı Analizi                                                                      | L Tipi Matris                                                                               | X Tipi Matris                                                                | Neden-Sonuç Analizi                                             |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Doküman Kullanımı          | Çok az                                                                                                                      | Çok fazla                                                                               | Çok fazla                                                                               | Çok az                                                                                      | Çok fazla                                                                    | Çok fazla                                                       |
| Ekip Çalışması             | Tek uzman                                                                                                                   | Ekip çalışması                                                                          | Ekip çalışması                                                                          | Tek uzman                                                                                   | Ekip çalışması                                                               | Ekip çalışması                                                  |
| Ekip Liderinin Tecrübesi   | Orta derece tecrübe                                                                                                         | Çok yüksek tecrübe                                                                      | Çok yüksek tecrübe                                                                      | Orta derece tecrübe                                                                         | Çok yüksek tecrübe                                                           | Çok yüksek tecrübe                                              |
| Kalitatif Kantitatif Karma | Kalitatif Yöntem                                                                                                            | Karma Yöntem                                                                            | Karma Yöntem                                                                            | Kantitatif Yöntem                                                                           | Kantitatif Yöntem                                                            | Karma Yöntem                                                    |
| Sektörlere Uygunluğu       | Her sektöre uygun                                                                                                           | Her sektöre uygun                                                                       | Her sektöre uygun                                                                       | Basit düzey işlerde uygun                                                                   | Her sektöre uygun                                                            | Her sektöre uygulanabilir fakat kimya sektöründe sık kullanılır |
| Uygulamada Yöntem Başarısı | Risklerin tespitinde tek yöntem olarak kullanımı uygun değil. Ekip liderinin tecrübelerine göre yöntem başarısı belirlenir. | Risklerin belirlenmesinde etkili yöntemdir. Ekip çalışması ve yüksek tecrübe önemlidir. | Risklerin belirlenmesinde etkili yöntemdir. Ekip çalışması ve yüksek tecrübe önemlidir. | Basit düzeydeki işlerde uygun olmasının yanı sıra uzmanın tecrübesi başarı oranını etkiler. | Tüm sektörlerde uygulanabilir ve ekip tecrübesi analizin başarısını etkiler. | Risklerin belirlenmesinde çok etkili bir yöntemdir.             |

Tablo 3.1. (Devam) Risk Analizi Yöntem Karşılaştırılması (Özkılıç, 2005)

| Kriterler                  | Olursa Ne Olur                                                                                                              | Ön Tehlike Analizi                                                                                       | İş Güvenlik Analizi                                                         | Checklist (Kontrol Listesi)                                        | Tehlike ve İşletilebilirlik Analizi                                         | Hata Türleri ve Etkileri Analizi                                |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Doküman Kullanımı          | Çok az                                                                                                                      | Orta                                                                                                     | Çok fazla                                                                   | Orta                                                               | Çok fazla                                                                   | Çok fazla                                                       |
| Ekip Çalışması             | Tek uzman                                                                                                                   | Tek uzman                                                                                                | Ekip çalışması                                                              | Ekip çalışması                                                     | Ekip çalışması                                                              | Ekip çalışması                                                  |
| Ekip Liderinin Tecrübesi   | Orta derece tecrübe                                                                                                         | Orta derece tecrübe                                                                                      | Çok yüksek tecrübe                                                          | Orta derece tecrübe                                                | Çok yüksek tecrübe                                                          | Çok yüksek tecrübe                                              |
| Kalitatif Kantitatif Karma | Kalitatif Yöntem                                                                                                            | Kalitatif Yöntem                                                                                         | Kalitatif Yöntem                                                            | Kalitatif Yöntem                                                   | Kalitatif Yöntem                                                            | Karma Yöntem                                                    |
| Sektörlere Uygunluğu       | Basit düzey işlerde uygun                                                                                                   | Her sektöre uygun                                                                                        | Her sektöre uygun                                                           | Her sektöre uygun                                                  | Kimya sektörü için kullanımı başlamış fakat diğer sektörlerde uygulanabilir | Elektrik ve makine işlerine daha uygun                          |
| Uygulamada Yöntem Başarısı | Risklerin tespitinde tek yöntem olarak kullanımı uygun değil. Ekip liderinin tecrübelerine göre yöntem başarısı belirlenir. | Birincil risk değerlendirme yöntemidir. Risklerin tespitinde tek yöntem olarak kullanımı uygun değildir. | Kişilerin görev tanımları iyi şekilde yapıldığında başarılı sonuçlar verir. | Checklist hazırlayan uzmanların tecrübesiyle başarı oranı değişir. | Uygulaması zor bir yöntemdir. Yüksek ekip çalışması ve tecrübe gerektirir.  | Analiz öncesinde, hata ağacı analizi yapılmasıyla başarı artar. |

Tablo 3.1’de verilen risk analiz yöntemleri; doküman kullanım miktarı, ekip çalışmasına ihtiyaç duyulup duyulmaması, ekip liderinin tecrübe derecesi, yöntemin sektörlere uygulanabilirliği ve uygulamada başarı özelliklerine göre farklı nitelikler taşımaktadır. Örneğin, olursa ne olur yöntemi çok az doküman ihtiyacıyla analiz gerçekleştirirken olay ağacı analiz yöntemi çok fazla dokümana ihtiyaç duymaktadır. L tipi matriste olduğu gibi bazı yöntemler tek uzman tarafından gerçekleştirilebilirken hata türleri ve etkileri analiz yöntemindeki gibi ekip çalışmasının ekili olduğu yöntemler mevcuttur. Tehlike ve işletilebilirlik analizi yönteminde ekip liderinin tecrübesi analiz sonucunu önemli derecede etkilerken orta derece tecrübeyle analiz gerçekleştirilebilecek yöntemler de bulunmaktadır. Hata ağacı analizinin her sektöre uygun, L tipi matrisin basit düzeyde işlerde etkili ve hata türleri ve etkileri analizi yönteminin ise belirli sektörler için daha uygun olduğu söylenebilir. Sonuç olarak yöntemlerin özelliklerine göre de risk analizi uygulamasının başarı durumu belirlenmektedir. Yöntemlerin, Tablo 3.1’de belirtilen özelliklerine ek olarak risk skorunu belirlerken kullandıkları parametreleri de değişkenlik göstermektedir. Bu yüzden yöntem özelliklerinin daha detaylı incelenmesi

gerekmektedir. Yaygın kullanımı olan risk analiz yöntemlerinin incelenmesi bu bölümde gerçekleştirilmiştir.

Tehlike ve işletilebilirlik analizi (Hazard and Operability-HAZOP) öncelikle kimya sanayi için kullanılmaya başlanmış ve ekip çalışmasının ön planda olduğu sistemli bir yöntemdir. Bu yöntemle çalışma noktaları belirlenir ve her nokta için tehlikeler analiz edilir. Yöntem sayesinde tasarım amacında sapmanın olup olmadığı ve karşılaşılabilecek olumsuzluklar tespit edilmektedir (Saygı, 2018). HAZOP yönteminde, deneyimli takım lideri eşliğinde farklı alanlarda tecrübeli uzmanlar tarafından beyin fırtınasıyla tehlikeler belirlenir ve takım lideri analizin etkili olmasında rol oynamaktadır (Akman, 2015). Beyin fırtınası aşamasında ise fazla, az, hiç, ters ve parçası gibi anahtar kelimeler; basınç, sıcaklık ve akış gibi kılavuz kelimelerden faydalanılmaktadır (Özkılıç, 2005).

Hata türleri ve etkileri analizi (Failure Modes and Effects Analysis-FMEA); hata nedenlerinin tespiti, hataların belirlenmesi, yöntem parametreleri olan olasılık, şiddet ve saptanabilirlik değerlerinin hata türlerine göre değerlendirilmesi, üç parametrenin çarpımından oluşan risk öncelik sayısının hesaplanması ve bu hesaplanan değerlere göre risk kontrol tedbirlerinin belirlenmesi aşamalarından oluşmakta ve yöntemde çoğunlukla parça ve ekipmanların analizi gerçekleştirilmektedir. FMEA yöntemi uygulama alanlarına göre sistem, tasarım, proses ve servis olarak çeşitliliğe sahiptir (Özkılıç, 2005).

İş güvenlik analizi (Job Safety Analysis-JSA) yönteminde, işin genel olarak değil aşamalara ayrılması ve her parçanın kendi içerisinde değerlendirilmesi sağlanır. Yöntem dört aşamadan oluşmakta ve bu aşamalar yapı, tehlikelerin tanımlanması, risklerin değerlendirilmesi ve önlemlerin belirlenmesi olmak üzere birbirini takip eder. JSA yönteminin diğer yöntemlerden farkı ise uygulanabilir olabilmesi için kişilerin görevleri mevcut işyeri için belirlenmiş olmalıdır. Ekip çalışması gerektiren ve uygulaması basit olan JSA yöntemi, görev tanımları üzerinden tehlikelerin tespitini gerçekleştirir (Çetinkaya, 2014).

Hata ağacı analizi (Fault Tree Analysis-FTA), tümdengelim mantığını benimseyen ve belirli hataya odaklanıp o hatanın sebeplerinin belirlenmesini sağlayan yöntemdir (Marhavilas ve diğ., 2011). Hataların şematik gösteriminin yapıldığı yöntemde risk analizi; hataların tanımlanması, sistemin anlaşılması, hata ağacının oluşturulması, hata

ağacının değerlendirilmesi ve tehlikelerin kontrol edilmesi aşamalarından oluşmaktadır (Hafızoğlu, 2006). Yöntemin başarılı olmasında ekip çalışmasının ve yüksek tecrübeli ekip liderinin önemi büyüktür.

Olay ağacı analizi (Event Tree Analysis-ETA) yönteminde, belirlenen bir olayın gerçekleşmesiyle oluşabilecek sonuçlara ait diyagram gösterilmektedir. Yöntemde kullanılan diyagramda soldan sağa doğru sırasıyla tehlikeli olay, etkiler ve analiz sonuçları yer almaktadır. Olay ağacında değerlendirme, başarılı/hatasız, başarısız/hatalı ve evet veya hayır anahtar kelimeleriyle yapılmaktadır. Tümdengelim mantığını kullanan hata ağacı yönteminin aksine bu yöntemde tümevarım mantığı kullanılmaktadır (Lafçı, 2019).

Neden sonuç analiz yöntemi, hata ağacı ve olay ağacı analizin bir arada kullanımını içermektedir. Bu nedenle neden sonuç analizinde iki yöntemin yaklaşımı olan tümdengelim ve tümevarım mevcuttur. Yöntemin amacı, istenilmeyen sonuç nedenlerinin belirlenmesidir. Yöntemde, olasılık ve sonuçların belirlenmesiyle risk düzeyi tespit edilir fakat sonucun belirlenmesi öznellik içermektedir (Özkılıç, 2005).

Ön tehlike analizi (Preliminary Hazard Analysis-PHA), öncelikle tehlikelerin tespit edilip ardından ayrı ayrı analiz edildiği hızlıca çözüme ulaştırabilen kalitatif risk analiz yöntemidir. Yöntem parametreleri olan olasılık; A, B, C, D ve E değerlerini, şiddet ise 1-5 arasında değerler almaktadır. Risk skorunun belirlenmesi aşamasında ise olasılık ve şiddet değerlerinin çarpımı kullanılır. Çarpım sonucunda riskler yüksek, ciddi, orta ve düşük risk olarak belirlenir. Geçmiş kaza deneyimlerinin analize eklendiği yöntem, tek başına risk analizi konusunda yetersiz olmakla birlikte farklı yöntemler ile kullanım uygun olmaktadır (Özkılıç, 2005).

Checklist yönteminde oluşturulan kontrol listeleri ile işyeri, organizasyon, bakım ve kurulum gibi iş alanlarında sistematik bir değerlendirme ile tehlikelerin belirlenmesi sağlanır. Görüşme, dokümantasyon kontrolü ve alan incelemelerinin etkin olduğu yöntemde tecrübeli bir kişi veya ekip tarafından analiz gerçekleştirilir. Ekip veya kişinin tecrübesiyle de analizin kalitesi değişmektedir. Yöntemde incelenen konulara göre önemli derecedeki tehlikelerin gözden kaçırılma durumu mevcut olmaktadır (Marhaviyas ve diğ., 2011).

Olursa ne olur, yüksek tecrübe gerektirmeyen yöntem olarak olursa ne olur sorusuna yanıt arar ve potansiyel tehlikelerin tespitini gerçekleştirir. Belirlenen her bir tehlike için tavsiyelerde bulunulur. Uzmanın tecrübesi, risk analiz aşamasında tehlikelerin tamamının belirlenmesini olumsuz etkileyebilmektedir (Özkılıç, 2005). Olursa ne olur yönteminin etkisi; dokümanların kalitesi, ekibin eğitimi ve tecrübesine bağlıdır. Yöntemin tek kullanımı olmakla birlikte diğer yöntemleri desteklemek için de kullanılabilir (Marhavilas ve diğ., 2011).

Beyin fırtınası yönteminde, uzman kişilerle gerçekleştirilen toplantılar sonucunda tehlikeler belirlenmektedir. Yöntem; planlama, bilgilerin toplanması, tehlikelerin tanımlanması, risklerin değerlendirilmesi, risk kontrol tedbirlerinin belirlenmesi, uygulama ve gözden geçirme aşamalarından oluşmaktadır (Velioğlu, 2016). Yöntemde, farklı uzmanlıklara sahip kişilerden oluşan ekip ile fikir alışverişi gerçekleştirilerek tehlikeler belirlenir. Tehlikelerin olasılık ve şiddet değerlerinin de belirlenmesiyle tehlike listeleri oluşturulmaktadır (Kuleyin, 2005).

Papyon yönteminde tehlikenin neden olduğu hata, tehlikeleri içeren hata ağacı ve olası risklerle olay ağacı bir arada gösterilmekte ve analiz gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemde hata ve olay ağacının ortak kullanımıyla tehlike ve olası etkilerin basit bir şekilde gösterimi sağlanır (Acar, 2007). Papyon analizinde olası tehlikelere ait riskler gerçekleşmeden ve gerçekleşikten sonra risklerin etkileri tespit edilerek proaktif ve reaktif olmak üzere önlemler belirlenerek tek bir şemada aktarımı gerçekleştirilir (Çabuk ve diğ., 2021).

Bayes ağları yönteminde, nedensellik analizi yapılarak risk analizinin gerçekleştirilmesi sağlanır. Bayes ağı, uzman görüşünden yola çıkarak veya veri seti kullanılarak oluşturulmaktadır. Veri seti kullanılarak oluşturulan bayes ağlarında sayısal değerler hakim olduğu için uzman görüşüyle oluşturulan bayes ağlarına göre daha objektif olmaktadır. Uygun veri mevcut olmadığı durumlarda uzman görüşüne başvurarak bayes ağları oluşturulabilir. Olasılıksal çıkarım yapılabilmesi ve yöntemin avantajıyla yeni bilgilerin eklenmesiyle birlikte yöntem olasılıklarda güncelleme yapmak için kullanılır (Sökükcü, 2021).

#### 4. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Tez çalışması için gerçekleştirilen literatür araştırmasında, internet üzerinden erişim sağlanan veri tabanlarında Türkçe ve İngilizce dillerinde tarama yapılmıştır. Taramalarda; “risk analizi”, “risk değerlendirmesi”, “denizcilik risk değerlendirmesi”, “sıvı yük terminali”, “AHP”, “bulanık AHP”, “Fine Kinney”, “5x5 L tipi matris”, “bulanık mantık”, “risk analysis”, “risk assessment”, “liquid cargo terminal”, “fuzzy logic” gibi anahtar kelimeler kullanılmıştır. Anahtar kelimelerin seçimi ise, denizcilikte yapılmış risk analizi uygulamaları ve tezin yöntemlerinin kullanıldığı farklı sektör risk analizi uygulamalarına ulaşılmasına yönelik olmuştur.

Literatür araştırması iki bölümde gerçekleştirilmiştir. İlk bölümde denizcilik alanında yapılmış risk analizi uygulamaları incelenmiştir. İncelenen çalışmalar beş aşamada detaylandırılmıştır. Bu aşamalar; tek yöntem kullanan çalışmalar, birden fazla yöntemi birlikte kullanan çalışmalar, ÇKKV yöntemlerinin risk analizine eklendiği çalışmalar, bulanık mantık yaklaşımının kullanıldığı çalışmalar ve biçimsel emniyet değerlendirmesi (Formal Safety Assessment-FSA) yönteminin kullanıldığı çalışmalar olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Literatür araştırmasının ikinci bölümünde tezin yöntemlerini kullanmış farklı alan çalışmaları incelenmiştir. Bu çalışmalar üç aşamada detaylandırılmıştır. Bu aşamalar; 5x5 L tipi matris ve Fine Kinney yöntemini birlikte kullanan çalışmalar, bulanık mantık yaklaşımının kullanıldığı çalışmalar ile AHP ve bulanık mantık yaklaşımının eklendiği çalışmalar olmak üzere detaylandırılmıştır. İkinci bölümde aktarılmış olan çalışmalar ağırlıklı olarak tezin yöntemlerini bir arada kullanmış çalışmalardan oluşmaktadır.

##### 4.1. Denizcilik Alanında Yapılmış Risk Analizi Çalışmaları

Denizcilik alanında yapılmış risk analizi çalışmaları, kullanılan yöntemlere göre sınıflandırılmış ve incelenmiştir. İlk aşamada, tek yöntem kullanılarak risk analizi yapılmış çalışmalara odaklanılmıştır. Tek yöntem kullanılmış çalışmalar da sırasıyla 5x5 L tipi matris, Fine Kinney ve diğer risk analiz yöntemleri kullanımı olmak üzere üç ayrı paragrafta verilmiştir.

Tantoğlu (2016), iki adet troll ve iki adet gırgır gemisinde risk analizi gerçekleştirmek için her sektöre basit şekilde uygulanabildiği gerekçesiyle 5x5 L tipi matris yöntemini tercih etmiştir. Dört farklı gemide yapılan risk analizi çalışmasına göre balıkçı gemilerinde İSG önlemlerinin yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda, balıkçı gemilerinde çalışanlar için faydalı olabilecek İSG rehberi sunulmuştur. İlhan (2018), acil durumlarda gerçekleştirilen gemi terk operasyonunun öncesi ve sonrasına ait tehlikeleri inceleyerek 5x5 L tipi matris yöntemiyle risk analizi gerçekleştirmiştir. Soykan (2018), tehlikeli iş kollarından biri olan endüstriyel balıkçı gemilerinde 37 adet faaliyet için 110 adet tehlike tespit etmiştir. Tespit edilen tehlikelerin analizi 5x5 L tipi matris yöntemiyle yapılmıştır. Bu yöntemin, basit ve kolay uygulanmasının avantajıyla balıkçı gemilerinde çalışanların eğitim düzeyine uygun olması sebebiyle tercih edildiği belirtilmiştir. Ünal (2019), gemi makine dairelerinde yangına yol açabilecek tehlikeleri analiz etmek için öncelikle checklist yöntemiyle riskleri belirlemiş ve sonrasında tek uzman tarafından kolaylıkla kullanılabilmesi nedeniyle 5x5 L tipi matris yöntemiyle risk analizi gerçekleştirmiştir. Lafçı (2019), orta sınıf arama kurtarma gemilerinde yürütülen hassas faaliyetler üzerindeki tehlikeleri checklist yöntemi ile belirleyerek her faaliyet için tehlikeleri 5x5 L tipi matris yöntemi ile değerlendirmiştir. Yüce ve Barlas (2021), tersanede gemilere yapılan kaynak işlerinin kalite kontrolü için kullanılan radyografi uygulamasının risklerini; cihaz, personel ve organizasyon kaynaklı olarak inceleyerek 24 adet tehlikenin 5x5 L tipi matris yöntemiyle risk değerlendirmesini yapmışlardır. Güleç (2022), İzmir Güzelbahçe limanında faaliyet gösteren bir gırgır teknesinin avcılık operasyonlarını da dahil ederek 64 adet tehlike tespit etmiş ve kolaylıkla her sektöre uygulanması ve sonuçta sayısal verilerin elde edilmesi nedenleriyle 5x5 L tipi matris yöntemini kullanarak risk analizi gerçekleştirmiştir. Risk analizi sonucunda kabul edilemez risk seviyesinde tehlike hesaplanmamıştır.

Güler (2015), gemi bakım onarım işlerindeki kimyasal riskleri Tuzla tersaneler bölgesindeki dört gemi üzerinde inceleme yaparak tespit etmiştir. Dokuz alt prosese ait 221 adet risk tespit edilerek Fine Kinney yöntemiyle risk analizi gerçekleştirilmiştir. Uygulanan yöntemin gemi bakım onarım sektörüne uygun olduğu belirtilmiştir. Tansoy (2017), ilk olarak inceleme yapılan bir tersane için yürütülen operasyon riskleri ve önlemlerini vermiştir. Belirlenen tehlikelerin Fine Kinney yöntemiyle risk analizi yapılarak tedbirler kararlaştırılmıştır. Çalışmada Fine Kinney yönteminde risk skorları

hesaplanırken şiddet ve olasılık değerleri gözetilerek hesaplama yapılmış olup frekans değeri hesaplamaaya dahil edilmemiştir. Ek olarak kontrol listeleri oluşturulmuştur. Yıldırım (2018), bir gemi geri dönüşüm işletmesinin beş bölümü için anket formu aracılığıyla tehlikeleri tespit etmiştir. Tespit edilen tehlikeler Fine Kinney yöntemiyle analiz edilmiştir. Çalışmada, risk analizi için nicel yöntemlerin kullanılmasının uygun olduğu belirtilmiştir. Saygı (2018), İzmit Körfez Bölgesindeki kuru yük ve tehlikeli yüklerin elleçlendiği 32 liman ile görüşmeler yapmış ve sahada inceleme gerçekleştirmiştir. Tehlikeli yük ve kuru yük limanlarındaki risklerin Fine Kinney yöntemiyle risk analizi gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, İzmit Körfezi limanlarındaki iki liman türünde en riskli iş grupları belirlenmiştir. Hanaz (2019), İstanbul’da yer alan bir konteyner limanı için sahada yapılan incelemeler sonucunda tehlikeleri tespit etmiştir. Riskler; ölümlü, maddi hasarlı ve hafif yaralanmalı iş kazası şeklinde değerlendirilerek Fine Kinney yöntemiyle risk analizi gerçekleştirilmiştir. Soylu (2021), Kocaeli’nde bir tersanede çalışanların COVID-19 kapsamında İSG algılarını ölçmek için 418 çalışana anket uygulamıştır. Anket sorularıyla salgına karşı alınan önlemlerin durumu ve çalışanların tedbirlere hâkimiyeti tespit edilmiştir. Sorulara verilen yanıtların analiz edilmesiyle riskli bölgelerin belirlenmesi ve bu bölgeler için COVID-19 salgın riskinin Fine Kinney yöntemiyle risk analizi gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Bayram (2021), Trabzon limanında belirlenen 80 adet tehlikenin Fine Kinney yöntemiyle risk analizini gerçekleştirmiştir. Yöntemin tercih edilmesindeki sebep, frekans parametresinin etkisiyle sıklıkla tercih edilen diğer yöntemlere göre güvenilir sonuçlar vermesi olarak belirtilmiştir. Koçak (2022), tersanelerde yaşanabilecek yangın riski için bir tersanenin 12 bölümünü inceleyerek tehlikeleri tespit etmiş ve Fine Kinney yöntemiyle risk analizi gerçekleştirmiştir. Çalışmada, yöntemin her sektöre uygunluğu desteklenmiştir. Sonuç olarak tersanelerde yangından korunmak için genel önerilerde bulunulmuştur.

Denizcilik alanında diğer sektörlerde olduğu gibi 5x5 L tipi matris ve Fine Kinney yöntemleri sıklıkla tercih edilmektedir. Bu iki yöntem ek olarak denizcilik alanında farklı yöntemlerin tercih edildiği çalışmalar da mevcuttur.

Kuleyin (2005), Aliğa Limanı’nda çevresel risk değerlendirmesi için beyin fırtınası yöntemini kullanmış ve uzman görüşleriyle analiz gerçekleştirmiştir. Analiz sonucunda, risk skorlarına göre sıralama yapılmış ve risk kontrol listeleri oluşturulmuştur. Akyüz

(2007), Kuşadası Limanı özelinde risk analizi çalışmasını istatistiksel verilerin yetersiz olması nedeniyle beyin fırtınası yöntemi ile yapmıştır. Toplantıya alanında uzman 10 kişi katılmış olup 10 adet tehlikeli durum tespit edilmiştir. Tehlikeler insan kaybı ve yaralanma, mal, çevresel etki ve iş kaybı olarak değerlendirilmiştir. Risklerin analiz edilmesiyle risk kontrol listeleri oluşturulmuştur. Çalışmada, yapılan değerlendirmenin özneliği ve farklı uzmanların farklı sonuçlara ulaşılabilceği vurgulanmıştır. Çetinkaya (2014), belirlenen bir tersanede 2009-2013 yıllarında yaşanan kazaların istatistiklerini incelemiş ve tehlikeli çalışmalar üzerinde iş güvenlik analizi yöntemini uygulayarak risk değerlendirmesi yapmıştır. Tersanede çalışan kişilerden oluşan dört kişilik ekibin belirlenmesiyle tersanedeki faaliyetler ve kullanılan ekipmanlar listelenmiştir. Oluşturulan form ile yapılan iş, tehlikeler ve önlemler belirlenmiştir. Çalışma alanında görev tanımlamasının iyi yapılmasını gerektiren bu yöntemin tersanelerde uygulanabileceği savunulmuştur. Montewka ve diğ. (2014), açık denizde tekerlekli araç ve yolcu gemisi (Ro-Ro Passenger- ROPAX) ile bir geminin çarpışma riskini bayes ağı yöntemini kullanılarak analizini gerçekleştirmişlerdir. Bu kapsamda, Finlandiya Körfezi'nde bir vaka çalışması yapılmıştır. Zhang ve diğ. (2016), Tianjin Limanı'nda 2008-2013 yılları arasındaki kaza verilerinin ilk olarak istatistiksel analizini gerçekleştirmişlerdir. Devamında ise kaza verileri ve uzman görüşlerine göre bayes ağı yöntemi ile risk değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir. Arslan (2016), tanker terminallerinin yükleme ve boşaltma operasyonları esnasında, 2000-2014 yılları arasında gerçekleşen 10 adet kazayı hata ağacı analiz yöntemiyle analiz etmiştir. Ayrıca Monte Carlo Simülasyonu metodu kullanılarak veriler incelenmiştir. Akar (2017), Hatay ilindeki balıkçı barınaklarının risk analizini gerçekleştirmek için dört balıkçı barınağında çalışan 12 kişiyle toplantılar yapmış ve analizde beyin fırtınası yöntemini kullanmıştır. Yapılan oturumlarda risklerin belirlenmesi sağlanmış ve oluşturulan risk puanlama formuyla sıklık ve etki parametreleri can, mal, iş ve çevre üzerindeki etkilerine göre 1'den 10'a değerlendirilmiştir. Her riske yönelik belirlenecek önlemler için toplantı katılımcılarından görüş alınmıştır. Güven (2017), tersanelerde yaşanabilecek ölümlü iş kazalarından düşme, elektrik çarpması, malzeme düşmesi/çarpması ve patlama kazalarının papyon yöntemiyle risk analizini gerçekleştirmiştir. Papyon yöntemiyle birlikte tehlikenin neden olduğu hata, tehlikeleri içeren hata ağacı ve olası risklerle olay ağacı tek bir şekil üzerinde gösterilmiş ve analiz gerçekleştirilmiştir. Yıldız (2021),

belirlemiş olduğu risklerin değerlendirmesini, Haydarpaşa Limanı'nda çalışan liman müdürü, iş güvenliği uzmanı ve operasyon müdürü ile yapılan toplantılarla gerçekleştirmiştir. Çalışmada FMEA yöntemiyle 18 adet tehlikenin analizi gerçekleştirilmiş ve analiz sonucunda belirlenen önlemlerin takibi yetkili üç kişi tarafından üç ay boyunca yapılarak aynı tehlikeler için tekrardan risk skoru hesaplanmıştır. Ech-Cheikh ve diğ. (2021), konteyner terminali elleçleme operasyonlarının risk analizi için risk matris yöntemini kullanmışlar ve veri toplama aşamasında anket yoluna başvurmuşlardır. Bacioğlu (2022), gemi kompresör sisteminde risk analizi gerçekleştirmek için makine kaynaklı risklerin analiz edilmesinde etkili bir yöntem olan FMEA yöntemini kullanmıştır. Kompresör sistemi için tespit edilen 17 hata, altı uzman tarafından puanlanmış ve her hata için ortalama risk öncelik sayısı hesaplanmıştır. Risk ncelik sayılarına göre hataların sıralaması gerçekleştirilmiştir.

Risk analizi uygulamasında tek yöntem tercih edilen çalışmalar dışında birden fazla risk analiz yönteminin kullanıldığı çalışmalara da ulaşılmıştır. Birden fazla yöntemin tercih edilmesi, yöntemlerin karşılaştırılması veya yöntemlerin entegre şekilde kullanımı sayesinde yöntem eksikliklerinin giderilebilmesi sebeplerinden kaynaklanmaktadır. İkinci aşamada, birden fazla yöntemin birlikte kullanıldığı risk analiz çalışmalarına odaklanılmıştır.

Garmer ve diğ. (2015), gemi geri dönüşüm sektörü için risk analizini üç aşamalı şekilde gerçekleştirmişlerdir. Bu aşamalar; faaliyet, görev ve geri dönüşüm planının belirlenmesi, devamında iş güvenlik analiz yöntemiyle tehlikeli iş faaliyetlerinin belirlenmesi ve risk matrisiyle risk seviyelerinin belirlenmesi aşamalarından oluşmaktadır. Okumuş ve Barlas (2016), gemi inşaatı sektörünü inceleyerek altı adet tehlikeyi 5x5 L tipi matris ve Fine Kinney yöntemleriyle değerlendirmişlerdir. İki yöntemin karşılaştırılması sonucunda, Fine Kinney yönteminde tehlikeye maruz kalma sıklığının göz önüne alınması nedeniyle yöntemin daha iyi sonuçlar verdiği belirtilmiştir. Ergun (2020), Doğu Karadeniz'de bulunan karadeniz tipi balıkçı gemilerinin bakım onarımının gerçekleştirildiği dört adet tersaneyi inceleyerek 391 adet tehlike tespit etmiş ve bu tehlikelerin analizlerini n tehlike analizi, 5x5 L tipi matris ve tehlike derecelendirme numarası sistemleri yöntemleri ile yapmış olup analiz sonuçlarını karşılaştırmıştır. Bu çalışmada, n tehlike analizi yönteminde tehlikeler yüksek riskte değerlendirildiği için yöntemin daha güvenli bölgede

yer aldığı ve tehlike derecelendirme numara sisteminin ise daha gerçekçi bir yaklaşımda olduğu savunulmuştur. Sökükcü (2021), gemiden gemiye tanker transferi aşamasında çatışma kazasına sebep olabilecek risklerin kök nedenlerini tespit etmiştir. Sonrasında nedenleri içeren hata ağacı oluşturulmuş ve bayes ağ modeliyle risk değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir. Okuyucu (2022), risk analizini karaya oturmuş gemilerin kurtarılmaya operasyonları üzerine yapmıştır. Öncelikle tehlikelerin HAZOP yöntemiyle analizi yapılmış ve sonrasında koruma katmanları analizi (Layers of Protection Analysis-LOPA) yönteminin eklenmesiyle sayısallaştırma işlemi yapılarak risk değerleri belirlenmiştir. Sayısallaştırma işlemiyle tehlikeler arasında sıralama yapılmasına imkan bulunmuştur. Yorulmaz ve Yeğin (2023), limanlarda elleçlenen tehlikeli yüklerden kaynaklı tehlikeleri belirleyerek Fine Kinney ve FMEA yöntemleri ile risk analizi yapmışlardır. Uygulama yapılan alan için iki yöntem karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda iki yöntemin ortak kullanımının altı çizilmiştir.

Risk analiz yöntemlerinin bazı eksikliklerinin giderilebilmesi amacıyla farklı yöntemlerin, risk analizi uygulamalarına eklendiği çalışmalar karşımıza çıkmaktadır. ÇKKV yöntemlerinden AHP yönteminin, risklerin sıralanması ve önceliklendirilmesi amacıyla risk analiz uygulamasında tercih edildiği çalışmalar mevcuttur. Üçüncü aşamada sırasıyla; AHP yönteminin kullanımı, risk analiz yöntemleri ve AHP kullanımı, AHP ve diğer ÇKKV yöntemlerinin birlikte kullanımı ve son olarak farklı ÇKKV yöntemlerini kullanan risk analizi çalışmalarına odaklanılmıştır.

Arslan (2009), kimyasal tanker operasyonlarında alınabilecek iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinin belirlenmesi ve belirlenen tedbirlerin önceliklendirilmesinin yapılması için AHP yöntemini kullanmıştır. Ekici (2018), deniz kazalarından çatışma ve karaya oturma kazalarına etki eden dinamik seyir risk faktörlerini belirlemiş ve iki kaza türü için 11 uzmandan elde edilen anket sonuçlarına göre AHP yöntemiyle faktörlerin ağırlıklandırılmasını gerçekleştirmiştir. Bebek ve diğ. (2020), kruvaziyer gemilerinin seyir halinde ve gezilerde karşılaşılabilecekleri emniyet risklerini belirlemişlerdir. Bu riskler gemilerden, dış etkenlerden ve yolculardan kaynaklanan olmak üzere üç ana kriter üzerinde incelenmiş ve bu üç ana kritere ait toplam 11 adet alt kriter belirlenmiştir. AHP yöntemiyle oluşturulmuş olan ikili karşılaştırma matrisi sekiz uzman tarafından

değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucuna göre ana kriter ve alt kriterler kendi içerisinde karşılaştırılarak risklerin sıralaması gerçekleştirilmiştir.

Mabrouki ve diğ. (2014), Ro-Ro terminallerinde riskleri analiz etmek için beyin fırtınası yöntemini, risk analizi gerçekleştirmek için de AHP yöntemini kullanmışlardır. İrtem (2015), bir dökme yük gemisinin korsan bölgesinde, demirde yükleme operasyonu için anket yöntemiyle riskleri tespit etmiştir. Tespit edilen risklerin FMEA yöntemiyle analizi yapılmış ve hata ağacı oluşturulmuştur. Tedbirler için ise değerlendirme kriterleri belirlenmiş olup AHP yöntemiyle uzman görüşlerine başvurulmuştur. Caner (2020), İstanbul Tuzla Tersaneler bölgesi, Tuzla Deri Organize Sanayi ve Antalya Serbest bölgede yer alan üç adet tersaneye ait operasyonlar üzerinden 381 adet tehlike belirlemiştir. AHP ve 5x5 L tipi matris yönteminin entegre edilmesiyle oluşturulan yeni yöntemle tehlikelerin analizi gerçekleştirilmiştir. Yeni yöntemle birlikte analiz yapılan tersanelerin karşılaştırılması ve sıralaması gerçekleştirilmiştir. Kaçmaz (2021), AHP anketlerini uygulayarak konteyner, genel yük, dökme kuru yük, dökme sıvı yük ve Ro-Ro terminallerinin her biri için operasyonel riskleri belirlemiş ve risklerin görece ağırlıklarını hesaplamıştır. Marmara Bölgesi'nde 2012-2017 yılları arasında yaşanan kazaların terminal türlerine göre analizi gerçekleştirilmiş ve risk seviyeleri belirlenmiştir. Hesaplanan görece ağırlıkları ve kazaların risk seviyeleri, risk karar matrisinde kullanılmış ve risklere göre önleyici faaliyetler tespit edilmiştir.

Akyüz ve Çelik (2014), gemilerde emniyet yönetim sisteminin düzeyini ölçmek için AHP ve ideal çözüme dayalı sıralama tekniği (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution-TOPSIS) yöntemlerini içeren hibrit yöntem kullanımı gerçekleştirmişlerdir. Kriterlerin önem düzeyleri AHP yöntemiyle, alternatiflerin değerlendirilmesi TOPSIS yöntemiyle gerçekleştirilmiştir.

Emovon ve diğ. (2015), deniz makine sistemlerinin risk değerlendirmesi için kullanılan FMEA yönteminin belirsiz kaldığını belirterek FMEA yöntemine VIKOR ve uzlaşma programlama yöntemlerini dahil etmişlerdir. VIKOR ve uzlaşma programlama yöntemleri ile risk sıralama gerçekleştirilmiştir. Yöntemlerin uygulanabilirliğinin gösterilebilmesi için iki vaka çalışması yapılmıştır. Şeker ve diğ. (2017), gri sistem teorisi ve karar verme deneme ve değerlendirme laboratuvarı (The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory-DEMATEL) yöntemlerini gemi inşa sektöründe risk analizi

gerçekleştirmek amacıyla entegre şekilde kullanmışlardır. Sonuçların güvenilirlik açısından kontrolü için ayrıca duyarlılık analizi yapılmıştır. Bellsola ve diğ. (2020), limanlardaki seyrüsefer risklerini değerlendirmek için liman uzmanları ve Rotterdam Limanı kılavuz kaptanlarıyla derinlemesine mülakatlar gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, risk algısı ağırlıklarının hesaplanması noktasında analitik ağ süreci (Analytic Network Process-ANP) yöntemi kullanılmıştır. Geliştirilen metodoloji ile, limanlarda farklı alan risklerinin deniz limanı risk indeksi ile değerlendirilmesi sağlanmıştır.

Denizcilik alanında kullanılan risk analiz yöntemlerinin, belirsizlik ve öznellik gibi dezavantajları etkisinin azaltılabilmesi için bulanık mantık yaklaşımının eklendiği risk analiz çalışmaları mevcuttur. Dördüncü aşamada sırasıyla; bulanık mantık yaklaşımının kullanıldığı, risk analiz yöntemlerinin bulanıklaştırıldığı, bulanık mantık ve AHP yönteminin birlikte kullanımı ve bulanık mantık, AHP ve risk analiz yöntemlerinin bir arada kullanımına odaklanılmıştır.

Fragiadakis ve diğ. (2014), tersanelerde iş kazalarının risk değerlendirmesi için uyarlamalı ağ tabanlı bulanık çıkarım sistemini (Adaptive Network Based Fuzzy Inference Systems-ANFIS) kullanmışlardır. İş kazaları verilerinden faydalanarak çalışma şartları ve iş kazaları arasındaki ilişki incelenmiştir. Akyüz ve Çelik (2015), ham petrol tankerlerinde yürütülen gaz free operasyonu tehlikelerini bulanık DEMATEL yöntemi ile analiz etmişlerdir. Tehlikelerin belirlenmesi ve analizinde DEMATEL, belirsizliğin etkisini azaltmak için de bulanık yaklaşım fayda sağlamıştır. Analiz sonucunda, belirlenen kritik tehlikelere yönelik önleyici tedbirler belirlenmiştir. Akyüz ve Çelik (2017), denizcilikte insan faktörü etkisinin göz önünde bulundurulmasıyla risk analizi yapılmasını önermişlerdir. İnsan hatası olasılığının hesaplanabilmesi için bulanık mantık yaklaşımıyla entegre edilmiş başarı olasılık indeks yöntemi (Success Likelihood Index Method-SLIM) kullanılmıştır. Kullanılan yöntem ile geminin balast suyu arıtma sistemi için risk değerlendirme uygulaması gerçekleştirilmiştir. Ziquan ve diğ. (2021), yolcu gemisi inşasında maruz kalınabilecek risklerin değerlendirilmesi amacıyla geliştirilmiş sezgisel bulanık TOPSIS yöntemini kullanmışlardır. Erdem (2021), konteyner gemisinin yük operasyonlarında insan hataları olasılıklarının değerlendirmesini SLIM kullanarak yapmıştır. Uzmanlardan elde edilen verilerde oluşan öznellik ve belirsizlik etkisinin azaltılması için bulanık mantık yaklaşımı eklenmiştir.

Mokhtari ve diğ. (2011), liman ve açık deniz terminalleri risklerinin analiz edilebilmesi için bulanık papyon yöntemini kullanmışlardır. Belirlenen en önemli risk faktörlerinden kılavuz kaynaklı hatalar üzerinden bir vaka çalışması yapılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Çiçek (2013), gemi operasyonlarından yağ/yakıt alım operasyonuna ait olası hataları hata ağacı analiz yöntemiyle analiz etmiştir. Analizin devamında ise hataların bulanıklaştırılması, belirlenen önlemlerin fayda maliyet analizinin gerçekleştirilmesi ve önlemler için karar verme sağlanmıştır. Alyami ve diğ. (2014), konteyner terminalinde tehlikelerin değerlendirilmesi için bulanık tabanlı bayes ağının kullanılmasıyla geliştirilen FMEA yaklaşımını kullanmışlardır. Şakar (2017), petrol ve kimyasal tanker operasyonlarından tank temizleme esnasında gerçekleşme riski olan yangın ve patlamayı bulanık bayes ağları yöntemiyle değerlendirmiştir. Kuzu ve diğ. (2019), gemi bağlama operasyonunun risk analizini gerçekleştirmek için bulanık hata ağacı yöntemini kullanmışlardır. LNG terminaline yanaşmakta olan tanker gemisinde meydana gelen kazaya yönelik analiz gerçekleştirilmiştir. Andriani ve diğ. (2019), yeşil limanlarda iş kazası riskini azaltmak amacıyla FMEA ve bulanık FMEA yöntemleriyle risk analizi yapmışlardır. Tespit edilen 19 adet riskin bulanık risk skorlarına göre öncelik sıralaması gerçekleştirilmiş ve risk öncelik sıralamasına göre tedbirler belirlenmiştir. Alyami ve diğ. (2019), FMEA yöntemi ve bulanık bayes ağları yaklaşımını konteyner limanında risk analizi için kullanmışlardır. Belirsizliğin bulunduğu ve geçmiş verilere ulaşamadığı durumlarda bu yöntemlerin kullanımının klasik risk analizi yöntemi kullanımına göre daha uygun olduğu savunulmuştur. Oruç (2020), tankerlerin seyir esnasında köprüüstü, makine dairesi ve kargo kontrol dairesindeki ekipmanların oluşturabileceği siber riskleri Fine Kinney ve bulanık Fine Kinney yöntemleriyle değerlendirmiştir. Bulanık Fine Kinney risk skorlarının klasik yönteme göre daha yüksek çıktığı görülmüştür. Çınar (2020), limanlarda gemi manevralarından kaynaklı kazaların önüne geçebilmek için Fine Kinney ve bulanık Fine Kinney yöntemleriyle risk analizi yapmıştır. Analiz sonucuna göre bulanık Fine Kinney risk skorlarının genellikle daha yüksek olduğu görülmüş ve bulanık Fine Kinney' de sonuçların daha net olması nedeniyle çalışmada bulanık mantık uygulaması tavsiye edilmiştir. Arıcı ve diğ. (2020), gemiden gemiye gerçekleştirilen yük operasyonları esnasında gerçekleşebilecek çarpışma ve temas kazalarının risk analizini bulanık papyon yöntemiyle yapmışlardır. Sayısal veri yetersizliği nedeniyle bulanık mantığın tercih edildiği belirtilmiştir. Akyüz ve diğ. (2020), gemilerde gerçekleşebilecek

kuru yük sıvılaşma riskini bulanık papyon yöntemi ile bir vaka üzerinden analiz etmişlerdir. Aydın ve diğ. (2021), petrol-kimyasal tankerlerinin risk analizini hata ağacı, bulanık mantık ve bilişsel güvenilirlik ve hata analizi (Cognitive Reliability and Error Analysis-CREAM) yöntemlerinin entegre edilmesiyle gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, insan kaynaklı hataların belirlenmesi CREAM ile yapılmıştır. Aydın ve diğ. (2021), kimyasal tanker gemilerinde yürütülen gaz inertleme operasyonu esnasında maruz kalınabilecek boğulma riski için bulanık bayes ağı yöntemi ile risk değerlendirmesi gerçekleştirmişlerdir. Aydın ve diğ. (2021), dar sularda gerçekleşmiş bir gemi çarpışma kazası üzerinden uygulanan risk analizinde bulanık bayes ağı yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada senaryo analizi ve duyarlılık analizi de yapılmıştır. Bulanık bayes yöntemi sonuçlarının karşılaştırılması noktasında hata ağacı analizi kullanılmıştır. Göksu (2021), gemi operasyonlarındaki dinamik risk faktörlerini (zaman, hava durumu, gelgit ve trafik yoğunluğu) belirlemek için 55 gemi adamına anket uygulamıştır. Tespit edilen hata türleri için yedi kişilik bir ekiple FMEA yöntemi kullanılarak risk analizi gerçekleştirilmiştir. Klasik yöntemdeki belirsizliğin etkisini azaltmak için de bulanıklaştırma uygulaması yapılmış ve hataların MATLAB programıyla bulanık FMEA değerleri hesaplanmıştır. FMEA ve bulanık FMEA sonuçlarına göre hataların öncelik sıralarında değişmelerin olduğu ortaya çıkmıştır. Şakar ve diğ. (2022), gemilerde yürütülen kapalı alan operasyonlarından kaynaklı kazaların risk analizini bulanık papyon yöntemiyle gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, papyon analizini oluşturan hata ağacı ve olay ağacı oluşumunda uzman görüşüne başvurulmuştur. Elidolu ve diğ. (2022), tanker gemilerinde statik elektrik tehlikesinden kaynaklı oluşabilecek patlama ve yangın risklerinin bulanık papyon ve CREAM yöntemlerinin birlikte kullanımı ile risk analizi çalışmasını gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca, risklere yönelik kontrol tedbirleri de belirlenmiştir. Tunçel ve diğ. (2023), dökme yük gemilerinde yangın ve patlama risklerinin analizini bulanık mantık ve hata ağacı yöntemlerinin entegre edilmesiyle gerçekleştirmişlerdir.

Sii ve diğ. (2001), bir gemide akaryakıt sistemi arızasının yol açacağı yangın riskini AHP ve bulanık mantık yöntemleriyle analiz etmişler ve analiz sonucunda tek risk skoruna ulaşmışlardır. Hsu (2012), Kaohsiung Limanı için gemilerin seyir güvenliğini incelemiş ve analizi bulanık AHP yöntemiyle gerçekleştirmiştir. İyileştirme yapılması gerekli noktalar için önerilerde bulunulmuştur. John ve diğ. (2014), liman operasyon risklerini bulanık AHP yöntemiyle analiz ederek risklerin ağırlıklarını hesaplamışlardır. Acuner

(2014), Tuzla tersaneler bölgesindeki bir tersanede bulanık AHP yöntemiyle risk analizi gerçekleştirmiştir. Uygulamanın yapıldığı tersanede mevcut risk analizi L tipi matris yöntemiyle yapılmış ve bu çalışmada aynı riskler, önerilmekte olan bulanık yaklaşım ile değerlendirilerek iki yöntem için karşılaştırma yapılmıştır. Karşılaştırma sonucunda bulanık AHP sonuçlarının daha hassas olduğu belirtilmiştir. Pak ve diğ. (2015), Kore limanlarında seyir güvenliğini değerlendirebilmek için kaptanlardan oluşan uzman grubun görüşüne başvurmuş ve analizi bulanık AHP yöntemiyle yapmışlardır. Analiz sonucunda, belirlenen beş limanın seyir güvenlik düzeyleri belirlenmiştir. Kılıç (2015), İstanbul Boğazı'nda deniz kazalarına sebep olabilecek risklerin bulanık AHP yöntemiyle analizini gerçekleştirmiştir. İlk olarak 10 uzmanla anket yapılmış ve anketlerin analiziyle kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Bulanık AHP yöntemiyle öznel yargıların daha iyi yansıtıldığı savunulmuştur. Akyıldız ve Menteş (2017), yük gemileri için çarpışma kazası risk analizinde belirsizliğin etkisi nedeniyle daha güvenli sonuçlara ulaşmak için bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. Kriterlerin ağırlıklandırılması AHP, sıralaması ise TOPSIS yöntemiyle yapılmıştır. Gül (2020), limanlar için bir vaka çalışması gerçekleştirerek risk değerlendirmesi yapmıştır. Risk değerlendirmesi aşamasında, liman iş güvenliği uzmanlarından oluşan ekip ile 40 adet liman tehlikesi tespit edilmiştir. Tehlikelerin analizi için kullanılan karar matrisi yönteminin parametreleri olan olasılık ve şiddetin ağırlıklandırılması bulanık AHP yöntemi ve tehlikelerin sıralaması ise bulanık VIKOR yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Son olarak da duyarlılık analizi gerçekleştirilmesiyle sonuçlar doğrulanmıştır. Ünver ve diğ. (2021), deniz dizel motorlarının 46 adet bakım faaliyetini inceleyip bu faaliyetlerin risk derecelerini bulanık AHP yöntemiyle analiz etmişlerdir. Kullanılan yöntemin, riskleri analiz etmek için etkili olduğu savunulmuştur. Gülen (2021), gemi-köprü kazalarının risk analizini 1915 Çanakkale Köprüsü uygulamasıyla gerçekleştirmiştir. Koruyucu ve önleyici tedbirlerin belirlenmesiyle ilgili 67 uzman ile anket yapılmış ve çarpışma riski bulanık mantık yaklaşımıyla değerlendirilmiştir.

Bayar (2010), İstanbul Boğazı'nda yaşanmış kazaların nedenlerini inceleyerek FMEA yöntemiyle değerlendirilmesini gerçekleştirmiştir. Kazaların nedenleri, şiddetleri ve önlemleri hakkında uzman görüşüne başvurulmuştur. Uzmanlardan alınan görüşler doğrultusunda risk analizi puanlaması yapılmıştır. Risklerin sıralanması noktasında ise bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır. Yavuz (2017), liman sektörü için belirlenen 396 adet

riskin Fine Kinney yöntemiyle risk analizini yapmıştır. Fine Kinney yönteminde ortaya çıkan kişisel etkinin azaltılabilmesi için de risklere bulanık mantık yaklaşımı uygulanmıştır. Bulanık risk skorunun belirlenmesi sonucunda risk değerleri eşit olan faaliyetlerin mevcut olduğu görülmüş ve bulanık risk skorları eşit olan faaliyetler için AHP yöntemi kullanılarak risklerin önceliklendirilmesi ve sıralaması yapılmıştır. Üç yönteme ait risk skorlarının karşılaştırması yapıldığında risklerin sıralamasının değiştiği gözlemlenmiş ve çalışmayla üç yöntemin bir arada kullanılabilirliği savunulmuştur. Gül ve diğ. (2017), gemilerde balast tankı bakımı için üç yöntemin hibrit kullanımıyla risk analizi gerçekleştirmişlerdir. Kullanılan yöntemler Fine Kinney, bulanık AHP ve bulanık VIKOR şeklindedir. Tonoğlu ve diğ. (2022), Türk Boğazlarında gemilerin maruz kalabileceği çarpışma, temas, karaya oturma ve batma risklerini bulanık AHP ve Fine Kinney yöntemleriyle analiz etmişlerdir. Fine Kinney parametreleri puanlanırken geçmiş kaza raporlarından yararlanılmıştır. İki analiz sonucunda elde edilen bulanık AHP ve Fine Kinney risk değerleri birleştirilerek tek risk değerine ulaşılmış ve bu sonuca göre risklerin sıralaması gerçekleştirilmiştir. İki yöntemin birleştirilmesiyle uzman görüşlerindeki öznellik etkisinin azaltıldığı ve sayısal verilerle entegre edilen sonuçların daha gerçekçi olduğu savunulmuştur.

Literatür incelemesinin beşinci aşamasında, denizcilik alanında yapılan risk analiz çalışmalarında IMO tarafından geliştirilmiş olan FSA yönteminin kullanıldığı çalışmalara odaklanılmıştır. FSA yöntemi; denizcilikte emniyetin sağlanması, risk analizi gerçekleştirilmesi ve risk kontrol seçeneklerine göre fayda maliyet hesaplaması amaçlarıyla tercih edilen yöntemdir (Görçün, 2012; Turan, 2013). Vanem ve diğ. (2008), sıvılaştırılmış doğal gaz (Liquid Natural Gas-LNG) tankerlerinde belirlemiş oldukları kaza tiplerinin risk analizini FSA yöntemiyle yapmışlardır. Uygulanan yöntemle birlikte sonuçların belirsizlik içerdiği özellikle vurgulanmıştır. Görçün (2012), Türk boğazlar bölgesinde tehlikeli madde yüklü gemiler tarafından yaşanan kazaların risk analizini FSA yöntemiyle gerçekleştirmiştir. Çalışmada sırasıyla; İstanbul ve Çanakkale Boğazlarındaki tehlikelerin belirlenmesi, risk analizi, önlemlerin belirlenmesi, önlemler için fayda maliyet analizinin yapılması ve sonuçlara göre karar alma aşaması gerçekleştirilmiştir. Turan (2013), 2001-2011 yıllarında Türk bayraklı yük gemilerinin yaşadığı 1935 gemi kazasını incelemiştir. Kazalar içerisinde çatışma-temas, karaya oturma, alabora ve yangının ciddi boyutta olduğu belirlenerek tehlikeler bu nedenler üzerinden oluşturulmuş

ve risk değerlendirmesi FSA yöntemi ile yapılmıştır. Risk değerlendirmesi sonucunda belirlenen önlemler için fayda maliyet analizi yapılmıştır. Pallis (2017), konteyner terminallerinde risk analizi gerçekleştirmek için FSA yöntemini kullanmış ve sonuçlara göre karar aşaması gerçekleştirilmiştir. Budiyanto ve Fernanda (2020), Endonezya’da bir konteyner terminalinde gerçekleşen beş yıllık kaza verilerini kullanarak risk analizini FSA ve hata ağacı analizi yöntemleri ile yapmışlardır. İlk olarak sınıflandırılan 25 adet kaza türünün risk skorları hesaplanarak risk seviyeleri belirlenmiştir. Risklerin ana nedenlerinin belirlenmesi için ise hata ağacı analiz yöntemi ile analiz gerçekleştirilmiştir. Son olarak da risk kontrol seçenekleri ve bu seçeneklerin faydalarının belirlenmesi sağlanmıştır. İncelenen farklı çalışmalarda görüldüğü üzere, FSA yöntemi denizde emniyeti sağlamak amacıyla yaşanan deniz kazalarının incelemesini gerçekleştirir ve risk analizi yapar. FSA yönteminde, diğer yöntemlerden farklı olarak belirlenen önlemler üzerinden fayda maliyet analizinin gerçekleştirilmesi ve analiz sonucunda uygun önlemin belirlenmesi sağlanır.

Literatür incelemesine göre, denizcilik alanında farklı iş kollarında farklı yöntem veya yöntemlerin kullanıldığı risk analizi uygulamaları karşımıza çıkmaktadır. Yük ve gemiye hizmet vermekte olan limanların, risk analizi uygulaması için sıklıkla tercih edilen bir alan olarak karşımıza çıkmasının yanı sıra belirli yüklere hizmet vermek için uzmanlaşmış sıvı yük terminallerinde risk analizi uygulama çalışmasının yetersizliği ortaya çıkmaktadır. Oysaki sıvı yük terminallerinde elleçlenen yükler ve operasyonların etkisiyle İSG önlemlerinin önemi artmakta ve iş kazalarının önüne geçilebilmesi için de risk analizi uygulamalarının etkisi ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, sıvı yük terminallerinde risk analizi gerçekleştirilmesi ve analizde kullanılan yöntemlerin karşılaştırılması yönüyle çalışmanın literatüre katkı yapması amaçlanmıştır.

#### **4.2. Tezin Yöntemleri ile Yapılmış Risk Analizi alışmaları**

Risk analizi yapılması her iş kolu için zorunlu bir faaliyet olmakla birlikte her sektörde çok sayıda risk analizi çalışması karşımıza çıkmaktadır. İlk aşamada, farklı sektörler için yapılmış risk analiz çalışmalarından, 5x5 L tipi matris ve Fine Kinney yöntemini birlikte kullanıp analiz sonuçlarını karşılaştıran çalışmalara odaklanılmıştır.

Sade (2017), bir mermer fabrikasında checklist kontrol listeleri oluşturarak öncelikle fabrikaya ait tehlikeleri tespit etmiştir. Tespit edilen 25 adet tehlike için 5x5 L tipi matris ve Fine Kinney yöntemleri uygulanmıştır. Analizlerin karşılaştırılması sonucunda, risk skor aralıklarının daha fazla olması ve riskin daha net ifade edilebilmesi nedenleriyle Fine Kinney'in uygulama yapılan işletme için daha uygun olduğu savunulmuştur. Damat ve Utlu (2018), metro istasyonunda yapılacak risk analizi için 5x5 L tipi matris ve Fine Kinney yöntemlerini kullanmış ve analiz sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Analiz sonucunda, 5x5 L tipi matris yöntemine göre Fine Kinney yöntemi risk düzeylerinde artış gözlenmiştir. Çalışmada, kompleks yapıda olan metro istasyonları için daha hassas sonuç veren Fine Kinney yöntemi önerilmiştir. Eskiömeroğlu (2018), üç spor salonu için 5x5 L tipi matris ve Fine Kinney yöntemlerini uygulayarak risk analizi gerçekleştirmiştir. Analiz sonuçlarına göre, aynı risklerin farklı önem düzeylerinde olduğu ayrıca Fine Kinney yönteminde yüksek risk düzeyindeki tehlikenin 5x5 L tipi matris yönteminde orta risk düzeyinde olabildiği görülmüştür. Hesaplamalara göre, spor salonlarında Fine Kinney yönteminin daha iyi sonuçlar verdiği savunulmuştur. Aker (2019), metal sektöründe faaliyet gösteren bir işyeri için saha çalışmaları yapmış ve 134 adet tehlike tespit etmiştir. Tespit edilen riskler 5x5 L tipi matris ve Fine Kinney yöntemleriyle analiz edilmiştir. Analiz sonucuna göre, Fine Kinney yönteminde tolerans gösterilemez risk olarak hesaplanan tehlike 5x5 L tipi matris yönteminde orta seviye risk olarak hesaplanmış ve iki yönteme göre aynı riskin önlem önceliği farklı olmuştur. 5x5 L tipi matris yönteminde, kontrol tedbirleri sonucunda risklerin tamamı kabul edilebilir seviyeye düşürülmüş fakat Fine Kinney yönteminde ise tedbirler sonucunda sadece 55 adet risk kabul edilebilir seviyeye düşürülebilmıştır. İki yöntemin karşılaştırılması sonucunda, Fine Kinney yönteminin frekans parametresini değerlendirmeye eklemesinin sonuçları hassaslaştırdığı ve metal sektörü için bu yöntemin daha uygun olduğu belirlenmiştir. Ölçücü (2019), tehlikeli atık bertaraf tesislerinde meslek hastalığına neden olabilecek fiziksel, kimyasal ve biyolojik riskleri incelemiş ve 47 adet risk için 5x5 L tipi matris ve Fine Kinney yöntemleriyle analiz gerçekleştirmiştir. Fine Kinney yönteminde, geçmiş verilerin referans alındığı frekans parametresi kullanıldığı için 5x5 L tipi matris yöntemine göre risk düzeylerinin değiştiği görülmüştür. Çalışmada, Fine Kinney yönteminin bu sektör için daha gerçekçi sonuçlar verdiği belirtilmiştir. Usanmaz (2019), kimyasal maddelerle çalışma yapan bir laboratuvarda belirlenen 35 adet tehlikeyi 5x5 L

tipi matris ve Fine Kinney yöntemleriyle analiz etmiştir. İki yöntemin risk skorlarına göre karşılaştırma yapılmış ve Cohen Kappa yöntemiyle yöntemlerin istatistiksel analizi gerçekleştirilmiştir. Cohen Kappa analiz sonucuna göre iki yöntem arasında uyum olmadığı ve iki yöntemin birbiri için alternatif olamayacağı tespit edilmiştir. Bu nedenle çalışmada, yöntem seçiminin önemi vurgulanmış ve Fine Kinney yönteminin tehlikeli ve çok tehlikeli iş kolları için daha uygun olduğu ortaya koyulmuştur. Karan (2019), bir hastanede tehlikeleri; genel, elektrik, yangın, acil durum, enfeksiyon, ergonomi, psikososyal, kimyasallar ve alerji olarak sınıflandırarak incelemiştir. 5x5 L tipi matris ve Fine Kinney yöntemleriyle gerçekleştirilen risk analizleri sonucunda, 5x5 L tipi matris yönteminde çok yüksek risk düzeyine sahip tehlikenin mevcut olmadığı ve Fine Kinney sonuçlarının daha hassas olduğuna ulaşılmıştır. Korkmaz (2020), inşaat sektöründe kaza gerçekleşmesine sebep olan yapı makinelerinden kule vinç, forklift, ekskavatör, beton pompası, yükleyici ve kamyonu İSG açısından incelemiş ve 5x5 L tipi matris ve Fine Kinney yöntemleriyle risk analizi gerçekleştirmiştir. Analiz sonucuna göre geçmiş kazalar ele alındığı için Fine Kinney'in daha güvenilir sonuçlara ulaştırdığı ve önlemler sonrasında risk düzeylerinin Fine Kinney yönteminde daha sağlıklı gözlemlendiği belirlenmiştir. Duran (2020), patlayıcı ortam oluşturma riski olan bir boyahane için 5x5 L tipi matris ve Fine Kinney yöntemlerini kullanarak risk analizi yapmıştır. Analiz sonucuna göre, Fine Kinney yönteminde tolerans edilemez risk seviyesinde olup 5x5 L tipi matris yönteminde daha düşük seviyede olan tehlikeler mevcut olmuştur. Çalışma sonucunda, Fine Kinney yönteminin daha gerçekçi sonuçlar verdiği belirtilmiştir.

Fine Kinney yönteminin 5x5 L tipi matris yöntemine göre daha hassas ve uygun olduğunu savunan çalışmaların aksine, iki yöntemin benzer sonuçlar verdiği veya 5x5 L tipi matris yönteminin uygulanan işletme için daha uygun olduğunun belirtildiği çalışmalar da mevcuttur. Bağdatlı (2019), Nevşehir'de bir sanayi bölgesinde belirlenen 10 adet işletme için risk analizi gerçekleştirmiştir. Risklerin tespit edilmesi kontrol listeleriyle, risk analizi ise 5x5 L tipi matris ve Fine Kinney yöntemleriyle yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre iki yöntemin risk seviyeleri birbirine yakın olacak şekilde belirlenmiştir. Risk değerlendirme aşamasında birden fazla yöntemin kullanımı, risklerin eksiksiz tespit edilmesi konusunda fayda sağlayacağı savunulmuştur. Kılıçaslan (2019), bir gıda işletmesinde 5x5 L tipi matris ve Fine Kinney yöntemleriyle risk analizi gerçekleştirmiştir. Fine Kinney yönteminde frekans parametresi belirlenirken geçmiş

yıllara ait verilere ulaşılamaması durumunda analiz sonuçlarının yanlış yorumlanabileceği ve 5x5 L tipi matris yönteminin risk analizi gerçekleştirilen işletmede daha uygun olacağı savunulmuştur.

Farklı sektörlerde 5x5 L tipi matris ve Fine Kinney yöntemini birlikte kullanmış risk analiz çalışmaları incelenmiştir. İncelenen çalışmaların çoğunda benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Yöntem parametrelerinin etkisiyle Fine Kinney yönteminin 5x5 L tipi matris yöntemine göre daha hassas ve uygun sonuçlara ulaştırdığı savunulmuştur.

Gerçekleştirilen literatür incelemesinin ikinci aşamasında, risk analiz yöntemlerinin eksikliğinin giderilebilmesi için bulanık mantığın eklendiği çalışmalara odaklanılmıştır. Bu çalışmalarda, yöntemlerin karşılaştırılması yoluna gidilmiştir. Supçiller ve Abalı (2015), bir tekstil fabrikasında risk analizini iki yöntem ile yapmış ve sonuçları karşılaştırmışlardır. Klasik Fine Kinney yöntemindeki olumsuzlukların yok edilmesi için bulanık Fine Kinney yöntemi çalışmaya eklenmiştir. Çalışma sonucunda, bulanık mantığın daha gerçekçi sonuçlar verdiği belirtilmiştir. Oturakçı ve Dağsuyu (2017), inşaat sektöründeki tehlikeleri analiz etmek için Fine Kinney ve bulanık Fine Kinney yöntemlerini uygulamışlardır. Analiz sonuçları karşılaştırıldığında tehlikelerin öncelik sıralamasında değişimler görülmüştür. Bulanık Fine Kinney yöntemiyle uzman tecrübesinin etkisinin azaltıldığı ve belirsizliğin yok edildiği savunulmuştur. Gül ve Çelik (2018), raylı ulaşım sistemlerinde risk analizini Fine Kinney ve bulanık Fine Kinney yöntemleriyle yapmış ve sonuçları karşılaştırmışlardır. Uygulanan bulanık yöntemle daha hassas sonuçlara ulaşılmıştır. Yegin (2019), Denizli’de bir tekstil fabrikası için ergonomi risklerini değerlendirmek amacıyla Fine Kinney ve bulanık Fine Kinney yöntemlerini kullanmıştır. Uzman görüşü etkisi nedeniyle bulanık mantık tercih edilmiştir. Bulanık Fine Kinney yönteminin riskleri ölçmede daha iyi olduğu belirtilmiştir. Arslan (2019), bir beton fabrikası için risk analizini üç aşamalı yapmıştır. İlk olarak 5x5 L tipi matris, Fine Kinney ve FMEA yöntemleriyle risk analizi gerçekleştirmiştir. İkinci aşamada MATLAB programında üç yöntemin verileri bulanıklaştırılmıştır. Son olarak da üç yöntem verileri bulanık yaklaşım ile analiz edilerek tek risk önem derecesine ulaşılmıştır. Klasik üç yöntem karşılaştırıldığında risk skorlarının genişliği açısından en başarısız 5x5 L tipi matris, Fine Kinney ve FMEA’da kullanılan parametrelerin etkisiyle de bu iki yöntemin daha başarılı olduğu belirtilmiştir. Bulanık mantık ise risk değerlendirme konusunda

başarılı bulunmuştur. Rouyendegh ve Gür (2020), barajlarda meydana gelme olasılığı olan siber saldırı, terörist saldırısı, sabotaj, yangın, elektrik kesintisi, sel felaketi, deprem ve heyelan risklerini Fine Kinney ve bulanık Fine Kinney yöntemleriyle değerlendirmişlerdir. Ulaşılan iki farklı risk skoru sonuçlarına göre risk düzeylerinde değişimler ortaya çıkmış ve bulanık Fine Kinney yönteminin klasik yöntemle göre daha doğru sonuçlara ulaştırdığı savunulmuştur.

Bulanık mantık yaklaşımının eklendiği risk analiz çalışmalarında ortak sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir. Bu sonuçlara göre, bulanık mantık yaklaşımı ile uzman değerlendirmelerinde öznellik etkisinin azaltılabileceği, bulanıklaştırma işlemiyle risklerin önceliklerinin değiştiği ve bulanık mantığın daha gerçekçi sonuçlara ulaştırdığı savunulmuştur.

Üçüncü aşamada sırasıyla; AHP yöntemi kullanımı, Fine Kinney ve AHP yönteminin birlikte kullanımı, bulanık mantık ve AHP yönteminin risk analizine dahil edildiği çalışmalara odaklanılmıştır. Güleç (2021), itfaiye istasyonlarındaki tehlikeleri tespit etmek için 14 kriter ve üç alternatif belirlemiştir. Oluşturulan AHP anketleri üç uzman tarafından değerlendirilmiştir. Sonuç olarak AHP yöntemiyle tehlikelerin önem düzeyleri belirlenmiş ve belirlenen üç alternatif istasyonun sıralaması TOPSIS yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Durmaz (2022), gıda sektöründe risklerin değerlendirmesini AHP yöntemiyle yapmıştır. AHP yöntemiyle riskler; üç ana kriter, 16 alt kriter olarak sınıflandırılmış ve dört alternatif belirlenmiştir. Oluşturulan AHP anketleri yedi uzman tarafından değerlendirilmiş ve risklerin öncelik değerleri hesaplanmıştır. Çalışma sonunda risklere yönelik önlemler için önerilerde bulunulmuştur.

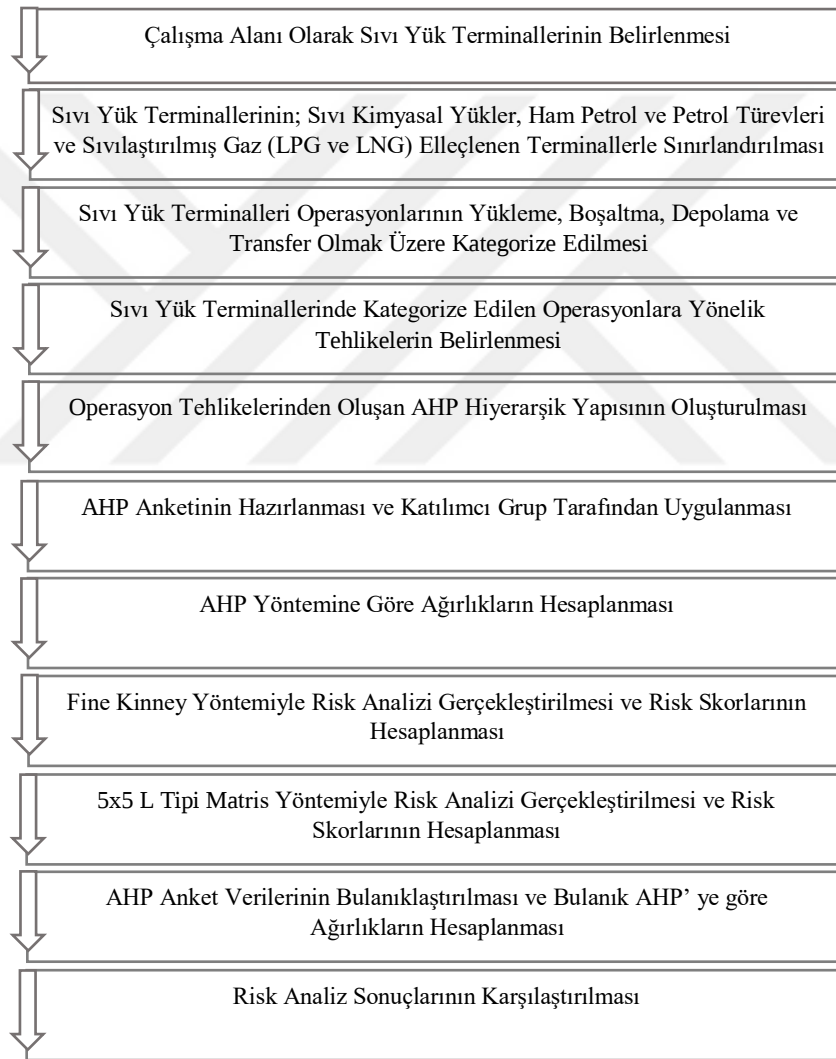
Kokangül ve diğ. (2017), imalat firmasında tehlikelerin belirlenmesi, AHP yöntemi ile tehlikelerin öncelik düzeylerinin belirlenmesi ve Fine Kinney yöntemi ile risk skorlarının hesaplanması aşamalarından oluşan risk analizi gerçekleştirmişlerdir. Son olarak Fine Kinney risk düzeylerine göre AHP puanlarının sınıflandırmasını yapmışlardır. Bu çalışmayla AHP yönteminde de risk düzeylerinin belirlenebileceği doğrulanmıştır. Yılmaz ve Özcan (2019), şantiyelerde kullanılan kaldırma araçları risk analizini Fine Kinney yöntemi ile gerçekleştirmişlerdir. İkinci aşama olarak, belirlenen tehlikeler AHP yöntemiyle değerlendirilmiştir. Tehlikeler için elde edilen AHP ağırlıkları ve aynı tehlikelere ait Fine Kinney risk skorlarının çarpılmasıyla entegre yöntem elde edilmiş ve

tehlikelerin sıralaması gerçekleştirilmiştir. Entegre yöntemle birlikte klasik Fine Kinney yöntemine göre tehlikelerin sıralamasında değişimler görülmüştür.

Koulinas ve diğ. (2019), şantiye risklerinin değerlendirilmesi için bulanık AHP ve Fine Kinney yöntemlerini tercih etmişlerdir. İki yöntem sonuçlarının entegre edilmesiyle tek risk skoru elde edilmiş ve risklerin sıralama ve önceliklendirilmesi yapılmıştır. Süne (2021), üniversitedeki ergonomik risk faktörlerini analiz edebilmek için üç kişiye AHP anketi uygulamış ve anketlerdeki belirsizliğin etkisini azaltmak için bulanık AHP yöntemiyle analiz gerçekleştirmiştir. Doğan ve diğ. (2022), bir gaz dolum tesisinin risk analizini Fine Kinney ve sonuçlara nesnellik kazandırmak amacıyla bulanık Fine Kinney yöntemleri ile yapmışlardır. Devamında, belirlenen risklerden etkilenen grupların (müşteri, çevre sakini, çalışan ve ziyaretçi) AHP yöntemiyle önem düzeyleri belirlenmiştir. AHP yöntemi sonuçlarının da dahil edilmesiyle yüksek riske sahip tehlikeler için önlemlerin TOPSIS yöntemiyle önceliklendirilmesi ve seçimi yapılmıştır. Bepary ve Kabir (2022), rüzgar türbinlerinin taşınma, inşa, işletim ve bakım operasyonları tehlikelerini belirleyerek Fine Kinney yöntemiyle risk analizi gerçekleştirmişlerdir. Fine Kinney parametreleri olan olasılık, şiddet ve frekans değerleri üç uzmanın değerlendirmesi sonucunda bulanık AHP yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır. Operasyon risklerinin sıralaması ise bulanık TOPSIS yöntemi ile yapılmıştır. Analiz sonucunda yüksek riske sahip tehlikelere yönelik önlemler belirlenmiştir.

## 5. MALZEME VE YÖNTEM

Tez çalışmasında; sıvı kimyasal, ham petrol ve petrol türevleri ve sıvılaştırılmış gazlara hizmet veren sıvı yük terminallerinin yükleme, boşaltma, depolama ve transfer operasyon risklerinin tespit edilmesi, tespit edilen riskler için risk analizinin gerçekleştirilmesi ve kullanılan yöntemler içerisinde uygun yöntemin belirlenmesi amaçlanmıştır. Amaca yönelik, sıvı yük terminalleri için tespit edilen risklerin farklı yöntemlerle risk analizi gerçekleştirilerek analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Çalışmada izlenen iş akış planı Şekil 5.1'deki gibidir.



Şekil 5.1. Çalışma İş Akış Planı

Şekil 5.1'de verilen iş akış planına göre öncelikle liman işletmeleri için literatür araştırması gerçekleştirilmiştir. Literatür araştırması sonucunda, çalışma alanı olarak sıvı yük terminalleri belirlenmiştir. Sıvı yük terminalleri içerisinde sıvı kimyasal yük, ham

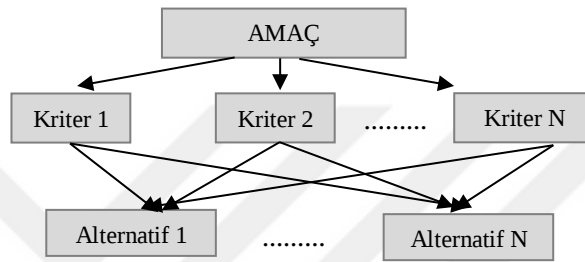
petrol ve petrol türevleri ve sıvılaştırılmış gazlara hizmet verilen terminaller incelenerek yükleme, boşaltma, depolama ve transfer operasyonlarına yönelik tehlikeler belirlenmiştir. Tehlikelerin belirlenmesinden sonra risk analizinde kullanılacak olan yöntemlere karar verilmiştir. Tez çalışmasında, 5x5 L tipi matris, Fine Kinney, AHP ve bulanık AHP yöntemleriyle analiz gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, AHP yönteminin analizi için operasyon tehlikelerinden oluşan hiyerarşik yapı oluşturulması, AHP anketinin hazırlanması, anketin katılımcı grup tarafından yanıtlanması ve anketlerin analizi sonucunda tehlikelerin önem düzeylerinin belirlenmesi sağlanmıştır. Bir sonraki aşamada, AHP yöntemi sonuçlarında öznellik etkisi bulunduğu için bulanık mantık yaklaşımı entegre edilerek bulanık AHP sonuçlarına ulaşılmıştır. Devamında ise risk analiz yöntemlerinden Fine Kinney ve 5x5 L tipi matris yöntemleriyle analiz gerçekleştirilerek risk skorlarına ulaşılmıştır. Son olarak da risk analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Tez çalışmasının beşinci bölümünde, çalışmanın yöntemleri olan AHP, Fine Kinney, 5x5 L tipi matris, bulanık mantık ve bulanık AHP' nin yöntem özellikleri aktarılmıştır. Problemin tanımlanması, kriter ve alternatiflerin açıklanması ve verilerin elde edilme şeklinin aktarılmasıyla da çalışma detaylandırılmıştır.

### **5.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) Yöntemi**

Analitik hiyerarşi prosesi (AHP) yöntemi, karmaşık problemlerin çözümlenebilmesi amacıyla Thomas L. Saaty tarafından 1980 yılında geliştirilmiş ÇKKV yöntemlerinden biridir. Yöntem, kriterler ve alternatiflerle oluşturulacak hiyerarşi ile problemin modellemesini ve bu model sonucunda nitel ve nicel değerlendirme ile birlikte uzman veya uzmanların karar vermede düşüncelerini dikkate almaktadır (Dağdeviren ve diğ., 2004; Erdem, 2012; Aydın, 2018). Yöntem sayesinde, karmaşık problemlerin çözümü için belirlenen kriterlerin önem düzeylerinin hesaplanması, bu kriterlere göre alternatiflerin değerlendirilmesi ve en sonunda amaca uygun alternatifin seçilmesine olanak sağlanır (Topçu, 2014). Yöntemin uygulamasında izlenecek adımlar; problemin tanımlanması ve hiyerarşik yapının oluşturulması, ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması, kriter ve alternatiflerin önem düzeylerinin belirlenmesi ve tutarlılık oranının hesaplanması şeklindedir (Saaty, 2008; Tüminçin, 2016; Caner, 2020).

Adım 1: Problemin tanımlanması ve hiyerarşik yapının oluşturulması; AHP yönteminde öncelikli olarak problemin ne olduğunun belirlenmesi gerekmektedir. Belirlenen

probleme yönelik amaç, amaç doğrultusunda da kriter ve alternatifler belirlenmektedir. Amaç, kriter ve alternatiflerden oluşan hiyerarşik yapıda, her seviyenin belirlenebilmesi için uzman görüşü, anket çalışması veya literatür araştırması yoluna başvurulabilir (Dağdeviren ve diğ., 2004). Hiyerarşik yapının oluşturulmasında; hiyerarşik yapının problemi en iyi şekilde yansıtmayı, çözüm için yol gösterecek tüm kaynakların dikkate alınması ve problemin çözümünde rol oynayacak katılımcıların belirlenmesi hususlarına dikkat edilmelidir (Sürekli, 2010). Yöntemin ilk adımını temsil etmekte olan hiyerarşik yapı Şekil 5.2’de verilmiştir.



Şekil 5.2. AHP Hiyerarşik Yapı (Saaty, 1990)

Şekil 5.2’de verilen hiyerarşinin; ilk seviyesinde problemin amacı, ikinci seviyesinde amaca yönelik belirlenen kriterler ve üçüncü seviyesinde amaca yönelik seçim yapmamıza olanak sağlayan alternatifler yer almaktadır.

Adım 2: İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması; hiyerarşik yapı oluşturulduktan sonra, her seviyenin kendi içerisinde karşılaştırılabilmesi ve önem düzeylerinin belirlenebilmesi için  $n \times n$  boyutunda Tablo 5.1’de verilen kare matrisler oluşturulmaktadır. İkili karşılaştırma matrisi kriterlerin göreceli ağırlıklarından oluşmakta ve  $n$  adet kritere sahip her seviye için  $(n \times (n-1)/2)$  işlemi sonucu kadar karşılaştırma yapılmaktadır (Saaty ve Özdemir, 2003). İkili karşılaştırmaların gerçekleştirilmesinde Tablo 5.2’de verilen Saaty tarafından geliştirilmiş değerlendirme ölçeği kullanılmaktadır.

Tablo 5.1. AHP İkili Karşılaştırma Matrisi (Saaty, 1990)

|          | Kriter 1  | Kriter 2  | Kriter 3  | Kriter 4  |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Kriter 1 | $W_1/W_1$ | $W_1/W_2$ | $W_1/W_3$ | $W_1/W_4$ |
| Kriter 2 | $W_2/W_1$ | $W_2/W_2$ | $W_2/W_3$ | $W_2/W_4$ |

Tablo 5.1. (Devam) AHP İkili Karşılaştırma Matrisi (Saaty, 1990)

|          | Kriter 1  | Kriter 2  | Kriter 3  | Kriter 4  |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Kriter 3 | $W_3/W_1$ | $W_3/W_2$ | $W_3/W_3$ | $W_3/W_4$ |
| Kriter 4 | $W_4/W_1$ | $W_4/W_2$ | $W_4/W_3$ | $W_4/W_4$ |

Tablo 5.1’de verilen  $n \times n$  boyutlu ikili karşılaştırma matrisinde iki önemli nokta bulunmaktadır. Bunlardan ilki, kriterler kendileriyle kıyaslandığı için matrisin köşegeni üzerinde bulunan ağırlıkların 1 değerini almasıdır. İkincisi ise, matris köşegeninin üzerinde kalan ağırlıkların belirlenmesinden sonra değerlerin tersi alınarak köşegen altında kalan ağırlıkların hesaplanmasıdır. Bu duruma örnek olarak, birinci satır üçüncü sütun değeri 5 ise, üçüncü satır birinci sütunun  $1/5$  değerini alması gösterilebilir.

Tablo 5.2. AHP Değerlendirme Ölçeği (Saaty, 1990)

| Önem Derecesi | Açıklama                  |
|---------------|---------------------------|
| 1             | Eşit derecede önemli      |
| 3             | Orta derecede önemli      |
| 5             | Güçlü derecede önemli     |
| 7             | Çok güçlü derecede önemli |
| 9             | Aşırı derecede önemli     |
| 2,4,6,8       | Ara Değerler              |

Tablo 5.2’de verilen değerlendirme ölçeği 1 ile 9 arasındaki skaladan oluşmaktadır. 1, 3, 5, 7 ve 9 dereceleri sırasıyla eşit derecede, orta derecede, güçlü derecede, çok güçlü derecede ve aşırı derecede önemli olarak ifade edilmektedir. 2, 4, 6 ve 8 dereceleri ise ara değerler olarak nitelendirilmektedir.

Adım 3: Kriter ve alternatiflerin önem düzeylerinin belirlenmesi; ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra göreceli ağırlıkların hesaplanmasıyla kriterlerin önem düzeyleri belirlenir. Bu adım sonunda, alternatiflerin her kritere göre puanlanmasıyla alternatiflerin sıralaması gerçekleştirilir ve amaca en uygun alternatif seçilir (Tüminçin, 2016). Önem düzeylerinin belirlenmesinde; oluşturulan matriste her bir sütun değerinin tek tek ilgili sütun toplamına bölünmesi sonucunda normalleştirilmiş matris oluşturulması ve normalleştirilmiş matris değerleri için her satırın ortalamasının alınması işlemleri birbirini takip etmektedir. Ulaşılan sonuçlar kriterlerin önem düzeyleri yani ağırlıklarını ifade etmektedir. Birden fazla katılımcı tarafından uygulanan AHP anketlerinde amaca

uygun alternatif seçimi için geometrik ortalama alınarak analiz gerçekleştirilmesi önerilmektedir (Dağdeviren ve diğ., 2004).

Adım 4: Tutarlılık oranının belirlenmesi; kriter ve alternatifler için hesaplanan önem düzeylerinde tutarlılık kontrolünün yapılması yöntemin bir gerekliliği olarak karşımıza çıkmaktadır. Tutarlılık kontrolünün yapılabilmesi için adımlar sırası ile Denklem (5.1) ve (5.2)'deki gibi;

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \quad (5.1)$$

$$CR = CI / RI \quad (5.2)$$

şeklinde olacaktır (Saaty ve Özdemir, 2003; Tüminçin, 2016).

AHP yönteminde karar vericilerin tutarlılığının kontrol edilebilmesi için ilk olarak CI olarak ifade edilen tutarlılık indeksi hesaplanmaktadır. RI olarak ifade edilen rassal indeks değeri için ise n değerlerine göre Tablo 5.3'ten seçim yapılmaktadır. CI ve RI değerlerinin belirlenmesinden sonra CR olarak ifade edilen tutarlılık oranı hesaplanmaktadır.

Tablo 5.3. Rassal İndeks Değerleri (Saaty ve Özdemir, 2003)

| n  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| RI | 0,00 | 0,00 | 0,58 | 0,90 | 1,12 | 1,24 | 1,32 | 1,41 | 1,45 | 1,49 | 1,52 | 1,54 | 1,56 | 1,58 | 1,59 |

Tablo 5.3'te verilen RI değerinin de kullanımı ile hesaplanan tutarlılık oranı üzerinden yöntem kontrolü gerçekleştirilmektedir. Bu kontrole göre, kriter ve alternatif önem düzeylerinin kabul edilebilir olması için hesaplanan tutarlılık oranının %10'dan daha az olması beklenmektedir. Tutarlılık oranı, %10 üzerinde belirlendiğinde karar vericilerin anketlerinde iyileştirme yapılması talep edilebilir (Saaty, 1990).

AHP yöntemi sağladığı bazı avantajlar sayesinde yaygın kullanıma sahiptir. Bu avantajlar; kolaylıkla uygulanabilmesi, karmaşık problemlerin basitleştirilerek hiyerarşik yapı oluşturulması, nitel ve nicel değerlendirmelerin bir arada ele alınması, değerlendirme sonucu için tutarlılık analizinin gerçekleştirilmesi ve katılımcı gruptan elde edilen

verilerin analiz için uygun olması şeklinde sıralanabilir (Erdem, 2012; Tüminçin, 2016). Avantajların aksine yöntemin uygulanmasında bazı güçlüklerle karşı karşıya kalılabilmektedir. Problem hiyerarşisinde, kriter ve alternatiflerin sayıca fazla olmasından kaynaklı ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması zorlaşmaktadır. Kriterlerin net şekilde tanımlanmaması, karar vericilerin yanlış karar vermesine yol açabilmektedir. Bu yüzden, karar vericilerin değerlendirmeleri öznellik içerdiği için sonuçların her zaman doğru olmayacağı gerçeği vardır (Erdem, 2012; Tüminçin, 2016; Aydın, 2018).

## 5.2. Fine Kinney Yöntemi

Fine Kinney yöntemi, ilk olarak 1971 yılında Fine tarafından önerilmiş ve 1976 yılında Kinney ve Wiruth tarafından tekrardan ele alınmıştır. Yöntemin daha detaylı risk analiz yöntemi olması, Kinney ve Wiruth tarafından hazırlanan teknik rapor ile gerçekleşmiştir (Fine, 1971; Kinney ve Wiruth, 1976; Birgören, 2017). Fine Kinney yöntemiyle birlikte risk skorlarının belirlenmesi ve skora göre uygulanacak risk kontrol tedbirlerinin önceliklerinin kararlaştırılması gerçekleştirilmektedir (Okumuş ve Barlas, 2016; Oturakçı ve Dağsuyu, 2017). Fine Kinney yönteminde, tehlikelerin gerçekleşmesi halinde insan, işyeri ve çevre üzerinde oluşacak zarar ya da hasarı ifade eden şiddet, zarar ya da hasarın zaman içinde gerçekleşme ihtimali olan olasılık ve tehlikeye maruz kalma sıklığını ifade eden frekans parametreleriyle yöntem analizi gerçekleştirilmektedir. Sayısal verilere dayanan kantitatif risk analiz yönteminde, risk analizi gerçekleştirilirken Tablo 5.4, Tablo 5.5 ve Tablo 5.6’da verilen olasılık, frekans ve şiddet parametrelerinden tehlikeye uygun olacak şekilde seçim gerçekleştirilmektedir.

Tablo 5.4. Fine Kinney Olasılık (İhtimal) Skalası (Kinney ve Wiruth, 1976)

| Değer | Kategori               |
|-------|------------------------|
| 10    | Beklenir, kesin        |
| 6     | Yüksek, oldukça mümkün |
| 3     | Olası                  |
| 1     | Mümkün fakat düşük     |
| 0,5   | Beklenmez fakat mümkün |
| 0,2   | Beklenmez              |

Tablo 5.5. Fine Kinney Frekans (Maruziyet) Skalası (Kinney ve Wiruth, 1976)

| Değer | Açıklama      | Kategori                     |
|-------|---------------|------------------------------|
| 10    | Sürekli       | Saatte birkaç defa           |
| 6     | Sıklıkla      | Günde bir ya da daha fazla   |
| 3     | Ara Sıra      | Haftada bir ya da birkaç kez |
| 2     | Nadir         | Ayda bir ya da birkaç kez    |
| 1     | Oldukça Nadir | Yılda birkaç kez             |
| 0,5   | Çok Nadir     | Yılda bir ya da daha az      |

Tablo 5.6. Fine Kinney Şiddet Skalası (Kinney ve Wiruth, 1976)

| Değer | Kategori                                  |
|-------|-------------------------------------------|
| 100   | Birden fazla ölümlü kaza/çevresel felaket |
| 40    | Öldürücü kaza/ciddi çevresel zarar        |
| 15    | Kalıcı hasar/yaralanma, iş kaybı          |
| 7     | Önemli hasar/yaralanma, dış ilk yardım    |
| 3     | Küçük hasar/yaralanma, dahili ilk yardım  |
| 1     | Ucuz atlatma/çevresel hasar yok           |

Tablo 5.4'te verilen olasılık skalasına göre; 10 kesinlikle beklenir, 6 yüksek ihtimalle, 3 olası, 1 mümkün fakat düşük, 0,5 beklenmez fakat mümkün ve 0,2 ise beklenmez olarak tanımlanmaktadır. Tablo 5.5'te verilen frekans skalasına göre; 10 sürekli, 6 sıklıkla, 3 ara sıra, 2 nadir, 1 oldukça nadir ve 0,5 çok nadir olarak olarak tanımlanmaktadır. Tablo 5.6'da verilen şiddet skalasına göre; 100 birden fazla ölümlü kaza veya çevresel felaket, 40 öldürücü kaza veya ciddi çevresel zarar, 15 kalıcı hasar, yaralanma veya iş kaybı, 7 önemli hasar, yaralanma veya dış ilk yardım, 3 küçük hasar, yaralanma veya dahili ilk yardım ve 1 ucuz atlatma veya çevresel hasar yok olarak tanımlanmaktadır. Risk skorunun hesaplanması aşamasında; olasılık, frekans ve şiddet parametrelerinin Denklem (5.3)'teki gibi;

$$R = O \times F \times \text{Ş} \quad (5.3)$$

çarpılmasıyla sonuca ulaşılmaktadır.

Olasılık, frekans ve şiddet parametrelerinin çarpılmasıyla hesaplanan risk skorlarına göre, riskin düzeyi belirlenir ve risk düzeyine göre de kontrol tedbirlerine karar verilmektedir.

Fine Kinney yönteminde, risk skoruna göre karar aşaması Tablo 5.7'ye göre gerçekleştirilmektedir.

Tablo 5.7. Fine Kinney Yöntemi Risk Değerine Göre Karar ve Eylem (Kinney ve Wiruth, 1976)

| Risk Düzeyi | Risk Değeri     | Karar                 | Eylem                                                           |
|-------------|-----------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 1           | $R > 400$       | Çok Yüksek Risk       | Çalışmaya ara verilerek derhal tedbir alınmalı                  |
| 2           | $200 < R < 400$ | Yüksek Risk           | Kısa vadeli eylem planına alınarak giderilmeli                  |
| 3           | $70 < R < 200$  | Önemli Risk           | Dikkatle izlenmeli ve yıllık eylem planına alınarak giderilmeli |
| 4           | $20 < R < 70$   | Kesin Risk            | Eylem planına alınmalı                                          |
| 5           | $R < 20$        | Kabul Edilebilir Risk | Acil tedbir gerekmebilir                                        |

Tablo 5.7'de verilen risk skorları; 400'den büyük, 200 ile 400 arasında, 70 ile 200 arasında, 20 ile 70 arasında ve 20'den küçük olmak üzere çok yüksek, yüksek, önemli, kesin ve kabul edilebilir risk olarak beş sınıfa ayrılmaktadır. 400'den büyük risklerde çalışmaya ara verilerek risk kontrol tedbirlerinin derhal uygulanması, 200 ile 400 arasındaki risklerin eylem planına kısa vadede eklenerek riskin giderilmesi, 70 ile 200 arasındaki risklerin yıllık eylem planına eklenerek giderilmesi ve 20 ile 70 arasındaki risklerin eylem planına eklenmesi gerekmektedir. 20'den küçük riskler ise kabul edilebilir düzeyde olduğu için acil tedbir gerekmebilir.

Fine Kinney yöntemi ile risk analizi gerçekleştirilirken aşağıdaki yöntem adımları takip edilmektedir (Fine, 1971; Gül ve diğ., 2020).

İlk olarak istenmeyen sonuçlara sebep olabilecek tehlikeler belirlenmektedir. Tehlikelere göre olasılık, frekans ve şiddet parametreleri belirlenip risk skorları hesaplanmaktadır. Risk skorlarına göre yüksekte düşüğe doğru tehlikeler sıralanır ve kontrol tedbirlerinin uygulanması aşamasında bu skorlara göre risk önceliklendirme yapılmaktadır. Riskleri ortadan kaldırmak veya riskin etkisini azaltmak için belirlenen risk kontrol tedbirleri sonrasında yeni risk skoru hesaplanmaktadır. Riskin kabul edilebilir seviyeye indirilebilmesi için bu işlem tekrarlanmaktadır.

Fine Kinney yöntemi; uygulama aşamasının kolay olması, sayısal verilere dayanması, risklerin sıralanabilmesi, risklerin kabul edilebilir düzeye indirilebilmesi için risk kontrol tedbirlerinin belirlenebilmesi, risk kontrol tedbirlerinin etkin olması açısından

değerlendirilebilmesi ve yöntem parametresi olan frekans ile geçmiş kazaların değerlendirmeye dahil edilmesi gibi olumlu katkıları risk analizine sağlamaktadır (Okumuş ve Barlas, 2016; Devren, 2016; Duran, 2020). Yöntemin avantajlarına ek olarak birtakım dezavantajları da mevcuttur. Yöntem; olasılık, frekans ve şiddet parametrelerinin doğru şekilde anlaşılabilmesi, parametrelerin belirlenmesinde öznelğin hakim olması ve uzman tecrübesinin yöntem başarısını etkilemesi gibi dezavantajlara sahiptir (Birgören, 2017; Oturakçı ve Dağsuyu, 2017). Fine Kinney yönteminin en önemli dezavantajı ise farklı olasılık, frekans ve şiddet değerlerinde aynı risk skorunun hesaplanabilmesidir. Bu durum risklerin önceliklendirilmesini zorlaştırmaktadır (Supçiller ve Abalı, 2015; Gül ve diğ., 2020). Risk skorları eşit olduğu zaman yöntem sıralama ve önceliklendirme yapamamaktadır.

### 5.3. 5x5 L Tipi Matris Yöntemi

5x5 L tipi matris yöntemi, basit düzeydeki işler veya hızlı sonuç alınması gereken durumlarda tehlikelerin analiz edilmesi ve sebep-sonuç ilişkisinin değerlendirilmesi için kullanılmaktadır (Özkılıç, 2005). Yöntemde, tehlikelerin gerçekleşmesi halinde insan, işyeri ve çevre üzerinde oluşacak zarar ya da hasarı ifade eden şiddet ve zarar ya da hasarın zaman içinde gerçekleşme ihtimali olan olasılık parametreleriyle işlem yapılmaktadır. Risk analizi gerçekleştirilirken Tablo 5.8 ve Tablo 5.9’da verilen olasılık ve şiddet parametrelerinden tehlikeye uygun olacak şekilde seçim gerçekleştirilmektedir.

Tablo 5.8. 5x5 L Tipi Matris Olasılık Skalası (Özkılıç, 2005)

| Değer | Açıklama   | Kategori    |
|-------|------------|-------------|
| 1     | Çok Küçük  | Yılda bir   |
| 2     | Küçük      | Üç ayda bir |
| 3     | Orta       | Ayda bir    |
| 4     | Yüksek     | Haftada bir |
| 5     | Çok Yüksek | Her gün     |

Tablo 5.9. 5x5 L Tipi Matris Şiddet Skalası (Özkılıç, 2005)

| Değer | Açıklama  | Kategori                                 |
|-------|-----------|------------------------------------------|
| 1     | Çok Hafif | İş saati kaybı yok, ilkyardım gerektiren |
| 2     | Hafif     | İş günü kaybı yok, ilkyardım gerektiren  |
| 3     | Orta      | Hafif yaralanma, tedavi gerektirir       |
| 4     | Ciddi     | Ölüm, Ciddi yaralanma, meslek hastalığı  |
| 5     | Çok Ciddi | Birden çok ölüm, sürekli iş göremezlik   |

Tablo 5.8'e göre olasılık skalası 1-5 arasında çok küçük, küçük, orta, yüksek ve çok yüksek olarak ifade edilmektedir. Tablo 5.9'da verilen şiddet skalası ise 1-5 arasında çok hafif, hafif, orta, ciddi ve çok ciddi ifadelerine karşılık gelmektedir. Risk skorunun hesaplanması aşamasında, olasılık ve şiddet parametrelerinin Denklem (5.4)'teki gibi;

$$R = O \times \text{Ş} \quad (5.4)$$

çarpılmasıyla sonuca ulaşılmaktadır.

Olasılık ve şiddet parametrelerinin karşılıklı olarak çarpılmasıyla risk skoru olarak 1-25 arasında skora ulaşılmaktadır. Risk skorlarının yüksekten düşüğe doğru sıralanmasıyla tehlikelerin nicel değerlendirilmesi gerçekleştirilmektedir (Çelikaş ve Ünlü, 2018). Risk skorlarına ait matris Tablo 5.10'da verilmiştir.

Tablo 5.10. 5x5 L Tipi Matris Risk Skoru (Özkılıç, 2005)

| Olasılık \ Şiddet |            | 5         | 4     | 3    | 2     | 1         |
|-------------------|------------|-----------|-------|------|-------|-----------|
|                   |            | Çok Ciddi | Ciddi | Orta | Hafif | Çok Hafif |
| 5                 | Çok Yüksek | 25        | 20    | 15   | 10    | 5         |
| 4                 | Yüksek     | 20        | 16    | 12   | 8     | 4         |
| 3                 | Orta       | 15        | 12    | 9    | 6     | 3         |
| 2                 | Küçük      | 10        | 8     | 6    | 4     | 2         |
| 1                 | Çok Küçük  | 5         | 4     | 3    | 2     | 1         |

Tablo 5.10'da verilen risk skorları; 1-6 arasında yeşil, 8-12 arasında sarı, 15-20 arasında kırmızı ve 25 değerinde bordo rengini almaktadır. Risk skorlarına verilen renkler risk düzeylerini temsil eder ve bu düzeylerin değerlendirilmesiyle de karar aşaması gerçekleştirilmektedir. Risk skorlarına göre yapılan değerlendirme Tablo 5.11'de verilmiştir.

Tablo 5.11. 5x5 L Tipi Matris Yöntemi Risk Skoruna Göre Karar (Özkılıç, 2005)

| Risk Düzeyi | Değer     | Açıklama               |
|-------------|-----------|------------------------|
| 1           | 25        | Katlanılamaz Riskler   |
| 2           | 15-16-20  | Önemli Riskler         |
| 3           | 8-9-10-12 | Orta Düzeydeki Riskler |
| 4           | 2-3-4-5-6 | Katlanılabilir Riskler |
| 5           | 1         | Önemsiz                |

Tablo 5.11’de verilen risk skorları; katlanılamaz, önemli, orta, katlanılabilir ve önemsiz riskler olarak beş düzeyde değerlendirilmektedir. 25 risk skoruna sahip riskler, katlanılamaz olarak tanımlanıp yeni başlayacak veya devam eden bir operasyon ise derhal durdurulmalı ve riskin kabul edilebilir seviyeye indirilebilmesi için risk kontrol tedbirleri belirlenmelidir. 15-20 arasında risk skoruna sahip riskler, önemli olarak tanımlanıp hızlı şekilde aksiyon alınmalı ve aksiyon sonucuna göre operasyonun devam etme süreci belirlenmelidir. 8-12 arasında risk skoruna sahip riskler, orta düzey olarak tanımlanıp kısa sürede risk kontrol tedbirlerinin belirlenmesi ve uygulanmasıyla riskin kontrol altında tutulması sağlanmalıdır. 2-6 arasında risk skoruna sahip riskler, katlanılabilir olarak tanımlanıp uygulanmakta olan risk kontrol tedbirlerine devam edilmeli ve tedbirlerde süreklilik sağlanmalıdır. 1 risk skoruna sahip riskler, önemsiz olarak tanımlanıp kabul edilebilir düzeydedir (Duran, 2020). Risk düzeyleri belirlendikten sonra skorlar yüksekten düşüğe doğru sıralanarak risk kontrol tedbirleri uygulanır. Risk kontrol tedbirlerinin uygulanması sonucunda, risk skorları tekrardan hesaplanmaktadır.

5x5 L tipi matris yönteminin; uygulanabilirliğinin basit, tek uzman tarafından yapılabilir, acil durumlarda hızlıca analiz gerçekleştirilebilir ve çok az doküman kullanımına uygun olması gibi avantajları mevcuttur (Özkılıç, 2005; Duran, 2020). Yöntem, bu avantajların etkisiyle risk analiz yöntemi olarak sıklıkla tercih edilmektedir. Yöntemin avantajlarının yanı sıra yöntem birtakım olumsuzlukları da beraberinde getirmektedir. Farklı proseslerin bir arada olduğu işler için yöntemin tek başına yetersiz kalması, analizi gerçekleştiren uzmanın tecrübesiyle yöntemin etki durumunun değişmesi ve yöntem parametreleri olarak olasılık ve şiddetin kullanılmasıyla frekans parametresinin hesaplama dahil edilmemesinden kaynaklı risk düzeyindeki hassasiyetin azalması gibi yöntem dezavantajları mevcuttur (Özkılıç, 2005; Güranlı ve diğ., 2015; Duran, 2020). Ayrıca, farklı olasılık ve şiddet değerlerinde aynı risk skorları hesaplanabilmekte ve bu husus risklerin önceliklerine karar verilme noktasında zorluk çıkarmaktadır. Bunun dışında, düşük olasılık ve yüksek şiddete sahip riskin hesaplanan risk skoru katlanılabilir ve orta düzeyde olmaktadır. Bu durum, yüksek şiddete sahip risklerin gerçekleşmesi durumunda oluşacak zararın göz ardı edilmesine yol açabilmektedir (Aker, 2019; Koçak, 2019).

#### 5.4. Bulanık AHP

Bulanık mantık yaklaşımı ilk defa, Lotfi A. Zadeh tarafından 1965 yılında yayımlanan makalede ortaya koyulmuştur (Zadeh, 1965). Bulanık mantık yaklaşımı karmaşık veya belirsiz durumların analizinde etkili bir metottur (Eğrisöğüt ve Kazan, 2007). Belirsiz durumlara üyelik derecesi tanımlanarak belirsizlikler sayısallaştırılır ve işlem sonucunda durumlara belirlilik kazandırılmaktadır. Bu sayede, belirsiz durumlarda doğru karar verilebilmesine olanak sağlanmaktadır (Ergin, 2011; Yavuz, 2017; Özcan, 2019). Bulanık mantığın genel özellikleri aşağıdaki gibi açıklanmıştır (Eğrisöğüt ve Kazan, 2007);

- Klasik mantığın aksine bulanık mantıkta, düşünme yaklaşık değerlere dayanmaktadır.
- Bulanık mantıkta bilginin açıklanması dilsel ifadeler ile gerçekleştirilmektedir.
- Bulanık mantıkta, üyelik fonksiyonları 0 ile 1 arasında derecelendirilir.
- Tanımlanan kurallar sayesinde bulanık sonuç çıkarma işlemi gerçekleştirilmektedir.
- Matematiksel sonuca ulaşılması zor olan sistemler için bulanık mantık kullanımı uygundur.

Bulanık mantık sistem yapısı; bulanıklaştırma, kural tabanı, çıkarım birimi ve durulaştırma gibi temel elemanlardan oluşmaktadır (Dadone, 2001; Eğrisöğüt ve Kazan, 2007). Temel elemanlara ait özellikler aşağıdaki gibidir;

- Bulanıklaştırma; sistemdeki giriş verilerinin sembolik değerlere çevrilme işleminin yapıldığı bölümdür. Bulanık küme oluşturulması ve tanımlama yapılması işlemleri ilk adım olarak yer almaktadır. Kısacası, verilerin bulanık sayılara çevrilmesi bulanıklaştırıcı sayesinde gerçekleştirilmektedir (Uygunoğlu ve Yurtcu, 2006; Yavuz, 2017).
- Kural tabanı; giriş verileri ile çıkış verileri arasındaki bağlantının kurulması için oluşturan ve “Eğer-İse” şeklinde yazılabilen kuralların tümünü kapsamaktadır. Kurallar sadece girdi ve çıktılar arasında sağlanabilecek bağlantılara göre tanımlanmaktadır (Uygunoğlu ve Yurtcu, 2006; Çakmak, 2015).
- Çıkarım birimi; giriş ve çıkış verileri arasında bağlantı kurulması kural tabanı aracılığıyla bu adımda işleme alınmaktadır (Yavuz, 2017). Gerçekleştirilen işlem sonucunda giriş verisinden nasıl bir çıkış verisine ulaşılacağının belirlenmesi sağlanır (Çakmak, 2015).

- Durulaştırma; çıkarım birimi sonrasında verilerin durulaştırılması gerçekleştirilmekte ve sonuç olarak çıkış verilerine ulaşılmaktadır. Bu aşamada bulanık verilerden sayısal verilere ulaşılması sağlanır (Yavuz, 2017).

Bulanık mantık sisteminde; giriş verileri, bulanık mantık sisteminin uygulanacağı girdi değişkenleri ve bu değişkenler hakkındaki bilgilerden oluşmaktadır. Giriş sözel veya sayısal verilerden oluşabilmektedir. Çıkış verileri ise, giriş verilerinin çıkarım birimi aracılığıyla kural tabanları ile ilişki kurması ve bu ilişki sonucunda elde edilen çıktı değerlerinin tümünü kapsar (Uygunoğlu ve Yurtcu, 2006).

Bulanık mantık sisteminde işlem yapılırken sözel veya sayısal verilerin bulanık sayı olarak ifade edilebilmesi için üyelik fonksiyonları kullanılmaktadır. Yaygın olarak kullanılmakta olan üyelik fonksiyonları üçgen ve yamuk üyelik fonksiyonlarıdır (Ergin, 2011). Üçgen üyelik fonksiyonu,  $(a_1, a_2, a_3)$  şeklinde ifade edilen üç gerçek sayıdan oluşmaktadır. Bu üçgen bulanık sayılar sırasıyla en küçük olası değer, en olası değer ve en büyük olası değeri ifade etmektedir (Topçu, 2014). Yamuk üyelik fonksiyonu,  $(a_1, a_2, a_3, a_4)$  şeklinde ifade edilmektedir. Değerlerden  $a_1$  ve  $a_4$  alt ve üst sınırları, üyelik derecesi 1'e eşit olan değerler ise  $a_2$  ve  $a_3$  ile ifade edilmektedir (Özcan, 2019).

Bulanık mantık yaklaşımının sağlamış olduğu birtakım avantajlar mevcuttur. Bu avantajlar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Arslan, 2019).

- Karmaşık ve belirsiz durumların çözümleri için kolaylık sağlar.
- Yaklaşım, insanların düşünme sistemine yakın mantık kurulmasını sağlar.
- Çalışma yapılan alanda, uzman kişilerin düşünme sistemine uygun şekilde verilerin sistemli hale getirilmesi sağlanır.
- Giriş verileri aracılığıyla kullanıcı tecrübelerinin kullanılmasına olanak sağlar.
- Üyelik fonksiyonlarının kullanımı, diğer yöntemlere göre daha geniş yapıya sahip olmasını sağlar.

Yaklaşımın sağlamış olduğu avantajlara ek olarak yaklaşım bazı dezavantajları da bünyesinde barındırmaktadır. Bu dezavantajlar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Arslan, 2019).

- Bulanık mantık sistemi için üyelik fonksiyonu belirlenmesi belirli bir kural veya yöntem içermemektedir.
- Bulanık mantık sistemi için oluşturulan kural tabanında tecrübe ön plana çıkmaktadır.
- Üyelik fonksiyonları ve kural tabanını oluşturmak her zaman kolay olmamaktadır.
- Değişkenlerin, üyelik fonksiyonlarındaki faaliyetlerinin belirlenmesi zor bir işlem olabilmektedir.
- Bulanık mantık sisteminde nasıl bir sonuca ulaşılabileceğinin önceden belirlenmesi mümkün olmamaktadır.

Belirsiz veya karmaşık durumların analizinde tercih edilmekte olan bulanık mantık yaklaşımının, ÇKKV yöntemlerinden AHP yöntemi ile belirsiz durumlarda daha iyi karar noktasına ulaşılması amacıyla birlikte kullanımı önerilmektedir. Saaty tarafından 1980 yılında geliştirilmiş AHP yönteminin, literatürde yaygın kullanıma sahip olması ve uygulama şeklinin basit olması özelliklerine rağmen yöntemde yetersiz kalan noktalar da mevcuttur. AHP yönteminde değerlendirmeler, uzmanların görüşüne başvurularak yapılabilmekte ve değerlendirme sonucu tam olarak uzman düşüncülerinin aktarılmasını sağlayamamaktadır. Yöntemde gerçekleştirilen ikili karşılaştırmalarda, düşünce yapısından dolayı belirsizlik ve kararsızlık hakim olmaktadır. Bulanık mantık yaklaşımı bu noktada AHP yöntemine fayda sağlamaktadır (Topçu, 2014; Aydın, 2018; Altınkaya, 2021).

Bulanık AHP yöntemi, ilk olarak 1983 yılında Van Laarhoven ve Pedrycz tarafından geliştirilmiş ve yaklaşımda ikili karşılaştırmalar için üçgen üyelik fonksiyonlarını kullanmışlardır (Van Laarhoven ve Pedrycz, 1983; Balbaş, 2019). Van Laarhoven ve Pedrycz tarafından geliştirilen yaklaşımın, eksik kaldığı noktaların bulunduğunu savunarak 1985 yılında Buckley tarafından yamuk üyelik fonksiyonlarının kullanıldığı yeni model geliştirilmiştir (Buckley, 1985; Topçu, 2014). 1996 yılında Chang tarafından ise, ikili karşılaştırma aşamasında üçgen üyelik fonksiyonları ve ikili karşılaştırmalara ait sentetik mertebe değerlerinde genişletilmiş analiz yönteminin kullanıldığı yeni yaklaşım ile bulanık AHP' ye farklı bakış açısı kazandırılmıştır (Chang, 1996; Pala, 2016; Balbaş, 2019). AHP yöntemindeki eksikliklerin giderilmesine yönelik geliştirilen bulanık AHP yönteminde, yaklaşımların özellikleri aşağıdaki gibi açıklanmaktadır.

- Van Laarhoven ve Pedrycz yaklaşımı; Saaty tarafından geliştirilmiş AHP yönteminin, üçgen üyelik fonksiyonlarının kullanımı ile analiz gerçekleştirilmiş şeklindedir. Yöntemin uygulama adımları AHP yöntemindeki gibi gerçekleştirilmektedir. Farklı olarak bulanık ağırlıkların hesaplanmasında, Lootsma'nın en küçük kareler yöntemi kullanılmaktadır. Yöntem, birden fazla uzman kararlarının karşılıklı matrislerde modellenmesi avantajına sahiptir. Sahip olduğu avantajın aksine yöntem; ufak problemlerde dahi fazla matematiksel işlem uygulanması, sadece üçgen üyelik fonksiyonların kullanımına uygun olması ve her zaman doğrusal denklemlerde analizin çözümlenememesi gibi olumsuzlukları içermektedir (Van Laarhoven ve Pedrycz, 1983; Büyüközkan ve diğ., 2004; Erdem, 2012; Topçu, 2014; Özcan, 2019; Altinkaya, 2021).
- Buckley yaklaşımı; Saaty tarafından geliştirilmiş AHP yönteminin, yamuk üyelik fonksiyonlarının kullanımı ile analiz gerçekleştirilmiş şeklindedir. Yaklaşımda, bulanık ağırlıkların hesaplanması için geometrik ortalama metodu kullanılmaktadır. Yaklaşımın, bulanık duruma çevirmenin basit olduğu ve analiz sonucunda tek bir sonuca ulaşmayı garanti etmesi gibi olumlu yönlerinin yanı sıra yaklaşımın fazlaca matematiksel işlem içermesi olumsuzluğu mevcuttur (Buckley, 1985; Büyüközkan ve diğ., 2004; Erdem, 2012; Topçu, 2014).
- Chang yaklaşımı; ikili karşılaştırmalar için üçgen üyelik fonksiyonlarının kullanımıyla analiz gerçekleştiren ve yaygın kullanımı olan yaklaşımdır. İkili karşılaştırmaların sentetik derece değerleri, genişletilmiş analiz yöntemi vasıtasıyla çözümlenmektedir. Kriter ve alternatifler için önem düzeylerinin belirlenmesi ise sentetik derece değerleri kullanımıyla gerçekleştirilmektedir. Yaklaşım, matematiksel işlem ihtiyacının az olması ve AHP yöntemine göre ekstra adım gerektirmemesi gibi avantajlara sahiptir. Yaklaşım, sadece üçgen üyelik fonksiyonlarının kullanımına fırsat vermektedir (Chang, 1996; Büyüközkan ve diğ., 2004; Pala, 2016).

Bulanık AHP yönteminde kullanılmakta olan yaklaşımların özellikleri incelendiğinde yaklaşım türüne göre işlem adımlarının uygulanmasında değişiklikler olmakla birlikte genel olarak bulanık AHP yöntemi, AHP yönteminde olduğu gibi belirli yöntem adımlarını takip ederek amaca ulaşmaktadır. Yöntem adımları sırasıyla; kriter ve alt kriterlerin belirlenmesiyle hiyerarşik yapının oluşturulması, hiyerarşik yapıya göre ikili karşılaştırma matrislerinin hazırlanması, bulanık yaklaşım ile kriter ve alternatiflerin

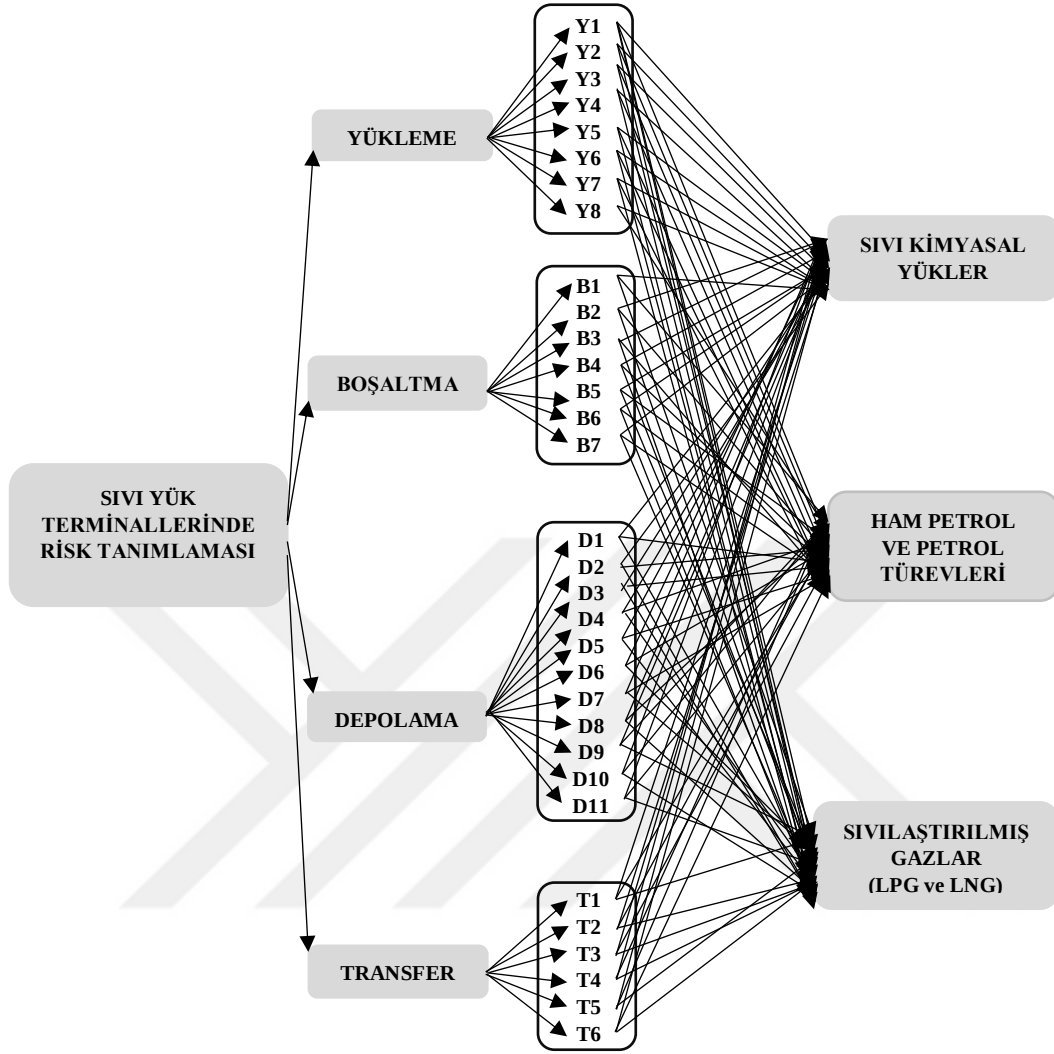
önem düzeylerinin belirlenmesi, elde edilen sonuçların normalize edilmesi ve ulaşılan sonuçlara göre sıralama yapılması aşamalarını takip etmektedir (Aydın, 2018).

### **5.5. Problemin Belirlenmesi**

Literatür incelemesi gerçekleştirildiğinde, sıvı yük terminalleri risklerinin ele alındığı ve risk analizi gerçekleştirilen kapsamlı bir çalışma olmadığı görülmektedir. 2011-2021 yılları arasında limanlarımızda elleçlenen yük istatistiklerine göre sıvı dökme yükler, yük türlerinin önemli bir payını oluşturmaktadır (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2022). Piyasada önemli yer tutan sıvı yüklerin elleçlendiği terminallerde, yük operasyonları diğer terminal türlerinden farklı şekillerde yürütülmektedir. Operasyonlar ve elleçlenen sıvı yükten kaynaklı yaşanabilecek iş kazaları ve acil durumlarda ölüm, yaralanma, ciddi boyutta maddi hasar ve etkisi uzun sürecek deniz/çevre kirliliği yaşanabilecek olmasıyla sıvı yük terminallerinde emniyet tedbirlerinin önemi artmaktadır. Emniyet tedbirlerinin sağlanabilmesi için de öncelikle risklerin tespit edilerek risk analizinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu yüzden, sıvı yük terminallerinde yaşanma ihtimali olan iş kazalarının etkisinin azaltılabilmesi amacıyla sıvı yük terminallerinde risklerin tanımlanması problemi ele alınmıştır. Probleminin çözümüne yönelik ilk olarak literatür (Şakar, 2013; Gülcan, 2013; Ünal ve Alkan, 2015; Danacı, 2017; Eski, 2017; Yavuz, 2017; Saygı, 2018; Arslan ve diğ., 2018; Grancharov, 2019; Elidolu ve diğ., 2022) ve liman ve sıvı yük terminallerinde İSG'nin sağlanabilmesi için mevcut yasal gerekliliklerin (kanun, yönetmelik, sözleşme, kod vb.) incelemesi gerçekleştirilmiştir. Literatür ve yasal gerekliliklerin incelenmesi sonucunda oluşturulan AHP hiyerarşisi için liman işletmesi çalışanları ve akademisyenlerin görüşlerine başvurulmuştur. Uzmanların önerisi sonucunda hiyerarşik yapı; dört ana kriter, 32 alt kriter ve üç alternatiften oluşmak üzere nihai sonuca ulaşmıştır. Belirlenen ana ve alt kriterler, sıvı yük terminallerinde risklerin tanımlanabilmesi ve en riskli operasyonun tespit edilebilmesi, alternatifler ise en riskli sıvı yük türünün belirlenebilmesi amacıyla seçilmiştir. Sıvı yük türleri içerisinde İSG riski daha yüksek olduğu düşünülen yük türleri belirlenmiştir. Çalışma kapsamında, ana ve alt kriterler için yapılan kodlama Tablo 5.12'de ve oluşturulan hiyerarşik yapı Şekil 5.3'te verilmiştir.

Tablo 5.12. Problem Ana Kriter ve Alt Kriterler Kodlaması

| Ana Kriterler   | Alt Kriterler                                                         | Kodlama |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>YÜKLEME</b>  | Olumsuz Hava Koşulları                                                | Y1      |
|                 | Yük Elleçleme Ekipmanlarının Arızalı Olması                           | Y2      |
|                 | Yükleme Sınırının Aşılması/Aşırı Yükleme Yapılması                    | Y3      |
|                 | Kimyasal Sıvı Madde ile Temas Edilmesi                                | Y4      |
|                 | Yükün Numune ile Kontrolünün Sağlanmaması                             | Y5      |
|                 | Ekipmanlardan Kaynaklı Gürültü ve Titreşim Oluşması                   | Y6      |
|                 | Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması                    | Y7      |
|                 | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler                                | Y8      |
| <b>BOŞALTMA</b> | Tank, Tank Konteyner veya IBC Tankların Hasarlı Olması                | B1      |
|                 | Yoğun Çalışma/Vardiyalı Çalışma Sistemi                               | B2      |
|                 | Aydınlatmanın Yetersiz Olması                                         | B3      |
|                 | Gemi ve Terminal Arasında İletişim Yetersizliği                       | B4      |
|                 | Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması                    | B5      |
|                 | Operasyon Sürecinde Çalışanlara Uygun Talimatların Verilmemesi        | B6      |
|                 | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler                                | B7      |
| <b>DEPOLAMA</b> | Depolama Alanının ve Yükün Uygun Olmaması                             | D1      |
|                 | Yüklerin Etiketlenmemesi veya Yanlış Etiketleme                       | D2      |
|                 | IMDG Kodu ve MSDS Kurallarına Uygun Olmayan Yük Ayırıştırma Yapılması | D3      |
|                 | Yangın Söndürme Sistemlerinin Uygun Olmaması veya Aktif Olmaması      | D4      |
|                 | Uygun Olmayan Koşullarda Sıcak Çalışma Yapılması                      | D5      |
|                 | Statik Elektrik Oluşması                                              | D6      |
|                 | Kapalı Alana Giriş Kurallarına Uyulmaması                             | D7      |
|                 | Oksijen Düzeyi Yetersiz Ortam Oluşması                                | D8      |
|                 | Havalandırmanın Olmaması veya Yetersiz Olması                         | D9      |
|                 | Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması                    | D10     |
|                 | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler                                | D11     |
| <b>TRANSFER</b> | Yükün ADR' ye Uygun Olmayan Araçlara Yüklenmesi ve Taşınması          | T1      |
|                 | Kullanılan Araçların Muayenelerinin Yapılmaması                       | T2      |
|                 | Maksimum Yükleme Kapasitesinin Aşılması                               | T3      |
|                 | Kara Tankeri Üzerinde Yüksekte Çalışma                                | T4      |
|                 | Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması                    | T5      |
|                 | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler                                | T6      |



Şekil 5.3. Problem Hiyerarşisi

Şekil 5.3'te verilen hiyerarşi; yükleme, boşaltma, depolama ve transfer olmak üzere dört ana kriterden oluşmaktadır. Her bir ana kriter kendi içerisinde alt kriterlere ayrılmıştır. Yükleme sekiz alt kriter, boşaltma yedi alt kriter, depolama 11 alt kriter ve transfer ise altı alt kriterden oluşmakta ve alt kriterler Tablo 5.12'de verilmiştir. Hiyerarşinin alternatifleri olarak sıvı kimyasal yükler, ham petrol ve petrol ürünleri ve sıvılaştırılmış gazlar belirlenmiştir.

## 5.6. Kriterler ve Alternatifler

Tablo 5.12 ve Şekil 5.3'te belirtilen ana kriterler, alt kriterler ve alternatifler sırasıyla aşağıda açıklanmıştır:

Yükleme; depolama alanı veya kapıdan getirilen yükün elleçleme ekipmanları ile gemiye yüklenmesini, boşaltma; yük türüne göre gemi ambarı, güverte veya tanklarda depolanan yüklerin elleçleme ekipmanları ile iskele, rıhtım veya bir araca taşınmasını, depolama; gemiden boşaltılan veya kapıdan gemiye yüklenmesi için gelen yüklerin liman sahasında depolanmasını ve transfer; yükün gemiden veya depolama alanında kara tankerlerine yüklenmesi operasyonlarını ifade eder (Esmer, 2019).

Y1-Olumsuz hava koşulları; yağış, fırtına, sis, rüzgar, sıcaklık, kar gibi etkenlerin liman operasyonlarını etkileyecek düzeyde olmasını ifade eder.

Y2-Yük elleçleme ekipmanlarının arızalı olması; yükün liman sahası içinde gemiden alınması, gemiye yüklenmesi, depolanması gibi liman içinde yüke verilen hizmetlerde kullanılan ekipmanlarda (manifold, vana, pompa sistemi) iş sürekliliğini etkileyen veya iş kazasına neden olabilecek ekipman arızalarını ifade eder.

Y3-Yükleme sınırının aşılması/aşırı yükleme yapılması; gerçekleştirilen yükleme operasyonlarında depolama alanındaki yük kapasitesinin aşılmasını ifade eder.

Y4-Kimyasal sıvı madde ile temas edilmesi; operasyon esnasında gerekli önlemlerin alınmaması veya ekipmanlardaki arıza ve hasarlardan kaynaklanabilecek, kimyasalların saçılması ve dökülmesi sonucunda sıvı maddenin çalışanlara temas etmesini ifade eder.

Y5-Yükün numune ile kontrolünün sağlanmaması; yüklerin ve taşıyıcının emniyetinin sağlanması için hizmet verilecek yükten numune alınıp kontrol işlemlerinin gerçekleştirilmemesini ifade eder.

Y6-Ekipmanlardan kaynaklı gürültü ve titreşim oluşması; kullanılan ekipmanlardan veya operasyonlardan kaynaklı maruziyet düzeyi üzerinde gürültü ve titreşim oluşmasını ifade eder.

B1-Tank, tank konteyner veya IBC tankların hasarlı olması; operasyon esnasında sıvı yükün bulunduğu tank, tank konteyner veya IBC tanklarda sızıntı oluşmasına yol açacak hasarın meydana gelmesini ifade eder.

B2-Yoğun çalışma/vardiyalı çalışma sistemi; yasal çalışma saatlerinin üzerinde çalışma yapılması ve vardiyalı çalışma düzeninden dolayı devam etmekte olan operasyonlarda çalışan değişikliğinden kaynaklı aksamaları ifade eder.

B3-Aydınlatma sisteminin yetersiz olması; gece yürütülecek operasyonlarda yeterli düzeyde ve yapılacak işe uygun olacak şekilde aydınlatmanın olmamasını ifade eder.

B4-Gemi ve terminal arasında iletişim yetersizliği; gemi ve terminal tarafından yürütülen operasyonlarda iş sürekliliğinin sağlanması ve iş kazası gerçekleşmesinin önüne geçilebilmesi için etkin iletişimin olmamasını ifade eder.

B6-Operasyon sürecinde çalışanlara uygun talimatların verilmemesi; yürütülen operasyonların güvenilirliğinin sağlanabilmesi için çalışanlara yaptıkları işe uygun talimatların verilmemesini ifade eder.

D1-Depolama alanının ve yükün uygun olmaması; yükün özelliklerine uygun olmayan alanlarda depolama operasyonunun yapılmasını ifade eder.

D2-Yüklerin etiketlenmemesi veya yanlış etiketleme; yüklerin tanınması ve önlemlerin alınması için gerekli olan yük üzerinde etiketleme işlemlerinin yapılmaması veya kriterlere uymayan etiketleme yapılmasını ifade eder.

D3-IMDG kodu ve MSDS kurallarına uygun olmayan yük ayırıştırma yapılması; depolama alanlarında sıvı yüklerin IMDG kod gerekliliklerine göre birbirleriyle depolanmaması ya da hangi mesafede depolanması gerektiği hususuna dikkat edilmemesini ifade eder.

D4-Yangın söndürme sistemlerinin uygun olmaması veya aktif olmaması; depolama alanlarındaki yüke uygun yangın söndürücülerin olmaması veya mevcut söndürücülerin çalışır durumda olmamasını ifade eder.

D5-Uygun olmayan koşullarda sıcak çalışma yapılması; parlama, patlama ve yangına yol açabilecek sıvı yüklerin depolama alanları yakınlarında İSG önlemleri alınmadan ateşli çalışma yapılmasını ifade eder.

D6-Statik elektrik oluşması; iki farklı maddenin birbirine temas etmesi sonucunda ortaya çıkan enerjiden kaynaklı parlama, patlama ve yangına yol açabilecek elektrik tehlikesini ifade eder.

D7-Kapalı alana giriş kurallarına uyulmaması; iş izninin alınmaması, İSG önlemlerinin alınmaması ve gerekli ortam ölçümlerinin yapılmaması gibi durumlarla kapalı alan çalışması yapılmasını ifade eder.

D8-Oksijen düzeyi yetersiz ortam oluşması; kapalı alanda gerçekleştirilecek çalışmalarda ortam oksijen düzeyinin yeterli seviyenin altında olmasını ifade eder.

D9-Havalandırmanın olmaması veya yetersiz olması; depolanan yüke uygun ve etkin havalandırma yapacak sistemin bulunmaması veya etkili düzeyde olmamasını ifade eder.

T1-Yükün ADR' ye uygun olmayan araçlara yüklenmesi ve taşınması; tehlikeli yüklerin kara yolunda taşınması için kullanılan tankerlerde, ADR yükümlülüklerinin karşılanmamasını ifade eder.

T2-Kullanılan araçların muayenelerinin yapılmaması; yük transferinin gerçekleştirildiği araçlarda, belirtilmiş olan periyotlara uygun olarak yetkili kurum ve kuruluşlar tarafından muayenelerinin yapılmamasını ifade eder.

T3-Maksimum yükleme kapasitesinin aşılması; kara tankerlerine yapılacak transfer operasyonlarında kara tankerinin taşıma kapasitesi üzerinde yükleme yapılmasını ifade eder.

T4-Kara tankeri üzerinde yüksekte çalışma; tanker üzerinde yapılan ve düşme sonucu yaralanmaya sebep olabilecek çalışmaları ifade eder.

Çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanmaması (Y7, B5, D10 ve T5) ve çevre kirliliği ve mekânsal problemler (Y8, B7, D11 ve T6) alt kriterleri, dört ana kriter için değerlendirilmiş olup aşağıdaki gibi açıklanmıştır.

Çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanmaması; yapılan işteki sağlık ve güvenlik risklerine karşı korunmak için tasarlanan baret, eldiven, iş ayakkabısı, emniyet kemeri, kulaklık gibi donanımların çalışanlar tarafından kullanılmamasını ifade eder.

Çevre kirliliği ve mekânsal problemler; yüke verilecek hizmetler esnasında yükün hava, su ve toprağa karışarak vereceği hasarı ifade eder.

Sıvı kimyasal yükler; sıvı kimyasal yüklere hizmet verilen terminalleri ifade eder.

Ham petrol ve petrol türevleri; ham petrol ve petrol türevlerine hizmet verilen terminalleri ifade eder.

Sıvılaştırılmış gazlar; LPG ve LNG gibi sıvılaştırılmış gazlara hizmet verilen terminalleri ifade eder.

### 5.7. Verilerin Elde Edilmesi

Sıvı yük terminallerinde risklerin tanımlanması amacıyla hazırlanan hiyerarşik yapıya göre, uzman görüşüne başvurulabilmesi için ikili karşılaştırma matrislerinden oluşan AHP anketi hazırlanmıştır. Anket soruları; ana kriterlerin ikili olarak karşılaştırılması, her ana kritere ait alt kriterlerin kendi içerisinde ikili olarak karşılaştırılması ve alt kriterlere göre alternatiflerin ikili olarak karşılaştırılmasından oluşmaktadır. AHP anket çalışması, sıvı yük terminallerinde çalışmakta olan dokuz katılımcı tarafından yanıtlanmış ve anket katılımcılarının bilgileri Tablo 5.13'te verilmiştir.

Tablo 5.13. AHP Anketi Katılımcı Profili

|             | Yaş | Eğitim Durumu | Sektördeki Çalışma Süresi | Meslek           |
|-------------|-----|---------------|---------------------------|------------------|
| Katılımcı 1 | 51  | Yüksek Lisans | 27                        | İSG Uzmanı       |
| Katılımcı 2 | 42  | Yüksek Lisans | 20                        | Operasyon Müdürü |
| Katılımcı 3 | 50  | Yüksek Lisans | 28                        | Operasyon Müdürü |
| Katılımcı 4 | 50  | Yüksek Lisans | 25                        | Teknik Müdür     |
| Katılımcı 5 | 43  | Yüksek Lisans | 17                        | Operasyon Müdürü |
| Katılımcı 6 | 38  | Doktora       | 12                        | İSG Uzmanı       |
| Katılımcı 7 | 45  | Doktora       | 20                        | İSG Uzmanı       |
| Katılımcı 8 | 38  | Yüksek Lisans | 13                        | İSG Uzmanı       |
| Katılımcı 9 | 32  | Yüksek Lisans | 8                         | İSG Uzmanı       |

Tablo 5.13'te verilen katılımcı profiline göre, katılımcı yaş ortalaması 43,2 yıl ve katılımcıların sektörde çalışma süresi ortalama 18,9 yıldır. Katılımcı meslekleri, sıvı yük terminallerinde çalışmakta olan operasyon müdürü, teknik müdür ve İSG uzmanı şeklinde dağılım göstermektedir. Katılımcıların eğitim düzeyleri ise yedi kişi yüksek lisans ve iki kişi de doktora mezunu olarak belirlenmiştir. Anket analizinin gerçekleştirilebilmesi için

ilk olarak katılımcıların sorulara verdiği yanıtların geometrik ortalaması alınmıştır. Geometrik ortalama alınarak elde edilen AHP anketinin analizi, Microsoft Excel programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Anket analizi sonucunda ana kriter, alt kriter ve alternatiflerin önem düzeyleri hesaplanmıştır.



## 6. BULGULAR

Tez çalışması kapsamında literatür incelemesi gerçekleştirilerek sıvı yük terminalleri operasyonlarından yükleme, boşaltma, depolama ve transfere yönelik 32 adet risk tespit edilmiştir. Riskin ait olduğu operasyon türlerinin dağılımı; sekiz adet risk yükleme, yedi adet risk boşaltma, 11 adet risk depolama ve altı adet risk transfer şeklindedir. Bu bölümde ilk olarak, AHP anketleri analizinin gerçekleştirilmesi için oluşturulan ikili karşılaştırma matrisleri Microsoft Excel programında çözümlenmiştir. Analiz sonucunda, risklerin ağırlıklarına göre sıralama yapılmış ve hiyerarşinin alternatifleri olan sıvı yük türlerine göre en riskli olan yük türünün belirlenmesi sağlanmıştır. İkinci aşamada, Fine Kinney yöntemiyle sıvı kimyasal yük, ham petrol ve petrol türevleri ve sıvılaştırılmış gazların elleçlendiği terminaller ayrı ayrı düşünülerek üç yük türüne göre risk analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda skorlara göre risk düzeyleri belirlenmiş ve risk kontrol tedbirleri tespit edilmiştir. Üçüncü aşamada, aynı riskler üç yük türüne göre değerlendirilerek 5x5 L tipi matris yöntemiyle analiz gerçekleştirilmiştir. Dördüncü aşamada, AHP analiz sonuçlarında özneliğin etkisinin azaltılabilmesi amacıyla AHP verilerinin bulanıklaştırılması ile bulanık AHP sonuçlarına ulaşılmıştır. Son olarak da bu bölümde, risk analiz sonuçlarının karşılaştırılması gerçekleştirilmiştir.

### 6.1. Risklerin AHP Yöntemiyle Analizi

AHP yönteminde, dokuz katılımcı tarafından yanıtlanan AHP anketlerinin analizi için öncelikle Microsoft Excel programında ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Katılımcı görüşlerine göre oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerinin geometrik ortalamaları alınarak yöntem adımları sırası ile uygulanmıştır. AHP yöntem adımlarının uygulanmasıyla ana kriter, alt kriter ve alternatiflerin ağırlıkları hesaplanmış ve sonuçlara göre de sıralama gerçekleştirilmiştir. Yükleme, boşaltma, depolama ve transfer ana kriterlerinin analiz sonucunda elde edilen ağırlık değerleri, sıralaması ve tutarlılık oranları Tablo 6.1’de verilmiştir.

Tablo 6.1. Ana Kriter Ağırlıklarının Karşılaştırılması

|          | Ağırlık Değerleri | Sıralama | Tutarlılık Oranı |
|----------|-------------------|----------|------------------|
| Yükleme  | 0,3538            | 1        | 0,01339          |
| Boşaltma | 0,3390            | 2        |                  |
| Depolama | 0,1529            | 4        |                  |
| Transfer | 0,1543            | 3        |                  |

Tablo 6.1’de verilen ana kriterlerin karşılaştırma sonuçlarına göre, sıvı yük terminali operasyonlarının risk sıralaması yüksekten düşüğe; yükleme (%35,4), boşaltma (%33,9), transfer (%15,4) ve depolama (%15,3) şeklinde olmuştur. Hesaplanan tutarlılık oranına göre katılımcı kararlarının tutarlı olduğu görülmüştür. Ana kriterler için belirlenen alt kriterlerin her biri kendi içerisinde karşılaştırılmıştır. Yükleme, boşaltma, depolama ve transfer alt kriterlerinin karşılaştırma sonuçları sırasıyla Tablo 6.2, Tablo 6.3, Tablo 6.4 ve Tablo 6.5’te verilmiştir. Tablolarda alt kriterlerin ağırlık değerleri, sıralaması ve tutarlılık oranları yer almaktadır.

Tablo 6.2. Yükleme Alt Kriterlerinin Karşılaştırılması

|    | Ağırlık Değerleri | Sıralama | Tutarlılık Oranı |
|----|-------------------|----------|------------------|
| Y1 | 0,0541            | 8        | 0,02261          |
| Y2 | 0,1398            | 4        |                  |
| Y3 | 0,1919            | 2        |                  |
| Y4 | 0,2293            | 1        |                  |
| Y5 | 0,0761            | 6        |                  |
| Y6 | 0,0597            | 7        |                  |
| Y7 | 0,1684            | 3        |                  |
| Y8 | 0,0806            | 5        |                  |

Tablo 6.2’de verilen yükleme alt kriterlerinin karşılaştırma sonuçlarına göre, sıvı yük terminali operasyonlarının risk sıralaması yüksekten düşüğe; kimyasal sıvı madde ile temas edilmesi (%22,9), yükleme sınırının aşılması/aşırı yükleme yapılması (%19,2), çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanmaması (%16,8), yük elleçleme ekipmanlarının arızalı olması (%14), çevre kirliliği ve mekânsal problemler (%8,1), yükün numune ile kontrolünün sağlanmaması (%7,6), ekipmanlardan kaynaklı gürültü ve titreşim oluşması (%6) ve olumsuz hava koşulları (%5,4) şeklinde olmuştur. Hesaplanan tutarlılık oranına göre katılımcı kararlarının tutarlı olduğu görülmüştür.

Tablo 6.3. Boşaltma Alt Kriterlerinin Karşılaştırılması

|    | Ağırlık Değerleri | Sıralama | Tutarlılık Oranı |
|----|-------------------|----------|------------------|
| B1 | 0,0693            | 7        | 0,01623          |
| B2 | 0,0877            | 6        |                  |
| B3 | 0,1083            | 5        |                  |
| B4 | 0,1324            | 4        |                  |
| B5 | 0,1417            | 3        |                  |
| B6 | 0,1602            | 2        |                  |
| B7 | 0,3004            | 1        |                  |

Tablo 6.3’te verilen boşaltma alt kriterlerinin karşılaştırma sonuçlarına göre, sıvı yük terminali operasyonlarının risk sıralaması yüksekten düşüğe; çevre kirliliği ve mekânsal problemler (%30), operasyon sürecinde çalışanlara uygun talimatların verilmemesi

(%16), çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanmaması (%14,2), gemi ve terminal arasında iletişim yetersizliği (%13,3), aydınlatmanın yetersiz olması (%10,8), yoğun çalışma/vardiyalı çalışma sistemi (%8,8) ve tank, tank konteyner veya IBC tankların hasarlı olması (%6,9) şeklinde olmuştur. Hesaplanan tutarlılık oranına göre katılımcı kararlarının tutarlı olduğu görülmüştür.

Tablo 6.4. Depolama Alt Kriterlerinin Karşılaştırılması

|     | Ağırlık Değerleri | Sıralama | Tutarlılık Oranı |
|-----|-------------------|----------|------------------|
| D1  | 0,0991            | 5        | 0,01559          |
| D2  | 0,0994            | 4        |                  |
| D3  | 0,0985            | 6        |                  |
| D4  | 0,1000            | 3        |                  |
| D5  | 0,1330            | 1        |                  |
| D6  | 0,1054            | 2        |                  |
| D7  | 0,0712            | 10       |                  |
| D8  | 0,0845            | 8        |                  |
| D9  | 0,0795            | 9        |                  |
| D10 | 0,0888            | 7        |                  |
| D11 | 0,0405            | 11       |                  |

Tablo 6.4'te verilen depolama alt kriterlerinin karşılaştırma sonuçlarına göre, sıvı yük terminali operasyonlarının risk sıralaması yüksekte düşüğe; uygun olmayan koşullarda sıcak çalışma yapılması (%13,3), statik elektrik oluşması (%10,5), yangın söndürme sistemlerinin uygun olmaması veya aktif olmaması (%10), yüklerin etiketlenmemesi veya yanlış etiketlenme (%9,9), depolama alanının ve yükün uygun olmaması (%9,9), IMDG kodu ve MSDS kurallarına uygun olmayan yük ayrıştırma yapılması (%9,8), çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanmaması (%8,9), oksijen düzeyi yetersiz ortam oluşması (%8,5), havalandırmanın olmaması veya yetersiz olması (%8), kapalı alana giriş kurallarına uyulmaması (%7,1) ve çevre kirliliği ve mekânsal problemler (%4,1) şeklinde olmuştur. Hesaplanan tutarlılık oranına göre katılımcı kararlarının tutarlı olduğu görülmüştür.

Tablo 6.5. Transfer Alt Kriterlerinin Karşılaştırılması

|    | Ağırlık Değerleri | Sıralama | Tutarlılık Oranı |
|----|-------------------|----------|------------------|
| T1 | 0,2351            | 2        | 0,02218          |
| T2 | 0,1967            | 3        |                  |
| T3 | 0,2426            | 1        |                  |
| T4 | 0,0983            | 6        |                  |
| T5 | 0,1196            | 4        |                  |
| T6 | 0,1077            | 5        |                  |

Tablo 6.5’te verilen transfer alt kriterlerinin karşılaştırma sonuçlarına göre, sıvı yük terminali operasyonlarının risk sıralaması yüksekte düşüğe; maksimum yükleme kapasitesinin aşılması (%24,2), yükün ADR’ye uygun olmayan araçlara yüklenmesi ve taşınması (%23,5), kullanılan araçların muayenelerinin yapılmaması (%19,6), çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanmaması (%11,9), çevre kirliliği ve mekânsal problemler (%11) ve kara tankeri üzerinde yüksekte çalışma (%9,8) şeklinde olmuştur. Hesaplanan tutarlılık oranına göre katılımcı kararlarının tutarlı olduğu görülmüştür.

Ana kriter ve alt kriter ağırlık değerleri hesaplandıktan sonra alt kriterlere göre alternatiflerin karşılaştırılması gerçekleştirilmiştir. Problem hiyerarşisi için belirlenmiş alternatifler; sıvı kimyasal yükler, ham petrol ve petrol türevleri ve sıvılaştırılmış gazlar şeklindedir. Sırası ile yükleme alt kriterleri, boşaltma alt kriterleri, depolama alt kriterleri ve transfer alt kriterlerine göre belirlenen alternatifler değerlendirilmiş ve karşılaştırma sonuçları sırasıyla Tablo 6.6, Tablo 6.7, Tablo 6.8 ve Tablo 6.9’da verilmiştir. Tablolarda alt kriterlere göre alternatiflerin ağırlık değerleri, sıralaması ve tutarlılık oranları yer almaktadır.

Tablo 6.6. Yükleme Alt Kriterlerine Göre Alternatiflerin Karşılaştırılması

| Kriter | Alternatifler                    | Ağırlık Değerleri | Sıralama | Tutarlılık Oranı |
|--------|----------------------------------|-------------------|----------|------------------|
| Y1     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,4093            | 1        | 0,09091          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2210            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3697            | 2        |                  |
| Y2     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3441            | 2        | 0,00306          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,1612            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,4946            | 1        |                  |
| Y3     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,4297            | 1        | 0,02857          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,1796            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3906            | 2        |                  |
| Y4     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,6319            | 1        | 0,00041          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,1716            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,1964            | 2        |                  |
| Y5     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,5444            | 1        | 0,02860          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2413            | 2        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,2143            | 3        |                  |
| Y6     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3115            | 2        | 0,00868          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2495            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,4390            | 1        |                  |
| Y7     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,5662            | 1        | 0,04299          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,1745            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,2593            | 2        |                  |
| Y8     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,4115            | 1        | 0,00975          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,3099            | 2        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,2786            | 3        |                  |

Tablo 6.6’da verilen alternatiflerin yükleme alt kriterlerine göre karşılaştırma sonuçları sırasıyla; olumsuz hava koşulları alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvı kimyasal yükler (%41), yük elleçleme ekipmanlarının arızalı olması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%49,5), yükleme sınırının aşılması/aşırı yükleme yapılması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvı kimyasal yükler (%43), kimyasal sıvı madde ile temas edilmesi alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvı kimyasal yükler (%63,2), yükün numune ile kontrolünün sağlanmaması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvı kimyasal yükler (%54,4), ekipmanlardan kaynaklı gürültü ve titreşim oluşması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%43,9), çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanmaması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvı kimyasal yükler (%56,6) ve son olarak çevre kirliliği ve mekânsal problem alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvı kimyasal yükler (%41,2) olarak belirlenmiştir. Hesaplanan tutarlılık oranına göre katılımcı kararlarının tutarlı olduğu görülmüştür.

Tablo 6.7. Boşaltma Alt Kriterlerine Göre Alternatiflerin Karşılaştırılması

| Kriter | Alternatifler                    | Ağırlık Değerleri | Sıralama | Tutarlılık Oranı |
|--------|----------------------------------|-------------------|----------|------------------|
| B1     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,4278            | 1        | 0,00571          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,1995            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3727            | 2        |                  |
| B2     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3961            | 1        | 0,00007          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2150            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3889            | 2        |                  |
| B3     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3525            | 2        | 0                |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2949            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3526            | 1        |                  |
| B4     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3515            | 2        | 0,00571          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2824            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3661            | 1        |                  |
| B5     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3818            | 2        | 0,00142          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2041            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,4141            | 1        |                  |
| B6     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3624            | 2        | 0,00336          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2529            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3847            | 1        |                  |
| B7     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3884            | 1        | 0,00143          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2583            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3633            | 2        |                  |

Tablo 6.7’de verilen alternatiflerin boşaltma alt kriterlerine göre karşılaştırma sonuçları sırasıyla; tank, tank konteyner veya IBC tankların hasarlı olması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvı kimyasal yükler (%43), yoğun çalışma/vardiyalı çalışma sistemi alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvı kimyasal yükler (%39,6),

aydınlatmanın yetersiz olması alt kriterine göre sıvılaştırılmış gazlar (%35,26) ve sıvı kimyasal yükler (%35,25) alternatifleri birbirine çok yakın risklere sahip, gemi ve terminal arasında iletişim yetersizliği alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%36,6), çalışanların kişisel koruyucu ve donanım kullanmaması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%41,4), operasyon sürecinde çalışanlara uygun talimatların verilmemesi alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%38,5) ve son olarak çevre kirliliği ve mekânsal problem alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvı kimyasal yükler (%38,8) olarak belirlenmiştir. Hesaplanan tutarlılık oranına göre katılımcı kararlarının tutarlı olduğu görülmüştür.

Tablo 6.8. Depolama Alt Kriterlerine Göre Alternatiflerin Karşılaştırılması

| Kriter | Alternatifler                    | Ağırlık Değerleri | Sıralama | Tutarlılık Oranı |
|--------|----------------------------------|-------------------|----------|------------------|
| D1     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,4217            | 1        | 0,00571          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,1894            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3889            | 2        |                  |
| D2     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,4476            | 1        | 0,00084          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2104            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3420            | 2        |                  |
| D3     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,4488            | 1        | 0,01286          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2184            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3328            | 2        |                  |
| D4     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3900            | 1        | 0,00571          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2357            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3743            | 2        |                  |
| D5     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3304            | 2        | 0,00918          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2402            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,4294            | 1        |                  |
| D6     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3261            | 2        | 0,00142          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2225            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,4514            | 1        |                  |
| D7     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,4444            | 1        | 0,00142          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,1987            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3569            | 2        |                  |
| D8     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3169            | 2        | 0,00142          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2443            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,4388            | 1        |                  |
| D9     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,4269            | 1        | 0,00532          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2001            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3730            | 2        |                  |
| D10    | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3690            | 2        | 0,01961          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,1865            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,4445            | 1        |                  |
| D11    | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3463            | 2        | 0,00571          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2463            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,4074            | 1        |                  |

Tablo 6.8’de verilen alternatiflerin depolama alt kriterlerine göre karşılaştırma sonuçları sırasıyla; depolama alanının ve yükün uygun olmaması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvı kimyasal yükler (%42,2), yüklerin etiketlenmemesi veya yanlış etiketleme alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvı kimyasal yükler (%44,7), IMDG kodu ve MSDS kurallarına uygun olmayan yük ayrıştırma yapılması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvı kimyasal yükler (%44,9), yangın söndürme sistemlerinin uygun olmaması veya aktif olmaması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvı kimyasal yükler (%39), uygun olmayan koşullarda sıcak çalışma yapılması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%42,9), statik elektrik oluşması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%45,1), kapalı alana giriş kurallarına uyulmaması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvı kimyasal yükler (%44,4), oksijen düzeyi yetersiz ortam oluşması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%43,9), havalandırmanın olmaması veya yetersiz olması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvı kimyasal yükler (%42,7), çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanmaması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%44,5) ve son olarak çevre kirliliği ve mekânsal problem alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%40,7) olarak belirlenmiştir. Hesaplanan tutarlılık oranına göre katılımcı kararlarının tutarlı olduğu görülmüştür.

Tablo 6.9. Transfer Alt Kriterlerine Göre Alternatiflerin Karşılaştırılması

| Kriter | Alternatifler                    | Ağırlık Değerleri | Sıralama | Tutarlılık Oranı |
|--------|----------------------------------|-------------------|----------|------------------|
| T1     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3309            | 2        | 0,00084          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2599            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,4092            | 1        |                  |
| T2     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3451            | 2        | 0,00085          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2398            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,4151            | 1        |                  |
| T3     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3734            | 2        | 0,01097          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2496            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3770            | 1        |                  |
| T4     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3463            | 2        | 0,00572          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2463            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,4074            | 1        |                  |
| T5     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,4968            | 1        | 0,00868          |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,1578            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,4454            | 2        |                  |
| T6     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3526            | 1        | 0                |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2948            | 3        |                  |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3526            | 2        |                  |

Tablo 6.9’da verilen alternatiflerin transfer alt kriterlerine göre karşılaştırma sonuçları sırasıyla; yükün ADR’ ye uygun olmayan araçlara yüklenmesi ve taşınması alt kriterine

göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%41), kullanılan araçların muayenelerinin yapılmaması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%41,5), maksimum yükleme kapasitesinin aşılması alt kriterine göre sıvılaştırılmış gazlar (%37,7) ve sıvı kimyasal yükler (%37,34) alternatifleri birbirine çok yakın risklere sahip, kara tankeri üzerinde yüksekte çalışma alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%40,7), çalışanların kişisel koruyucu ve donanım kullanmaması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvı kimyasal yükler (%49,7) ve son olarak çevre kirliliği ve mekânsal problem alt kriterine göre sıvı kimyasal yükler (%35,26) ve sıvılaştırılmış gazlar (%35,26) alternatifleri eşit ağırlık değeriyle aynı riske sahip olarak belirlenmiştir. Hesaplanan tutarlılık oranına göre katılımcı kararlarının tutarlı olduğu görülmüştür.

Problem hiyerarşisinde tanımlanan 32 alt kriterine göre alternatiflerin önem düzeyleri değerlendirilmiş ve alternatiflerin nihai sonuçlarına ulaşılmıştır. Alternatiflerin ağırlık değerleri ve sıralamaları Tablo 6.10'da verilmiştir.

Tablo 6.10. Alternatif Nihai Sonucu

| Alternatifler                    | Ağırlık Değerleri | Sıralama |
|----------------------------------|-------------------|----------|
| Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3973            | 1        |
| Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2268            | 3        |
| Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3759            | 2        |

Sıvı yük türlerinden belirlenen üç alternatifin, operasyonlara göre riskleri AHP yöntemiyle analiz edilmiştir. Tablo 6.10' da verilen analiz sonuçlarına göre risk sıralaması yüksekten düşüğe sıvı kimyasal yükler (%39,7), sıvılaştırılmış gazlar (%37,6) ve ham petrol ve petrol türevleri (%22,7) şeklinde olmuştur. Sıvı yük terminallerinde elleçlenen üç yük türüne göre en riskli sıvı kimyasal yükler olmuştur.

Analiz sonucunda elde edilen, ana kriter ağırlıkları ve alt kriter ağırlıklarının çarpılmasıyla genel ağırlık değerleri hesaplanmıştır. Ulaşılan genel ağırlık değerlerine göre 32 alt kriterin sıralaması gerçekleştirilmiştir. Alt kriter genel ağırlık ve sıralamaları Tablo 6.11'de verilmiştir.

Tablo 6.11. Alt Kriter Genel Ağırlık ve Sıralaması

| Ana Kriterler | Ana Kriter Ağırlıkları | Alt Kriterler | Alt Kriter Ağırlıkları | Genel Ağırlık | Sıralama |
|---------------|------------------------|---------------|------------------------|---------------|----------|
| Yükleme       | 0,3538                 | Y1            | 0,0541                 | 0,0191        | 19       |
|               |                        | Y2            | 0,1398                 | 0,0494        | 6        |
|               |                        | Y3            | 0,1919                 | 0,0678        | 3        |
|               |                        | Y4            | 0,2293                 | 0,0811        | 2        |
|               |                        | Y5            | 0,0761                 | 0,0269        | 15       |
|               |                        | Y6            | 0,0597                 | 0,0211        | 17       |
|               |                        | Y7            | 0,1684                 | 0,0595        | 4        |
|               |                        | Y8            | 0,0806                 | 0,0285        | 14       |
| Boşaltma      | 0,3390                 | B1            | 0,0693                 | 0,0234        | 16       |
|               |                        | B2            | 0,0877                 | 0,0297        | 13       |
|               |                        | B3            | 0,1083                 | 0,0367        | 10       |
|               |                        | B4            | 0,1324                 | 0,0448        | 8        |
|               |                        | B5            | 0,1417                 | 0,0480        | 7        |
|               |                        | B6            | 0,1602                 | 0,0543        | 5        |
|               |                        | B7            | 0,3004                 | 0,1018        | 1        |
| Depolama      | 0,1529                 | D1            | 0,0991                 | 0,0151        | 25       |
|               |                        | D2            | 0,0994                 | 0,0152        | 24       |
|               |                        | D3            | 0,0985                 | 0,0150        | 27       |
|               |                        | D4            | 0,1000                 | 0,0153        | 23       |
|               |                        | D5            | 0,1330                 | 0,0203        | 18       |
|               |                        | D6            | 0,1054                 | 0,0161        | 22       |
|               |                        | D7            | 0,0712                 | 0,0108        | 31       |
|               |                        | D8            | 0,0845                 | 0,0129        | 29       |
|               |                        | D9            | 0,0795                 | 0,0122        | 30       |
|               |                        | D10           | 0,0888                 | 0,0136        | 28       |
|               |                        | D11           | 0,0405                 | 0,0062        | 32       |
| Transfer      | 0,1543                 | T1            | 0,2351                 | 0,0362        | 11       |
|               |                        | T2            | 0,1967                 | 0,0303        | 12       |
|               |                        | T3            | 0,2426                 | 0,0374        | 9        |
|               |                        | T4            | 0,0983                 | 0,0151        | 26       |
|               |                        | T5            | 0,1196                 | 0,0184        | 20       |
|               |                        | T6            | 0,1077                 | 0,0166        | 21       |

Tablo 6.11’de sıvı yük terminallerinde risk teşkil edebilecek ana kriter ve alt kriter genel ağırlık değerleri sıralanmıştır. Ana kriterler içerisinde yükleme (%35,4) sıvı yük terminali riskleri açısından en yüksek önem düzeyine sahip olmuştur. Önem düzeylerine göre alt kriterler içerisinde ilk üç sırada yer alan alt kriterler sırası ile boşaltma alt kriteri olan çevre kirliliği ve mekânsal problemler (%10,2), yükleme alt kriteri olan kimyasal sıvı

madde ile temas edilmesi (%8,1) ve yükleme alt kriteri olan yükleme sınırının aşılması/aşırı yükleme yapılması (%6,8) şeklinde olmuştur. Önem düzeylerine göre alt kriterler içerisinde son üç sırada yer alan alt kriterler ise sırası ile depolama alt kriterleri olan çevre kirliliği ve mekânsal problemler (%0,6), kapalı alana giriş kurallarına uyulmaması (%1,1) ve havalandırmanın olmaması veya yetersiz olması (%1,2) şeklinde olmuştur. Sonuç olarak; sıvı yük terminali operasyonlarından yükleme en riskli operasyon, boşaltma operasyonunun alt kriteri olan çevre kirliliği ve mekânsal problemler en riskli ve depolama operasyonunun alt kriteri olan çevre kirliliği ve mekânsal problemler en az riskli alt kriter olarak belirlenmiştir.

## 6.2. Fine Kinney Yöntemiyle Risk Analizi

Sıvı yük terminallerinde yükleme, boşaltma, depolama ve transfer tehlike kaynakları incelenerek her tehlike kaynağına yönelik riskler tespit edilmiştir. Tespit edilen riskler, kantitatif risk analiz yöntemlerinden biri olan Fine Kinney yöntemiyle analiz edilmiştir. Risk analizi ve değerlendirmesi aşamasında, sıvı yük terminallerinin yük türlerine göre sınıflandırılması dikkate alınarak sıvı kimyasal yük, ham petrol ve petrol türevleri ve sıvılaştırılmış gazların elleçlendiği terminaller ayrı ayrı düşünülerek üç yük türüne göre risk analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda hesaplanan skorlara göre risk düzeyleri belirlenmiş ve risk kontrol tedbirleri tespit edilmiştir. Risk kontrol tedbirleri sonrasında tekrardan risk skorları hesaplanmıştır. Tablo 6.12, Tablo 6.13 ve Tablo 6.14'te sırası ile sıvı kimyasal yük, ham petrol ve petrol türevleri ve sıvılaştırılmış gazların risk analizi verilmiştir.

Tablo 6.12. Sıvı Kimyasal Yük Operasyonlarının Fine Kinney Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                      | Risk<br>Derecelendirmesi |         |        |               | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                            | Risk Kontrol Tedbirleri<br>Sonrası<br>Risk Derecelendirmesi |         |        |               |
|----|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------|--------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|--------|---------------|
|    |                             |                           | Olasılık                 | Frekans | Şiddet | Risk<br>Skoru |                                                                                                                                                                                                                    | Olasılık                                                    | Frekans | Şiddet | Risk<br>Skoru |
| 1  | Yükleme<br>Operasyonu       | Olumsuz Hava<br>Koşulları | 3                        | 2       | 7      | 42            | Hava koşulları önceden tahmin edilerek kayıt altına alınmalı. Yağış, fırtına, sis, rüzgar, sıcaklık ve kar gibi koşulların operasyonları olumsuz etkileyecek düzeye ulaşması halinde operasyonlar durdurulmalıdır. | 3                                                           | 2       | 3      | 18            |

Tablo 6.12. (Devam) Sıvı Kimyasal Yük Operasyonlarının Fine Kinney Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                                | Risk<br>Derecelendirmesi |         |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                                                    | Risk Kontrol Tedbirleri<br>Sonrası<br>Risk Derecelendirmesi |         |        |            |
|----|-----------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|---------|--------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|--------|------------|
|    |                             |                                                     | Olasılık                 | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Olasılık                                                    | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |
| 2  | Yükleme Operasyonu          | Yük Elleçleme Ekipmanlarının Arızalı Olması         | 3                        | 3       | 40     | 360        | Yüke verilen yükleme, boşaltma, depolama hizmetleri için kullanılan manifold, vana ve pompa sistemi gibi ekipmanların periyodik kontrol ve bakımlarının düzenli olarak yapılmasıyla oluşabilecek arızaların önüne geçilmelidir.                                                            | 3                                                           | 2       | 15     | 90         |
| 3  | Yükleme Operasyonu          | Yükleme Sınırının Aşılması/Aşırı Yükleme Yapılması  | 6                        | 2       | 40     | 480        | Yükleme yapılmadan önce maksimum yükleme kapasitelerinin belirlenmesi ve yüklemenin bu değere uygun yapılması gereklidir. Yükleme esnasında dökülmelerin yaşanmaması için uygun miktarda ürünün yüklenmesi kontrol edilmelidir.                                                            | 3                                                           | 1       | 15     | 45         |
| 4  | Yükleme Operasyonu          | Kimyasal Sıvı Madde ile Temas Edilmesi              | 3                        | 2       | 15     | 90         | Çalışanlara temel İSG, kimyasal maddeler ile çalışma, MSDS, acil durum ve ilk yardım eğitimleri verilmelidir. Yükleme operasyonlarına uygun olacak şekilde çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanması sağlanmalıdır. Çalışma alanlarında tam vücut ve göz duşları bulundurulmalıdır. | 3                                                           | 1       | 7      | 21         |
| 5  | Yükleme Operasyonu          | Yükün Numune ile Kontrolünün Sağlanmaması           | 6                        | 3       | 7      | 126        | Yüke verilen hizmetlerden kaynaklı oluşabilecek kimyasal bozulmaların tespiti için yükten numune alınarak kayıt altına alınması gereklidir.                                                                                                                                                | 3                                                           | 1       | 3      | 9          |
| 6  | Yükleme Operasyonu          | Ekipmanlardan Kaynaklı Gürültü ve Titreşim Oluşması | 6                        | 3       | 15     | 270        | Kullanılan ekipmanlardan kaynaklı oluşabilecek gürültü için kişisel ve ortam, titreşim için ise el kol ve bütün vücut titreşim maruziyet değerleri ölçülmelidir. Çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanması sağlanmalıdır.                                                           | 3                                                           | 2       | 1      | 6          |
| 7  | Yükleme Operasyonu          | Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması  | 3                        | 3       | 15     | 135        | Yükleme operasyonlarına uygun olacak şekilde çalışanların antistatik kişisel koruyucu donanım (reflektörlü iş elbisesi, baret, eldiven, iş ayakkabısı, gözlük ve paraşüt tipi emniyet kemeri vb.) kullanması sağlanmalıdır.                                                                | 3                                                           | 2       | 7      | 42         |

Tablo 6.12. (Devam) Sıvı Kimyasal Yük Operasyonlarının Fine Kinney Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                                           | Risk<br>Derecelendirmesi |         |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                                                      | Risk Kontrol Tedbirleri<br>Sonrası<br>Risk Derecelendirmesi |         |        |            |
|----|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------|---------|--------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|--------|------------|
|    |                             |                                                                | Olasılık                 | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Olasılık                                                    | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |
| 8  | Yükleme Operasyonu          | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler                         | 3                        | 2       | 100    | 600        | Yükleme operasyonlarında dökülmelerin engellenmesi için yükleme yapılacak alanın kapasitesine uygun yükleme yapılmalıdır. Alanda acil durum döküntü kitleri bulundurulmalı ve acil durumlarda kullanılması için hazır tutulmalıdır.                                                          | 3                                                           | 2       | 15     | 90         |
| 9  | Boşaltma Operasyonu         | Tank, Tank Konteyner veya IBC Tankların Hasarlı Olması         | 3                        | 3       | 40     | 360        | Tank, tank konteyner veya IBC tankların günlük kontrolleri sağlanmalıdır. Oluşabilecek sızıntı ve dökülmelerin önüne geçebilmek için hasarlı tank, tank konteyner veya IBC tanklar kullanılmamalıdır.                                                                                        | 1                                                           | 2       | 7      | 14         |
| 10 | Boşaltma Operasyonu         | Yoğun Çalışma/Vardiyalı Çalışma Sistemi                        | 3                        | 3       | 40     | 360        | Çalışanların yasal çalışma saatleri üzerinde çalışma yapmaları durumunda bir sonraki vardiyaya dinlenmiş olarak gelmesi için dinlenme süreleri ayarlanmalıdır. Vardiya değişimlerinde iş sürekliliğinin etkilenmemesi için çalışanlar arasında bilgi aktarımı uygun şekillerde yapılmalıdır. | 3                                                           | 2       | 7      | 42         |
| 11 | Boşaltma Operasyonu         | Aydınlatmanın Yetersiz Olması                                  | 3                        | 3       | 15     | 135        | Yürütülen operasyonlar süresince kesintisiz ve yeterli düzeyde aydınlatmanın sağlanması gereklidir. Aydınlatma düzeyi periyodik olarak ölçülmeli ve kontrol edilmelidir.                                                                                                                     | 1                                                           | 2       | 3      | 6          |
| 12 | Boşaltma Operasyonu         | Gemi ve Terminal Arasında İletişim Yetersizliği                | 3                        | 2       | 100    | 600        | Operasyonların başlatılması, yürütülmesi ve sonlandırılması için gemi personeli ve terminal personelleri arasında iletişim etkili ve kesintisiz şekilde sağlanmalıdır.                                                                                                                       | 1                                                           | 2       | 7      | 14         |
| 13 | Boşaltma Operasyonu         | Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması             | 3                        | 3       | 15     | 135        | Boşaltma operasyonlarına uygun olacak şekilde çalışanların antistatik kişisel koruyucu donanım (reflektörlü iş elbisesi, baret, eldiven, iş ayakkabısı, gözlük ve paraşüt tipi emniyet kemeri vb.) kullanması sağlanmalıdır.                                                                 | 3                                                           | 2       | 7      | 42         |
| 14 | Boşaltma Operasyonu         | Operasyon Sürecinde Çalışanlara Uygun Talimatların Verilmemesi | 3                        | 3       | 40     | 360        | Çalışanlara, yürütülen operasyonlara ait talimatlar yazılı ve sözlü olarak anlaşılır şekilde verilmelidir.                                                                                                                                                                                   | 1                                                           | 2       | 7      | 14         |

Tablo 6.12. (Devam) Sıvı Kimyasal Yük Operasyonlarının Fine Kinney Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                                                 | Risk<br>Derecelendirmesi |         |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Risk Kontrol Tedbirleri<br>Sonrası<br>Risk Derecelendirmesi |         |        |            |
|----|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------|--------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|--------|------------|
|    |                             |                                                                      | Olasılık                 | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Olasılık                                                    | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |
| 15 | Boşaltma Operasyonu         | Çevre Kirliliği ve Mekanik Problemler                                | 3                        | 2       | 100    | 600        | Boşaltma operasyonlarında kullanılan manifold, vana ve pompa sistemi ekipmanların hasarlanması halinde sıvı yüklerin suya, havaya ve toprağa karışmadan yüke ait MSDS formunda belirtilen yöntemler ile temizlenmelidir.                                                                                       | 3                                                           | 2       | 15     | 90         |
| 16 | Depolama Operasyonu         | Depolama Alanının ve Yükün Uygun Olmaması                            | 3                        | 2       | 100    | 600        | Yükün terminale önceden bildirimi yapılmalı ve yükün MSDS ve IMDG koda göre depolama özelliklerine uygun olacak alanlarda depolanması için hazırlık yapılmalıdır.                                                                                                                                              | 1                                                           | 2       | 15     | 30         |
| 17 | Depolama Operasyonu         | Yüklerin Etiketlenmemesi veya Yanlış Etiketleme                      | 3                        | 3       | 15     | 135        | Depolanan yüklerin özelliklerini belirten tehlike etiketleri, IMDG koda belirtilen hükümlere uygun olacak şekilde hazırlanmalı ve yükün bulunduğu alanlara asılmalıdır.                                                                                                                                        | 1                                                           | 2       | 7      | 14         |
| 18 | Depolama Operasyonu         | IMDG Kodu ve MSDS Kurallarına Uygun Olmayan Yük Ayrıştırma Yapılması | 3                        | 2       | 100    | 600        | Kimyasalların üretici veya tedarikçilerinden MSDS formları temin edilmelidir. MSDS formları ve IMDG kodunda belirtilen ayrıştırma kurallarına uygun olacak şekillerde ve mesafelerde depolama operasyonu yapılmalıdır.                                                                                         | 1                                                           | 2       | 15     | 30         |
| 19 | Depolama Operasyonu         | Yangın Söndürme Sistemlerinin Uygun Olmaması veya Aktif Olmaması     | 3                        | 2       | 100    | 600        | Depolama alanlarında yangın sistemleri yüke uygun olmalıdır. Yangın söndürme ve algılama sistemlerinin periyodik kontrolleri yapılarak çalışır durumda olması sağlanmalıdır. Acil durum tatbikat ve eğitimleriyle çalışanlara farkındalık kazandırılmalıdır.                                                   | 3                                                           | 1       | 15     | 45         |
| 20 | Depolama Operasyonu         | Uygun Olmayan Koşullarda Sıcak Çalışma Yapılması                     | 6                        | 3       | 100    | 1800       | Çalışma öncesinde sıcak çalışma izninin alınması, ortam ölçümlerinin çalışma öncesi ve esnasında yapılarak kayıt altına alınması, yapılan işin denetimi ve gözetiminin sağlanması gerekmektedir. Olası parlama ve yangına karşı çalışma alanında uygun yangın söndürme cihazlarının bulundurulması gereklidir. | 3                                                           | 2       | 15     | 90         |

Tablo 6.12. (Devam) Sıvı Kimyasal Yük Operasyonlarının Fine Kinney Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                               | Risk<br>Derecelendirmesi |         |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                                                           | Risk Kontrol Tedbirleri<br>Sonrası<br>Risk Derecelendirmesi |         |        |            |
|----|-----------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------|---------|--------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|--------|------------|
|    |                             |                                                    | Olasılık                 | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Olasılık                                                    | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |
| 21 | Depolama Operasyonu         | Statik Elektrik Oluşması                           | 10                       | 6       | 100    | 6000       | Depolama alanlarında statik elektriğe karşı topraklama yapılmalıdır. Topraklama ölçümlerinin periyodik olarak yapılması ve kayıt altına alınması gereklidir. Kullanılan ekipmanlar exproof özellikte ve depolama operasyonlarında çalışanların kullandığı KKD'ler antistatik özellikte olmalıdır. | 3                                                           | 3       | 15     | 135        |
| 22 | Depolama Operasyonu         | Kapalı Alana Giriş Kurallarına Uyulmaması          | 6                        | 3       | 40     | 720        | Kapalı alan çalışmaları için iş izin sisteminin oluşturulması, çalışacak personelin sağlık durumunun çalışmaya uygun olması, kapalı alan ölçümlerinin kalibrasyonlu cihazlarla yapılması, çalışma boyunca gözcü bulundurulması ve çalışma alanının havalandırılması sağlanmalıdır.                | 3                                                           | 2       | 15     | 90         |
| 23 | Depolama Operasyonu         | Oksijen Düzeyi Yetersiz Ortam Oluşması             | 6                        | 2       | 40     | 480        | Yapılacak çalışmadan önce çalışma izinlerinin alınması ve ortam ölçümlerinin yapılarak sürekli kayıt altına alınması sağlanmalıdır. Oksijen düzeyinin yeterli seviyenin altında gözlenmesi durumunda iş durdurulmalıdır.                                                                          | 3                                                           | 2       | 15     | 90         |
| 24 | Depolama Operasyonu         | Havalandırmanın Olmaması veya Yetersiz Olması      | 3                        | 2       | 40     | 240        | Depolama alanındaki yüklere uygun mekanik veya doğal havalandırmanın olması sağlanmalı ve çalışır durumda olması kontrol edilmelidir. Yapılacak çalışmalarda iş izinleri alınmalı ve ortam ölçümü yapılarak kayıt altına alınmalıdır.                                                             | 3                                                           | 1       | 15     | 45         |
| 25 | Depolama Operasyonu         | Çalışanların Kişisel Korumaya Donanım Kullanmaması | 3                        | 3       | 15     | 135        | Depolama alanlarında yürütülen operasyonlara uygun olacak şekilde çalışanların antistatik kişisel koruyucu donanım (reflektörlü iş elbisesi, baret, eldiven, iş ayakkabısı, gözlük ve paraşüt tipi emniyet kemeri vb.) kullanması sağlanmalıdır.                                                  | 3                                                           | 2       | 7      | 42         |

Tablo 6.12. (Devam) Sıvı Kimyasal Yük Operasyonlarının Fine Kinney Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

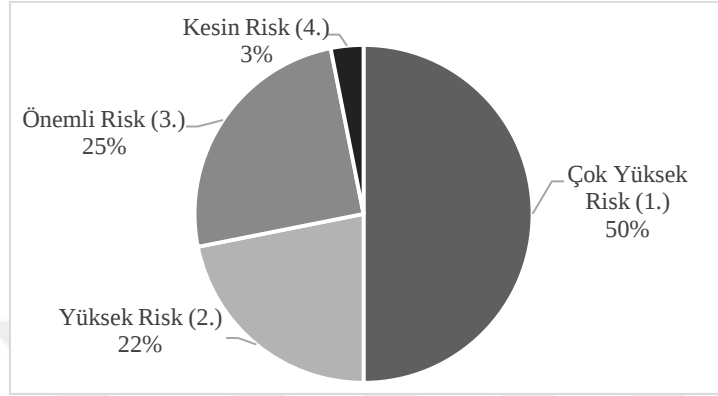
| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                                         | Risk<br>Derecelendirmesi |         |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Risk Kontrol Tedbirleri<br>Sonrası<br>Risk Derecelendirmesi |         |        |            |
|----|-----------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------|---------|--------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|--------|------------|
|    |                             |                                                              | Olasılık                 | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Olasılık                                                    | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |
| 26 | Depolama Operasyonu         | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler                       | 3                        | 2       | 100    | 600        | Depolanan yüklerde oluşacak saçılma, dökülme ve sızıntı gibi durumlarda, alan ve çevre yüke ait MSDS formunda belirtilen yöntemler ile temizlenmelidir.                                                                                                                                                                          | 3                                                           | 2       | 15     | 90         |
| 27 | Transfer Operasyonu         | Yükün ADR'ye Uygun Olmayan Araçlara Yükleneceği ve Taşınması | 6                        | 2       | 40     | 480        | Sıvı kimyasalların yükleneceği kara tankerlerinin ADR yönetmeliğine uygunluğu ve araç lisansının kontrolü gerçekleştirilmeden yükleme yapılmamalıdır. Gerekli izinlerin alınması sonrasında yükleme operasyonu gerçekleştirilmelidir.                                                                                            | 3                                                           | 2       | 7      | 42         |
| 28 | Transfer Operasyonu         | Kullanılan Araçların Muayenelerinin Yapılmaması              | 3                        | 2       | 40     | 240        | Kullanılacak olan kara tankerlerinin yasal yükümlülüklerde yer alan periyodik muayenelerinin yapılmış olması gerekmektedir. Periyodik muayeneleri yapılmış kara tankerlerine ürünlerin yüklenmesine onay verilmelidir.                                                                                                           | 3                                                           | 2       | 7      | 42         |
| 29 | Transfer Operasyonu         | Maksimum Yükleme Kapasitesinin Aşılması                      | 6                        | 3       | 40     | 720        | Yükleme yapılacak olan kara tankerlerinin maksimum kapasitelerinin önceden bilinmesi ve ona göre yükleme yapılması gereklidir. Yükleme esnasında taşmaların yaşanmaması için uygun tanker gözüne uygun miktarda ürünün yüklenmesi kontrol edilmelidir.                                                                           | 3                                                           | 2       | 7      | 42         |
| 30 | Transfer Operasyonu         | Kara Tankeri Üzerinde Yüksekte Çalışma                       | 6                        | 6       | 40     | 1440       | Operatörlere temel İSG eğitimi ve yüksekte çalışma eğitimi verilmelidir. Operasyonlar mümkün olduğunca yerde yapılmalıdır. Kara tankerlerinin üzerinde yapılacak yüksekte çalışmalarda tanker merdivenleri ve korkuluklarının sağlamlıkları kontrol edildikten sonra çalışma paraşüt tipi emniyet kemeri takılarak yapılmalıdır. | 3                                                           | 2       | 15     | 90         |

Tablo 6.12. (Devam) Sıvı Kimyasal Yük Operasyonlarının Fine Kinney Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                               | Risk<br>Derecelendirmesi |         |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Risk Kontrol Tedbirleri<br>Sonrası<br>Risk Derecelendirmesi |         |        |            |
|----|-----------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------|---------|--------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|--------|------------|
|    |                             |                                                    | Olasılık                 | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Olasılık                                                    | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |
| 31 | Transfer Operasyonu         | Çalışanların Kişisel Korumacı Donanım Kullanmaması | 3                        | 3       | 15     | 135        | Kara tankerlerinde yürütülen operasyonlara uygun olacak şekilde operatörlerin antistatik kişisel koruyucu donanım (reflektörlü iş elbisesi, baret, eldiven, iş ayakkabısı, gözlük ve paraşüt tipi emniyet kemeri vb.) kullanması sağlanmalıdır.                                                          | 3                                                           | 2       | 7      | 42         |
| 32 | Transfer Operasyonu         | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler             | 3                        | 2       | 100    | 600        | Kara tankerlerine yapılan yüklemelerin tanker gözlerinin kapasitesine göre yüklenmesi ve taşmaların engellenmesi önemlidir. Tankerde ve yükleme alanında acil durum döküntü kitleri bulundurulmalı ve acil durumlarda kullanılması için hazır tutulmalıdır. Dökülme tatbikatlarının yapılması önemlidir. | 3                                                           | 2       | 15     | 90         |

Tablo 6.12’de, sıvı kimyasal yüklerin elleçlendiği sıvı yük terminallerinde risk analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucuna göre, depolama tehlike kaynağında statik elektrik oluşması riski, hesaplanan 6000 risk skoruyla en yüksek risk skoruna sahip olmuştur. Aynı risk, belirlenen risk kontrol tedbiri sonrasında 135 risk skoruna düşürülmüştür. Risk skorlarına göre; depolama tehlike kaynağında uygun olmayan koşullarda sıcak çalışma yapılması riski hesaplanan 1800 risk skoruyla 2. sırada, transfer tehlike kaynağında kara tankeri üzerinde yüksekte çalışma riski hesaplanan 1440 risk skoruyla 3. sırada yer almıştır. İlk üç sıradaki riskler, 1. risk düzeyi olan çok yüksek risk kategorisinde yer almaktadır. Yükleme tehlike kaynağında olumsuz hava koşulları riski 42 risk skoruyla en düşük risk skoruna sahip olmuştur. Risk skorlarına göre en düşük riski, yükleme tehlike kaynağında olan kimyasal sıvı madde ile temas edilmesi riski ve yükün numune ile kontrolünün sağlanmaması riskleri takip etmektedir. Olumsuz hava koşulları riski 4. risk düzeyi olan kesin risk kategorisinde, kimyasal sıvı madde ile temas edilmesi riski ve yükün numune ile kontrolünün sağlanmaması riskleri ise 3. risk düzeyi olan önemli risk

kategorisinde yer almaktadır. Risk analizi genelinde tespit edilen 32 adet tehlike içerisinde 16 adeti, 1. risk düzeyi olan çok yüksek risk kategorisinde hesaplanmıştır. Risk analizi tablosunda ulaşılan risk skorlarının risk düzeylerine göre kategorize edilmesi Şekil 6.1’de verilmiştir.



Şekil 6.1. Sıvı Kimyasal Yük Operasyonlarının Fine Kinney Risk Düzey Dağılımı (%)

Risk analizi sonucunda risk skorlarının değerlendirilmesiyle verilen Şekil 6.1’deki risk düzey dağılımına göre; risklerin %50’si çok yüksek (1. risk düzeyi), %22’si yüksek (2. risk düzeyi), %25’i önemli (3. risk düzeyi) ve %3’ü kesin (4. risk düzeyi) risk olarak hesaplanmıştır. Kabul edilebilir (5. risk düzeyi) risk kategorisinde risk bulunmamaktadır. Risk analizinde ilk aşamada hesaplanan risk skorlarından %25’i risk kontrol tedbirleri sonrasında kabul edilebilir (5. risk düzeyi) riske düşürülmüştür. Risklerden, 10 adeti önemli risk (3. risk düzeyi) ve 14 adeti de kesin risk (4. risk düzeyi) kategorisine düşürülmüştür.

Tablo 6.13. Petrol Ürünleri Yük Operasyonlarının Fine Kinney Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                   | Risk<br>Derecelendirmesi |         |        |               | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                            | Risk Kontrol Tedbirleri<br>Sonrası<br>Risk Derecelendirmesi |         |        |               |
|----|-----------------------------|------------------------|--------------------------|---------|--------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|--------|---------------|
|    |                             |                        | Olasılık                 | Frekans | Şiddet | Risk<br>Skoru |                                                                                                                                                                                                                    | Olasılık                                                    | Frekans | Şiddet | Risk<br>Skoru |
| 1  | Yüklleme Operasyonu         | Olumsuz Hava Koşulları | 3                        | 2       | 7      | 42            | Hava koşulları önceden tahmin edilerek kayıt altına alınmalı. Yağış, fırtına, sis, rüzgar, sıcaklık ve kar gibi koşulların operasyonları olumsuz etkileyecek düzeye ulaşması halinde operasyonlar durdurulmalıdır. | 3                                                           | 2       | 3      | 18            |

Tablo 6.13. (Devam) Petrol Ürünleri Yük Operasyonlarının Fine Kinney Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                                | Risk<br>Derecelendirmesi |         |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                                                    | Risk Kontrol Tedbirleri<br>Sonrası<br>Risk Derecelendirmesi |         |        |            |
|----|-----------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|---------|--------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|--------|------------|
|    |                             |                                                     | Olasılık                 | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Olasılık                                                    | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |
| 2  | Yükleme Operasyonu          | Yük Elleçleme Ekipmanlarının Arızalı Olması         | 6                        | 3       | 40     | 720        | Yüke verilen yükleme, boşaltma, depolama hizmetleri için kullanılan manifold, vana ve pompa sistemi gibi ekipmanların periyodik kontrol ve bakımlarının düzenli olarak yapılmasıyla oluşabilecek arızaların önüne geçilmelidir.                                                            | 3                                                           | 2       | 15     | 90         |
| 3  | Yükleme Operasyonu          | Yükleme Sınırının Aşılması/Aşırı Yükleme Yapılması  | 3                        | 2       | 15     | 90         | Yükleme yapılmadan önce maksimum yükleme kapasitelerinin belirlenmesi ve yüklemenin bu değere uygun yapılması gereklidir. Yükleme esnasında dökülmelerin yaşanmaması için uygun miktarda ürünün yüklenmesi kontrol edilmelidir.                                                            | 1                                                           | 1       | 7      | 7          |
| 4  | Yükleme Operasyonu          | Kimyasal Sıvı Madde ile Temas Edilmesi              | 3                        | 2       | 7      | 42         | Çalışanlara temel İSG, kimyasal maddeler ile çalışma, MSDS, acil durum ve ilk yardım eğitimleri verilmelidir. Yükleme operasyonlarına uygun olacak şekilde çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanması sağlanmalıdır. Çalışma alanlarında tam vücut ve göz duşları bulundurulmalıdır. | 3                                                           | 1       | 3      | 9          |
| 5  | Yükleme Operasyonu          | Yükün Numune ile Kontrolünün Sağlanmaması           | 3                        | 2       | 7      | 42         | Yüke verilen hizmetlerden kaynaklı oluşabilecek kimyasal bozulmaların tespiti için yükten numune alınarak kayıt altına alınması gereklidir.                                                                                                                                                | 3                                                           | 1       | 3      | 9          |
| 6  | Yükleme Operasyonu          | Ekipmanlardan Kaynaklı Gürültü ve Titreşim Oluşması | 6                        | 3       | 15     | 270        | Kullanılan ekipmanlardan kaynaklı oluşabilecek gürültü için kişisel ve ortam, titreşim için ise el kol ve bütün vücut titreşim maruziyet değerleri ölçülmelidir. Çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanması sağlanmalıdır.                                                           | 3                                                           | 2       | 3      | 18         |

Tablo 6.13. (Devam) Petrol Ürünleri Yük Operasyonlarının Fine Kinney Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                                   | Risk<br>Derecelendirmesi |         |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                                                      | Risk Kontrol Tedbirleri<br>Sonrası<br>Risk Derecelendirmesi |         |        |            |
|----|-----------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------|---------|--------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|--------|------------|
|    |                             |                                                        | Olasılık                 | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Olasılık                                                    | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |
| 7  | Yükleme Operasyonu          | Çalışanların Kişisel Korumaya Donanım Kullanmaması     | 3                        | 3       | 15     | 135        | Yükleme operasyonlarına uygun olacak şekilde çalışanların antistatik kişisel koruyucu donanım (reflektörlü iş elbisesi, baret, eldiven, iş ayakkabısı, gözlük ve paraşüt tipi emniyet kemeri vb.) kullanması sağlanmalıdır.                                                                  | 3                                                           | 2       | 7      | 42         |
| 8  | Yükleme Operasyonu          | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler                 | 3                        | 2       | 100    | 600        | Yükleme operasyonlarında dökülmelerin engellenmesi için yüklemeye yapılacak alanın kapasitesine uygun yüklemeye yapılmalıdır. Alanda acil durum döküntü kitleri bulundurulmalı ve acil durumlarda kullanılması için hazır tutulmalıdır.                                                      | 3                                                           | 2       | 15     | 90         |
| 9  | Boşaltma Operasyonu         | Tank, Tank Konteyner veya IBC Tankların Hasarlı Olması | 3                        | 3       | 40     | 360        | Tank, tank konteyner veya IBC tankların günlük kontrolleri sağlanmalıdır. Oluşabilecek sızıntı ve dökülmelerin önüne geçebilmek için hasarlı tank, tank konteyner veya IBC tanklar kullanılmamalıdır.                                                                                        | 1                                                           | 2       | 7      | 14         |
| 10 | Boşaltma Operasyonu         | Yoğun Çalışma/Vardiyalı Çalışma Sistemi                | 3                        | 3       | 40     | 360        | Çalışanların yasal çalışma saatleri üzerinde çalışma yapmaları durumunda bir sonraki vardiyaya dinlenmiş olarak gelmesi için dinlenme süreleri ayarlanmalıdır. Vardiya değişimlerinde iş sürekliliğinin etkilenmemesi için çalışanlar arasında bilgi aktarımı uygun şekillerde yapılmalıdır. | 3                                                           | 2       | 7      | 42         |
| 11 | Boşaltma Operasyonu         | Aydınlatmanın Yetersiz Olması                          | 3                        | 3       | 15     | 135        | Yürütülen operasyonlar süresince kesintisiz ve yeterli düzeyde aydınlatmanın sağlanması gereklidir. Aydınlatma düzeyi periyodik olarak ölçülmeli ve kontrol edilmelidir.                                                                                                                     | 1                                                           | 2       | 3      | 6          |

Tablo 6.13. (Devam) Petrol Ürünleri Yük Operasyonlarının Fine Kinney Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                                                  | Risk<br>Derecelendirmesi |         |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                      | Risk Kontrol Tedbirleri<br>Sonrası<br>Risk Derecelendirmesi |         |        |            |
|----|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------|--------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|--------|------------|
|    |                             |                                                                       | Olasılık                 | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                              | Olasılık                                                    | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |
| 12 | Boşaltma Operasyonu         | Gemi ve Terminal Arasında İletişim Yetersizliği                       | 3                        | 2       | 100    | 600        | Operasyonların başlatılması, yürütülmesi ve sonlandırılması için gemi personeli ve terminal personelleri arasında iletişim etkili ve kesintisiz şekilde sağlanmalıdır.                                                       | 1                                                           | 2       | 7      | 14         |
| 13 | Boşaltma Operasyonu         | Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması                    | 3                        | 3       | 15     | 135        | Boşaltma operasyonlarına uygun olacak şekilde çalışanların antistatik kişisel koruyucu donanım (reflektörlü iş elbisesi, baret, eldiven, iş ayakkabısı, gözlük ve paraşüt tipi emniyet kemeri vb.) kullanması sağlanmalıdır. | 3                                                           | 2       | 7      | 42         |
| 14 | Boşaltma Operasyonu         | Operasyon Sürecinde Çalışanlara Uygun Talimatların Verilmemesi        | 3                        | 3       | 40     | 360        | Çalışanlara, yürütülen operasyonlara ait talimatlar yazılı ve sözlü olarak anlaşılır şekilde verilmelidir.                                                                                                                   | 1                                                           | 2       | 7      | 14         |
| 15 | Boşaltma Operasyonu         | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler                                | 3                        | 2       | 100    | 600        | Boşaltma operasyonlarında kullanılan manifold, vana ve pompa sistemi ekipmanların hasarlanması halinde sıvı yüklerin suya, havaya ve toprağa karışmadan yüke ait MSDS formunda belirtilen yöntemler ile temizlenmelidir.     | 3                                                           | 2       | 15     | 90         |
| 16 | Depolama Operasyonu         | Depolama Alanının ve Yükün Uygun Olmaması                             | 3                        | 2       | 40     | 240        | Yükün terminale önceden bildirimi yapılmalı ve yükün MSDS ve IMDG koda göre depolama özelliklerine uygun olacak alanlarda depolanması için hazırlık yapılmalıdır.                                                            | 1                                                           | 2       | 7      | 14         |
| 17 | Depolama Operasyonu         | Yüklerin Etiketlenmemesi veya Yanlış Etiketleme                       | 3                        | 3       | 15     | 135        | Depolanan yüklerin özelliklerini belirten tehlike etiketleri IMDG kodunda belirtilen hükümlere uygun olacak şekilde hazırlanmalı ve yükün bulunduğu alanlara asılmalıdır.                                                    | 3                                                           | 3       | 3      | 27         |
| 18 | Depolama Operasyonu         | IMDG Kodu ve MSDS Kurallarına Uygun Olmayan Yük Ayırıştırma Yapılması | 3                        | 2       | 100    | 600        | Kimyasalların üretici veya tedarikçilerinden MSDS formları temin edilmelidir. MSDS formları ve IMDG kodunda belirtilen ayırıştırma kurallarına uygun olacak şekillerde ve mesafelerde depolama operasyonu yapılmalıdır.      | 1                                                           | 2       | 15     | 30         |

Tablo 6.13. (Devam) Petrol Ürünleri Yük Operasyonlarının Fine Kinney Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                                             | Risk<br>Derecelendirmesi |         |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Risk Kontrol Tedbirleri<br>Sonrası<br>Risk Derecelendirmesi |         |        |            |
|----|-----------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------|--------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|--------|------------|
|    |                             |                                                                  | Olasılık                 | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Olasılık                                                    | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |
| 19 | Depolama Operasyonu         | Yangın Söndürme Sistemlerinin Uygun Olmaması veya Aktif Olmaması | 3                        | 2       | 100    | 600        | Depolama alanlarında yangın sistemleri yüke uygun olmalıdır. Yangın söndürme ve algılama sistemlerinin periyodik kontrolleri yapılarak çalışır durumda olması sağlanmalıdır. Acil durum tatbikat ve eğitimleriyle çalışanlara farkındalık kazandırılmalıdır.                                                   | 1                                                           | 1       | 15     | 15         |
| 20 | Depolama Operasyonu         | Uygun Olmayan Koşullarda Sıcak Çalışma Yapılması                 | 10                       | 6       | 100    | 6000       | Çalışma öncesinde sıcak çalışma izninin alınması, ortam ölçümlerinin çalışma öncesi ve esnasında yapılarak kayıt altına alınması, yapılan işin denetimi ve gözetiminin sağlanması gerekmektedir. Olası parlama ve yangına karşı çalışma alanında uygun yangın söndürme cihazlarının bulundurulması gereklidir. | 3                                                           | 3       | 7      | 63         |
| 21 | Depolama Operasyonu         | Statik Elektrik Oluşması                                         | 10                       | 10      | 100    | 10000      | Depolama alanlarında statik elektriğe karşı topraklama yapılmalıdır. Topraklama ölçümlerinin periyodik olarak yapılması ve kayıt altına alınması gereklidir. Kullanılan ekipmanlar exproof özellikte ve depolama operasyonlarında çalışanların kullandığı KKD'ler antistatik özellikte olmalıdır.              | 3                                                           | 3       | 7      | 63         |
| 22 | Depolama Operasyonu         | Kapalı Alana Giriş Kurallarına Uyulmaması                        | 6                        | 3       | 40     | 720        | Kapalı alan çalışmaları için iş izin sisteminin oluşturulması, çalışacak personelin sağlık durumunun çalışmaya uygun olması, kapalı alan ölçümlerinin kalibrasyonlu cihazlarla yapılması, çalışma boyunca gözcü bulundurulması ve çalışma alanının havalandırılması sağlanmalıdır.                             | 1                                                           | 2       | 15     | 30         |
| 23 | Depolama Operasyonu         | Oksijen Düzeyi Yetersiz Ortam Oluşması                           | 6                        | 6       | 40     | 1440       | Yapılacak çalışmadan önce çalışma izinlerinin alınması ve ortam ölçümlerinin yapılarak sürekli kayıt altına alınması sağlanmalıdır. Oksijen düzeyinin yeterli seviyenin altında gözlenmesi durumunda iş durdurulmalıdır.                                                                                       | 3                                                           | 2       | 7      | 42         |

Tablo 6.13. (Devam) Petrol Ürünleri Yük Operasyonlarının Fine Kinney Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

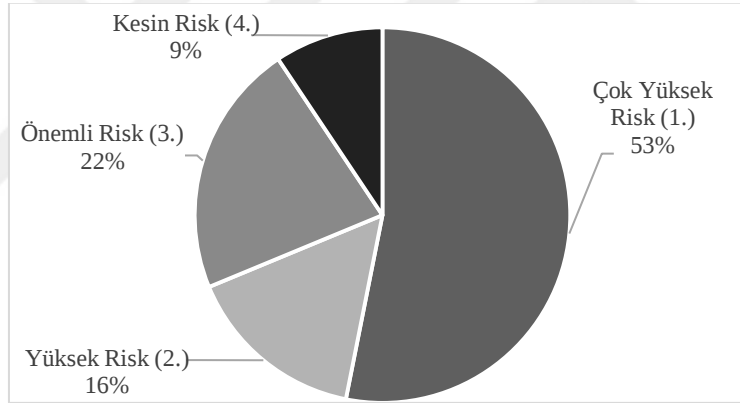
| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                                         | Risk<br>Derecelendirmesi |         |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                | Risk Kontrol Tedbirleri<br>Sonrası<br>Risk Derecelendirmesi |         |        |            |
|----|-----------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------|---------|--------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|--------|------------|
|    |                             |                                                              | Olasılık                 | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                        | Olasılık                                                    | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |
| 24 | Depolama Operasyonu         | Havalandırmanın Olmaması veya Yetersiz Olması                | 6                        | 3       | 40     | 720        | Depolama alanındaki yüklere uygun mekanik veya doğal havalandırmanın olması sağlanmalı ve çalışır durumda olması kontrol edilmelidir. Yapılacak çalışmalarda iş izinleri alınmalı ve ortam ölçümü yapılarak kayıt altına alınmalıdır.                  | 3                                                           | 2       | 7      | 42         |
| 25 | Depolama Operasyonu         | Çalışanların Kişisel Korumaya Donanım Kullanmaması           | 3                        | 3       | 15     | 135        | Depolama alanlarında yürütülen operasyonlara uygun olacak şekilde çalışanların antistatik kişisel koruyucu donanım (reflektörlü iş elbisesi, baret, eldiven, iş ayakkabısı, gözlük ve paraşüt tipi emniyet kemeri vb.) kullanması sağlanmalıdır.       | 3                                                           | 2       | 7      | 42         |
| 26 | Depolama Operasyonu         | Çevre Kirliliği ve Mekanik Problemler                        | 3                        | 2       | 100    | 600        | Depolanan yüklerde oluşacak saçılma, dökülme ve sızıntı gibi durumlarda, alan ve çevre yüke ait MSDS formunda belirtilen yöntemler ile temizlenmelidir.                                                                                                | 3                                                           | 2       | 7      | 42         |
| 27 | Transfer Operasyonu         | Yükün ADR'ye Uygun Olmayan Araçlara Yükleneceği ve Taşınması | 6                        | 2       | 100    | 1200       | Ham petrol ve petrol türevlerinin yükleneceği kara tankerlerinin ADR yönetmeliğine uygunluğu ve araç lisansının kontrolü gerçekleştirilmeden yükleme yapılmamalıdır. Gerekli izinlerin alınması sonrasında yükleme operasyonu gerçekleştirilmelidir.   | 3                                                           | 2       | 7      | 42         |
| 28 | Transfer Operasyonu         | Kullanılan Araçların Muayenelerinin Yapılmaması              | 6                        | 2       | 100    | 1200       | Kullanılacak olan kara tankerlerinin yasal yükümlülüklerde yer alan periyodik muayenelerinin yapılmış olması gerekmektedir. Periyodik muayeneleri yapılmış kara tankerlerine ürünlerin yüklenmesine onay verilmelidir.                                 | 3                                                           | 2       | 7      | 42         |
| 29 | Transfer Operasyonu         | Maksimum Yükleme Kapasitesinin Aşılması                      | 3                        | 2       | 100    | 600        | Yükleme yapılacak olan kara tankerlerinin maksimum kapasitelerinin önceden bilinmesi ve ona göre yükleme yapılması gereklidir. Yükleme esnasında taşmaların yaşanmaması için uygun tanker gözüne uygun miktarda ürünün yüklenmesi kontrol edilmelidir. | 3                                                           | 2       | 3      | 18         |

Tablo 6.13. (Devam) Petrol Ürünleri Yük Operasyonlarının Fine Kinney Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                               | Risk<br>Derecelendirmesi |         |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Risk Kontrol Tedbirleri<br>Sonrası<br>Risk Derecelendirmesi |         |        |            |
|----|-----------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------|---------|--------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|--------|------------|
|    |                             |                                                    | Olasılık                 | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Olasılık                                                    | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |
| 30 | Transfer Operasyonu         | Kara Tankeri Üzerinde Yüksekte Çalışma             | 6                        | 6       | 40     | 1440       | Operatörlere temel İSG eğitimi ve yüksekte çalışma eğitimi verilmelidir. Operasyonlar mümkün olduğunca yerde yapılmalıdır. Kara tankerlerinin üzerinde yapılacak yüksekte çalışmalarda tanker merdivenleri ve korkuluklarının sağlamlıkları kontrol edildikten sonra çalışma paraşüt tipi emniyet kemeri takılarak yapılmalıdır. | 3                                                           | 3       | 7      | 63         |
| 31 | Transfer Operasyonu         | Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması | 3                        | 3       | 15     | 135        | Kara tankerlerinde yürütülen operasyonlara uygun olacak şekilde operatörlerin antistatik kişisel koruyucu donanım (reflektörlü iş elbisesi, baret, eldiven, iş ayakkabısı, gözlük ve paraşüt tipi emniyet kemeri vb.) kullanması sağlanmalıdır.                                                                                  | 3                                                           | 2       | 7      | 42         |
| 32 | Transfer Operasyonu         | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler             | 3                        | 2       | 100    | 600        | Kara tankerlerine yapılan yüklemelerin tanker gözlerinin kapasitesine göre yüklenmesi ve taşmaların engellenmesi önemlidir. Tankerde ve yükleme alanında acil durum döküntü kitleri bulundurulmalı ve acil durumlarda kullanılması için hazır tutulmalıdır. Dökülme tatbikatlarının yapılması önemlidir.                         | 3                                                           | 2       | 7      | 42         |

Tablo 6.13’de, ham petrol ve petrol türevleri yüklerinin elleçlendiği sıvı yük terminallerinde risk analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucuna göre, depolama tehlike kaynağında statik elektrik oluşması riski, hesaplanan 10000 risk skoruyla en yüksek risk skoruna sahip olmuştur. Aynı risk, belirlenen risk kontrol tedbiri sonrasında 63 risk skoruna düşürülmüştür. Risk skorlarına göre; depolama tehlike kaynağında uygun olmayan koşullarda sıcak çalışma yapılması riski hesaplanan 6000 risk skoruyla 2. sırada, depolama tehlike kaynağında oksijen düzeyi yetersiz ortam oluşması ve transfer tehlike kaynağında kara tankeri üzerinde yüksekte çalışma riski hesaplanan 1440 risk skoruyla

3. sırada yer almışlardır. İlk üç sıradaki riskler, 1. risk düzeyi olan çok yüksek risk kategorisinde yer almaktadır. Yükleme tehlike kaynağında olumsuz hava koşulları, kimyasal sıvı madde ile temas edilmesi ve yükün numune ile kontrolünün sağlanmaması riskleri 42 risk skoruyla en düşük risk skoruna sahip olmuşlardır. Risk skorlarına göre en düşük riski 90 risk skoruyla yükleme tehlike kaynağında yükleme sınırının aşılması/aşırı yükleme yapılması riski takip etmektedir. Sonuçlara göre, altı adet risk ise 135 risk skoruyla düşük riskler içerisinde 3. sırada yer almıştır. Olumsuz hava koşulları, kimyasal sıvı madde ile temas edilmesi ve yükün numune ile kontrolünün sağlanmaması riskleri 4. risk düzeyi olan kesin risk kategorisinde ve yükleme sınırının aşılması/aşırı yükleme yapılması riski ise 3. risk düzeyi olan önemli risk kategorisinde yer almaktadır. Risk analizi genelinde tespit edilen 32 adet tehlike içerisinde 17 adeti, 1. risk düzeyi olan çok yüksek risk kategorisinde hesaplanmıştır. Risk analizi tablosunda ulaşılan risk skorlarının risk düzeylerine göre kategorize edilmesi Şekil 6.2’de verilmiştir.



Şekil 6.2. Ham Petrol ve Petrol Türevleri Yük Operasyonlarının Fine Kinney Risk Düzey Dağılımı (%)

Risk analizi sonucunda risk skorlarının değerlendirilmesiyle verilen Şekil 6.2’deki risk düzey dağılımına göre; risklerin %53’ü çok yüksek (1. risk düzeyi), %16’sı yüksek (2. risk düzeyi), %22’si önemli (3. risk düzeyi) ve %9’u kesin (4. risk düzeyi) risk olarak hesaplanmıştır. Kabul edilebilir (5. risk düzeyi) risk kategorisinde risk bulunmamaktadır. Risk analizinde ilk aşamada hesaplanan risk skorlarından %37,5’i risk kontrol tedbirleri sonrasında kabul edilebilir (5. risk düzeyi) riske düşürülmüştür. Risklerden, 3 adeti önemli risk (3. risk düzeyi) ve 17 adeti de kesin risk (4. risk düzeyi) kategorisine düşürülmüştür.

Tablo 6.14. Sıvılaştırılmış Gaz Yük Operasyonlarının Fine Kinney Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                               | Risk<br>Derecelendirmesi |         |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                                                    | Risk Kontrol Tedbirleri<br>Sonrası<br>Risk Derecelendirmesi |         |        |            |
|----|-----------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------|---------|--------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|--------|------------|
|    |                             |                                                    | Olasılık                 | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Olasılık                                                    | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |
| 1  | Yükleme Operasyonu          | Olumsuz Hava Koşulları                             | 3                        | 2       | 7      | 42         | Hava koşulları önceden tahmin edilerek kayıt altına alınmalı. Yağış, fırtına, sis, rüzgar, sıcaklık ve kar gibi koşulların operasyonları olumsuz etkileyecek düzeye ulaşması halinde operasyonlar durdurulmalıdır.                                                                         | 3                                                           | 2       | 3      | 18         |
| 2  | Yükleme Operasyonu          | Yük Elleçleme Ekipmanlarının Arızalı Olması        | 6                        | 3       | 40     | 720        | Yüke verilen yükleme, boşaltma, depolama hizmetleri için kullanılan manifold, vana ve pompa sistemi gibi ekipmanların periyodik kontrol ve bakımlarının düzenli olarak yapılmasıyla oluşabilecek arızaların önüne geçilmelidir.                                                            | 3                                                           | 2       | 7      | 42         |
| 3  | Yükleme Operasyonu          | Yükleme Sınırının Aşılması/Aşırı Yükleme Yapılması | 3                        | 2       | 7      | 42         | Yükleme yapılmadan önce maksimum yükleme kapasitelerinin belirlenmesi ve yüklemenin bu değere uygun yapılması gereklidir. Yükleme esnasında dökülmelerin yaşanmaması için uygun miktarda ürünün yüklenmesi kontrol edilmelidir.                                                            | 1                                                           | 1       | 7      | 7          |
| 4  | Yükleme Operasyonu          | Kimyasal Sıvı Madde ile Temas Edilmesi             | 3                        | 2       | 15     | 90         | Çalışanlara temel İSG, kimyasal maddeler ile çalışma, MSDS, acil durum ve ilk yardım eğitimleri verilmelidir. Yükleme operasyonlarına uygun olacak şekilde çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanması sağlanmalıdır. Çalışma alanlarında tam vücut ve göz duşları bulundurulmalıdır. | 3                                                           | 1       | 7      | 21         |

Tablo 6.14. (Devam) Sıvılaştırılmış Gaz Yük Operasyonlarının Fine Kinney Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                                   | Risk<br>Derecelendirmesi |         |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                                                      | Risk Kontrol Tedbirleri<br>Sonrası<br>Risk Derecelendirmesi |         |        |            |
|----|-----------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------|---------|--------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|--------|------------|
|    |                             |                                                        | Olasılık                 | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Olasılık                                                    | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |
| 5  | Yükleme Operasyonu          | Yükün Numune ile Kontrolünün Sağlanmaması              | 3                        | 2       | 7      | 42         | Yüke verilen hizmetlerden kaynaklı oluşabilecek kimyasal bozulmaların tespiti için yükten numune alınarak kayıt altına alınması gereklidir.                                                                                                                                                  | 3                                                           | 1       | 3      | 9          |
| 6  | Yükleme Operasyonu          | Ekipmanlardan Kaynaklı Gürültü ve Titreşim Oluşması    | 6                        | 3       | 7      | 126        | Kullanılan ekipmanlardan kaynaklı oluşabilecek gürültü için kişisel ve ortam, titreşim için ise el kol ve bütün vücut titreşim maruziyet değerleri ölçülmelidir. Çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanması sağlanmalıdır.                                                             | 3                                                           | 1       | 3      | 9          |
| 7  | Yükleme Operasyonu          | Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması     | 3                        | 3       | 15     | 135        | Yükleme operasyonlarına uygun olacak şekilde çalışanların antistatik kişisel koruyucu donanım (reflektörlü iş elbisesi, baret, eldiven, iş ayakkabısı, gözlük ve paraşüt tipi emniyet kemeri vb.) kullanması sağlanmalıdır.                                                                  | 3                                                           | 2       | 7      | 42         |
| 8  | Yükleme Operasyonu          | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler                 | 3                        | 2       | 100    | 600        | Yükleme operasyonlarında dökülmelerin engellenmesi için yükleme yapılacak alanın kapasitesine uygun yükleme yapılmalıdır. Alanda acil durum döküntü kitleri bulundurulmalı ve acil durumlarda kullanılması için hazır tutulmalıdır.                                                          | 3                                                           | 2       | 15     | 90         |
| 9  | Boşaltma Operasyonu         | Tank, Tank Konteyner veya IBC Tankların Hasarlı Olması | 3                        | 3       | 40     | 360        | Tank, tank konteyner veya IBC tankların günlük kontrolleri sağlanmalıdır. Oluşabilecek sızıntı ve dökülmelerin önüne geçebilmek için hasarlı tank, tank konteyner veya IBC tanklar kullanılmamalıdır.                                                                                        | 1                                                           | 2       | 7      | 14         |
| 10 | Boşaltma Operasyonu         | Yoğun Çalışma/Vardiyalı Çalışma Sistemi                | 3                        | 3       | 40     | 360        | Çalışanların yasal çalışma saatleri üzerinde çalışma yapmaları durumunda bir sonraki vardiyaya dinlenmiş olarak gelmesi için dinlenme süreleri ayarlanmalıdır. Vardiya değişimlerinde iş sürekliliğinin etkilenmemesi için çalışanlar arasında bilgi aktarımı uygun şekillerde yapılmalıdır. | 3                                                           | 2       | 7      | 42         |

Tablo 6.14. (Devam) Sıvılaştırılmış Gaz Yük Operasyonlarının Fine Kinney Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                                           | Risk<br>Derecelendirmesi |         |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                      | Risk Kontrol Tedbirleri<br>Sonrası<br>Risk Derecelendirmesi |         |        |            |
|----|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------|---------|--------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|--------|------------|
|    |                             |                                                                | Olasılık                 | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                              | Olasılık                                                    | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |
| 11 | Boşaltma Operasyonu         | Aydınlatmanın Yetersiz Olması                                  | 3                        | 3       | 15     | 135        | Yürütülen operasyonlar süresince kesintisiz ve yeterli düzeyde aydınlatmanın sağlanması gereklidir. Aydınlatma düzeyi periyodik olarak ölçülmeli ve kontrol edilmelidir.                                                     | 1                                                           | 2       | 3      | 6          |
| 12 | Boşaltma Operasyonu         | Gemi ve Terminal Arasında İletişim Yetersizliği                | 3                        | 2       | 100    | 600        | Operasyonların başlatılması, yürütülmesi ve sonlandırılması için gemi personeli ve terminal personelleri arasında iletişim etkili ve kesintisiz şekilde sağlanmalıdır.                                                       | 1                                                           | 2       | 7      | 14         |
| 13 | Boşaltma Operasyonu         | Çalışanların Kişisel Korumaya Donanım Kullanmaması             | 3                        | 3       | 15     | 135        | Boşaltma operasyonlarına uygun olacak şekilde çalışanların antistatik kişisel koruyucu donanım (reflektörlü iş elbisesi, baret, eldiven, iş ayakkabısı, gözlük ve paraşüt tipi emniyet kemeri vb.) kullanması sağlanmalıdır. | 3                                                           | 2       | 7      | 42         |
| 14 | Boşaltma Operasyonu         | Operasyon Sürecinde Çalışanlara Uygun Talimatların Verilmemesi | 3                        | 3       | 40     | 360        | Çalışanlara, yürütülen operasyonlara ait talimatlar yazılı ve sözlü olarak anlaşılır şekilde verilmelidir.                                                                                                                   | 1                                                           | 2       | 7      | 14         |
| 15 | Boşaltma Operasyonu         | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler                         | 3                        | 2       | 100    | 600        | Boşaltma operasyonlarında kullanılan manifold, vana ve pompa sistemi ekipmanların hasarlanması halinde sıvı yüklerin suya, havaya ve toprağa karışmadan yüke ait MSDS formunda belirtilen yöntemler ile temizlenmelidir.     | 3                                                           | 2       | 15     | 90         |
| 16 | Depolama Operasyonu         | Depolama Alanının ve Yükün Uygun Olmaması                      | 3                        | 2       | 40     | 240        | Yükün terminale önceden bildirimi yapılmalı ve yükün MSDS ve IMDG koda göre depolama özelliklerine uygun olacak alanlarda depolanması için hazırlık yapılmalıdır.                                                            | 1                                                           | 2       | 7      | 14         |

Tablo 6.14. (Devam) Sıvılaştırılmış Gaz Yük Operasyonlarının Fine Kinney Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                                                  | Risk<br>Derecelendirmesi |         |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Risk Kontrol Tedbirleri<br>Sonrası<br>Risk Derecelendirmesi |         |        |            |
|----|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------|--------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|--------|------------|
|    |                             |                                                                       | Olasılık                 | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Olasılık                                                    | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |
| 17 | Depolama Operasyonu         | Yüklerin Etiketlenmemesi veya Yanlış Etiketleme                       | 1                        | 3       | 15     | 45         | Depolanan yüklerin özelliklerini belirten tehlike etiketleri IMDG kodda belirtilen hükümlere uygun olacak şekilde hazırlanmalı ve yükün bulunduğu alanlara asılmalıdır.                                                                                                                                        | 1                                                           | 2       | 7      | 14         |
| 18 | Depolama Operasyonu         | IMDG Kodu ve MSDS Kurallarına Uygun Olmayan Yük Ayırıştırma Yapılması | 3                        | 2       | 100    | 600        | Kimyasalların üretici veya tedarikçilerinden MSDS formları temin edilmelidir. MSDS formları ve IMDG kodunda belirtilen ayırıştırma kurallarına uygun olacak şekillerde ve mesafelerde depolama operasyonu yapılmalıdır.                                                                                        | 1                                                           | 2       | 15     | 30         |
| 19 | Depolama Operasyonu         | Yangın Söndürme Sistemlerinin Uygun Olmaması veya Aktif Olmaması      | 3                        | 2       | 100    | 600        | Depolama alanlarında yangın sistemleri yüke uygun olmalıdır. Yangın söndürme ve algılama sistemlerinin periyodik kontrolleri yapılarak çalışır durumda olması sağlanmalıdır. Acil durum tatbikat ve eğitimleriyle çalışanlara farkındalık kazandırılmalıdır.                                                   | 1                                                           | 1       | 15     | 15         |
| 20 | Depolama Operasyonu         | Uygun Olmayan Koşullarda Sıcak Çalışma Yapılması                      | 6                        | 3       | 100    | 1800       | Çalışma öncesinde sıcak çalışma izninin alınması, ortam ölçümlerinin çalışma öncesi ve esnasında yapılarak kayıt altına alınması, yapılan işin denetimi ve gözetiminin sağlanması gerekmektedir. Olası parlama ve yangına karşı çalışma alanında uygun yangın söndürme cihazlarının bulundurulması gereklidir. | 3                                                           | 3       | 15     | 135        |
| 21 | Depolama Operasyonu         | Statik Elektrik Oluşması                                              | 6                        | 3       | 100    | 1800       | Depolama alanlarında statik elektriğe karşı topraklama yapılmalıdır. Topraklama ölçümlerinin periyodik olarak yapılması ve kayıt altına alınması gereklidir. Kullanılan ekipmanlar exproof özellikte ve depolama operasyonlarında çalışanların kullandığı KKD'ler antistatik özellikte olmalıdır.              | 3                                                           | 2       | 7      | 42         |
| 22 | Depolama Operasyonu         | Kapalı Alana Giriş Kurallarına Uyulmaması                             | 3                        | 6       | 40     | 720        | Kapalı alan çalışmaları için iş izin sisteminin oluşturulması, çalışacak personelin sağlık durumunun çalışmaya uygun olması, kapalı alan ölçümlerinin kalibrasyonlu cihazlarla yapılması, çalışma boyunca gözcü bulundurulması ve çalışma alanının havalandırılması sağlanmalıdır.                             | 2                                                           | 2       | 15     | 60         |

Tablo 6.14. (Devam) Sıvılaştırılmış Gaz Yük Operasyonlarının Fine Kinney Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

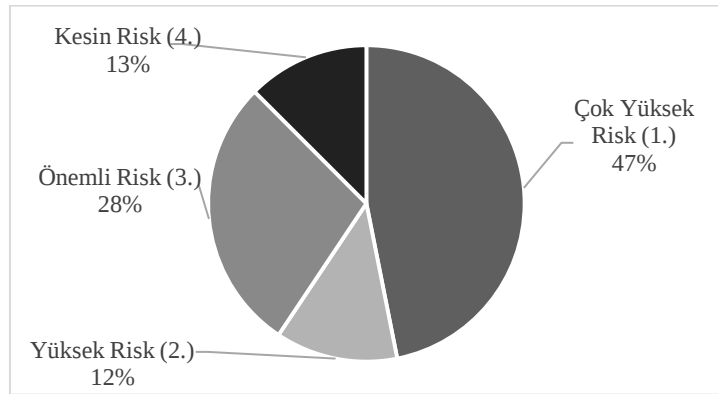
| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                                         | Risk<br>Derecelendirmesi |         |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                          | Risk Kontrol Tedbirleri<br>Sonrası<br>Risk Derecelendirmesi |         |        |            |
|----|-----------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------|---------|--------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|--------|------------|
|    |                             |                                                              | Olasılık                 | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                  | Olasılık                                                    | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |
| 23 | Depolama Operasyonu         | Oksijen Düzeyi Yetersiz Ortam Oluşması                       | 6                        | 3       | 40     | 720        | Yapılacak çalışmadan önce çalışma izinlerinin alınması ve ortam ölçümlerinin yapılarak sürekli kayıt altına alınması sağlanmalıdır. Oksijen düzeyinin yeterli seviyenin altında gözlenmesi durumunda iş durdurulmalıdır.                         | 3                                                           | 2       | 15     | 90         |
| 24 | Depolama Operasyonu         | Havalandırmanın Olmaması veya Yetersiz Olması                | 6                        | 3       | 40     | 720        | Depolama alanındaki yüklere uygun mekanik veya doğal havalandırmanın olması sağlanmalı ve çalışır durumda olması kontrol edilmelidir. Yapılacak çalışmalarda iş izinleri alınmalı ve ortam ölçümü yapılarak kayıt altına alınmalıdır.            | 3                                                           | 1       | 15     | 45         |
| 25 | Depolama Operasyonu         | Çalışanların Kişisel Korumaya Donanım Kullanmaması           | 3                        | 3       | 15     | 135        | Depolama alanlarında yürütülen operasyonlara uygun olacak şekilde çalışanların antistatik kişisel koruyucu donanım (reflektörlü iş elbisesi, baret, eldiven, iş ayakkabısı, gözlük ve paraşüt tipi emniyet kemeri vb.) kullanması sağlanmalıdır. | 3                                                           | 2       | 7      | 42         |
| 26 | Depolama Operasyonu         | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler                       | 3                        | 2       | 100    | 600        | Depolanan yüklerde oluşacak saçılma, dökülme ve sızıntı gibi durumlarda, alan ve çevre yüke ait MSDS formunda belirtilen yöntemler ile temizlenmelidir.                                                                                          | 3                                                           | 2       | 15     | 90         |
| 27 | Transfer Operasyonu         | Yükün ADR'ye Uygun Olmayan Araçlara Yükleneceği ve Taşınması | 6                        | 2       | 40     | 480        | Sıvılaştırılmış gazların yükleneceği kara tankerlerinin ADR yönetmeliğine uygunluğu ve araç lisansının kontrolü gerçekleştirilmeden yükleme yapılmamalıdır. Gerekli izinlerin alınması sonrasında yükleme operasyonu gerçekleştirilmelidir.      | 3                                                           | 1       | 7      | 21         |
| 28 | Transfer Operasyonu         | Kullanılan Araçların Muayenelerinin Yapılmaması              | 6                        | 2       | 15     | 180        | Kullanılacak olan kara tankerlerinin yasal yükümlülüklerde yer alan periyodik muayenelerinin yapılmış olması gerekmektedir. Periyodik muayeneleri yapılmış kara tankerlerine ürünlerin yüklenmesine onay verilmelidir.                           | 3                                                           | 1       | 7      | 21         |

Tablo 6.14. (Devam) Sıvılaştırılmış Gaz Yük Operasyonlarının Fine Kinney Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                               | Risk<br>Derecelendirmesi |         |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Risk Kontrol Tedbirleri<br>Sonrası<br>Risk Derecelendirmesi |         |        |            |
|----|-----------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------|---------|--------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|--------|------------|
|    |                             |                                                    | Olasılık                 | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Olasılık                                                    | Frekans | Şiddet | Risk Skoru |
| 29 | Transfer Operasyonu         | Maksimum Yükleme Kapasitesinin Aşılması            | 1                        | 1       | 100    | 100        | Yükleme yapılacak olan kara tankerlerinin maksimum kapasitelerinin önceden bilinmesi ve ona göre yükleme yapılması gereklidir. Yükleme esnasında taşmaların yaşanmaması için uygun tanker gözüne uygun miktarda ürünün yüklenmesi kontrol edilmelidir.                                                                           | 1                                                           | 1       | 7      | 7          |
| 30 | Transfer Operasyonu         | Kara Tankeri Üzerinde Yüksekte Çalışma             | 6                        | 2       | 40     | 480        | Operatörlere temel İSG eğitimi ve yüksekte çalışma eğitimi verilmelidir. Operasyonlar mümkün olduğunca yerde yapılmalıdır. Kara tankerlerinin üzerinde yapılacak yüksekte çalışmalarda tanker merdivenleri ve korkuluklarının sağlamlıkları kontrol edildikten sonra çalışma paraşüt tipi emniyet kemeri takılarak yapılmalıdır. | 3                                                           | 1       | 7      | 21         |
| 31 | Transfer Operasyonu         | Çalışanların Kişisel Korumacı Donanım Kullanmaması | 3                        | 3       | 15     | 135        | Kara tankerlerinde yürütülen operasyonlara uygun olacak şekilde operatörlerin antistatik kişisel koruyucu donanım (reflektörlü iş elbisesi, baret, eldiven, iş ayakkabısı, gözlük ve paraşüt tipi emniyet kemeri vb.) kullanması sağlanmalıdır.                                                                                  | 3                                                           | 2       | 7      | 42         |
| 32 | Transfer Operasyonu         | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler             | 3                        | 2       | 100    | 600        | Kara tankerlerine yapılan yüklemelerin tanker gözlerinin kapasitesine göre yüklenmesi ve taşmaların engellenmesi önemlidir. Tankerde ve yükleme alanında acil durum döküntü kitleri bulundurulmalı ve acil durumlarda kullanılması için hazır tutulmalıdır. Dökülme tatbikatlarının yapılması önemlidir.                         | 3                                                           | 2       | 15     | 90         |

Tablo 6.14'te, sıvılaştırılmış gaz yüklerinin elleçlendiği sıvı yük terminallerinde risk analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucuna göre, depolama tehlike kaynağında statik elektrik oluşması ve uygun olmayan koşullarda sıcak çalışma yapılması riskleri

hesaplanan 1800 risk skoruyla en yüksek risk skoruna sahip olmuştur. Aynı riskler, belirlenen risk kontrol tedbiri sonrasında sırasıyla 42 ve 135 risk skorlarına düşürülmüştür. Risk skor sonuçlarına göre, 720 risk skoruyla dört adet risk 2. sırada ve 600 risk skoruyla yedi adet risk ise 3. sırada yer almaktadır. İlk üç sıradaki riskler, 1. risk düzeyi olan çok yüksek risk kategorisinde yer almaktadır. Yükleme tehlike kaynağında olumsuz hava koşulları, yükleme sınırının aşılması/aşırı yükleme yapılması ve yükün numune ile kontrolünün sağlanmaması riskleri 42 risk skoruyla en düşük risk skoruna sahip olmuşlardır. Risk skorlarına göre, en düşük riski 45 risk skoruyla depolama tehlike kaynağında yüklerin etiketlenmemesi veya yanlış etiketleme ve 100 risk skoruyla transfer tehlike kaynağında maksimum yükleme kapasitesinin aşılması riskleri takip etmektedir. Olumsuz hava koşulları, yükleme sınırının aşılması/aşırı yükleme yapılması, yükün numune ile kontrolünün sağlanmaması ve yüklerin etiketlenmemesi veya yanlış etiketlenme riskleri 4. risk düzeyi olan kesin risk kategorisinde ve maksimum yükleme kapasitesinin aşılması riski ise 3. risk düzeyi olan önemli risk kategorisinde yer almaktadır. Risk analizi genelinde tespit edilen 32 adet tehlike içerisinde 15 adeti, 1. risk düzeyi olan çok yüksek risk kategorisinde hesaplanmıştır. Risk analizi tablosunda ulaşılan risk skorlarının risk düzeylerine göre kategorize edilmesi Şekil 6.3'te verilmiştir.



Şekil 6.3. Sıvılaştırılmış Gaz Yük Operasyonlarının Fine Kinney Risk Düzey Dağılımı (%)

Risk analizi sonucunda risk skorlarının değerlendirilmesiyle verilen Şekil 6.3'teki risk düzey dağılımına göre; risklerin %47'si çok yüksek (1. risk düzeyi), %12'si yüksek (2. risk düzeyi), %28'i önemli (3. risk düzeyi) ve %13'ü kesin (4. risk düzeyi) risk olarak hesaplanmıştır. Kabul edilebilir (5. risk düzeyi) risk kategorisinde risk bulunmamaktadır. Risk analizinde ilk aşamada hesaplanan risk skorlarından %34,4'ü risk kontrol tedbirleri

sonrasında kabul edilebilir (5. risk düzeyi) riske düşürülmüştür. Risklerden, 6 adeti önemli risk (3. risk düzeyi) ve 15 adeti de kesin risk (4. risk düzeyi) kategorisine düşürülmüştür.

Üç yük türüne göre gerçekleştirilen risk analizinde, hesaplanan risk skorları farklı olsa da ortak olarak depolama tehlike kaynağında statik elektrik oluşması riski en yüksek, yükleme tehlike kaynağında olumsuz hava koşulları ise en düşük risk olarak belirlenmiştir. Gerçekleştirilen risk analizlerinde üç yük türü de incelendiğinde aynı risk skorlarına sahip risklerin olduğu görülmüştür. Fine Kinney yöntem parametreleri olan olasılık, şiddet ve frekansın çarpılmasıyla hesaplanan risk skorları, farklı değerlerin çarpılmasıyla da aynı sonuca ulaşabilmektedir. Bu duruma örnek olarak sıvılaştırılmış gaz yük türü risk analizinde, iki farklı riskin 720 risk skoruna sahip olduğu fakat olasılık, frekans ve şiddet değerlerinin sırası ile 6-3-40 ve 3-6-40 şeklinde olduğu görülmüştür. Olasılık ve frekans değerleri farklı olsa da hesaplanan risk skoru ve risk düzeyi aynı olmuştur. Risk analizinde aynı risk skoruna ulaşılması, risk kontrol tedbirlerinin uygulanması aşamasında karşımıza zorluk olarak çıkmaktadır. Çünkü eşit skora sahip risklerin önceliklendirilmesi için belirli bir kural bulunmamaktadır.

Üç yük türünün risk analizi karşılaştırıldığında, 1. risk düzeyinde riskler en çok ham petrol ve petrol türevlerinde (%53) ve 4. risk düzeyinde riskler ise en çok sıvılaştırılmış gazlarda (%13) olmuştur. Son olarak, risk kontrol tedbirleri sonrasında hesaplanan risk skorlarına göre riskler tamamen kabul edilebilir düzeye düşürülememiştir. Bu durumda, risklerin büyük çoğunluğu etkisini sürdürmeye devam etmektedir.

### **6.3. 5x5 L Tipi Matris Yöntemiyle Risk Analizi**

Sıvı yük terminallerinde tespit edilen riskler, kantitatif risk analiz yöntemlerinden biri olan 5x5 L tipi matris yöntemiyle analiz edilmiştir. Risk analizi ve değerlendirmesi aşamasında, sıvı yük terminallerinin yük türlerine göre sınıflandırılması dikkate alınarak sıvı kimyasal yük, ham petrol ve petrol türevleri ve sıvılaştırılmış gazların elleçlendiği terminaller ayrı ayrı düşünülerek üç yük türüne göre risk analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda hesaplanan skorlara göre risk düzeyleri belirlenmiş ve risk kontrol tedbirleri tespit edilmiştir. Risk kontrol tedbirleri sonrasında tekrardan risk skorları

hesaplanmıştır. Tablo 6.15, Tablo 6.16 ve Tablo 6.17’de sırası ile sıvı kimyasal yük, ham petrol ve petrol türevleri ve sıvılaştırılmış gazların risk analizi verilmiştir.

Tablo 6.15. Sıvı Kimyasal Yük Operasyonlarının 5x5 L Tipi Matris Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                                 | Risk<br>Derecelendirmesi |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                                                      | Risk Kontrol<br>Tedbirleri Sonrası<br>Risk<br>Derecelendirmesi |        |            |
|----|-----------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------|--------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------|------------|
|    |                             |                                                      | Olasılık                 | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Olasılık                                                       | Şiddet | Risk Skoru |
| 1  | Yükleme Operasyonu          | Olumsuz Hava Koşulları                               | 3                        | 3      | 9          | Hava koşulları önceden tahmin edilerek kayıt altına alınmalı. Yağış, fırtına, sis, rüzgar, sıcaklık ve kar gibi koşulların operasyonları olumsuz etkileyecek düzeye ulaşması halinde operasyonlar durdurulmalıdır.                                                                           | 3                                                              | 1      | 3          |
| 2  | Yükleme Operasyonu          | Yük Elleçleme Ekipmanlarının Arızalı Olması          | 4                        | 5      | 20         | Yüke verilen yükleme, boşaltma, depolama hizmetleri için kullanılan manifold, vana ve pompa sistemi gibi ekipmanların periyodik kontrol ve bakımlarının düzenli olarak yapılmasıyla oluşabilecek arızaların önüne geçilmelidir.                                                              | 3                                                              | 3      | 9          |
| 3  | Yükleme Operasyonu          | Yükleme Sınırının Aşılması/Aşırı Yüklemeye Yapılması | 5                        | 5      | 25         | Yükleme yapılmadan önce maksimum yükleme kapasitelerinin belirlenmesi ve yüklemenin bu değere uygun yapılması gereklidir. Yüklemeye esnasında dökülmelerin yaşanmaması için uygun miktarda ürünün yüklenmesi kontrol edilmelidir.                                                            | 1                                                              | 3      | 3          |
| 4  | Yükleme Operasyonu          | Kimyasal Sıvı Madde ile Temas Edilmesi               | 3                        | 4      | 12         | Çalışanlara temel İSG, kimyasal maddeler ile çalışma, MSDS, acil durum ve ilk yardım eğitimleri verilmelidir. Yüklemeye operasyonlarına uygun olacak şekilde çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanması sağlanmalıdır. Çalışma alanlarında tam vücut ve göz duşları bulundurulmalıdır. | 2                                                              | 2      | 4          |
| 5  | Yükleme Operasyonu          | Yükün Numune ile Kontrolünün Sağlanmaması            | 5                        | 2      | 10         | Yüke verilen hizmetlerden kaynaklı oluşabilecek kimyasal bozulmaların tespiti için yükten numune alınarak kayıt altına alınması gereklidir.                                                                                                                                                  | 3                                                              | 1      | 3          |
| 6  | Yükleme Operasyonu          | Ekipmanlardan Kaynaklı Gürültü ve Titreşim Oluşması  | 4                        | 4      | 16         | Kullanılan ekipmanlardan kaynaklı oluşabilecek gürültü için kişisel ve ortam, titreşim için ise el kol ve bütün vücut titreşim maruziyet değerleri ölçülmelidir. Çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanması sağlanmalıdır.                                                             | 2                                                              | 2      | 4          |
| 7  | Yükleme Operasyonu          | Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması   | 4                        | 4      | 16         | Yüklemeye operasyonlarına uygun olacak şekilde çalışanların antistatik kişisel koruyucu donanım (reflektörlü iş elbisesi, baret, eldiven, iş ayakkabısı, gözlük ve paraşüt tipi emniyet kemeri vb.) kullanması sağlanmalıdır.                                                                | 2                                                              | 3      | 6          |

Tablo 6.15. (Devam) Sıvı Kimyasal Yük Operasyonlarının 5x5 L Tipi Matris Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                                           | Risk<br>Derecelendirmesi |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                                                    | Risk Kontrol<br>Tedbirleri Sonrası<br>Risk<br>Derecelendirmesi |        |            |
|----|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------|--------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------|------------|
|    |                             |                                                                | Olasılık                 | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Olasılık                                                       | Şiddet | Risk Skoru |
| 8  | Yükleme Operasyonu          | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler                         | 3                        | 5      | 15         | Yükleme operasyonlarında dökülmelerin engellenmesi için yükleme yapılacak alanın kapasitesine uygun yükleme yapılmalıdır. Alanda acil durum döküntü kitleri bulundurulmalı ve acil durumlarda kullanılması için hazır tutulmalıdır.                                                        | 2                                                              | 3      | 6          |
| 9  | Boşaltma Operasyonu         | Tank, Tank Konteyner veya IBC Tankların Hasarlı Olması         | 3                        | 4      | 12         | Tank, tank konteyner veya IBC tankların günlük kontrolleri sağlanmalıdır. Oluşabilecek sızıntı ve dökülmelerin önüne geçebilmek için hasarlı tank, tank konteyner veya IBC tanklar kullanılmamalıdır.                                                                                      | 2                                                              | 3      | 6          |
| 10 | Boşaltma Operasyonu         | Yoğun Çalışma/Vardiyalı Çalışma Sistemi                        | 4                        | 4      | 16         | Çalışanların yasal çalışma saatleri üzerinde çalışma yapmaları durumunda bir sonraki vardiya dinlenmiş olarak gelmesi için dinlenme süreleri ayarlanmalıdır. Vardiya değişimlerinde iş sürekliliğinin etkilenmemesi için çalışanlar arasında bilgi aktarımı uygun şekillerde yapılmalıdır. | 3                                                              | 3      | 9          |
| 11 | Boşaltma Operasyonu         | Aydınlatmanın Yetersiz Olması                                  | 3                        | 3      | 9          | Yürütülen operasyonlar süresince kesintisiz ve yeterli düzeyde aydınlatmanın sağlanması gereklidir. Aydınlatma düzeyi periyodik olarak ölçülmeli ve kontrol edilmelidir.                                                                                                                   | 2                                                              | 2      | 4          |
| 12 | Boşaltma Operasyonu         | Gemi ve Terminal Arasında İletişim Yetersizliği                | 3                        | 5      | 15         | Operasyonların başlatılması, yürütülmesi ve sonlandırılması için gemi personeli ve terminal personelleri arasında iletişim etkili ve kesintisiz şekilde sağlanmalıdır.                                                                                                                     | 2                                                              | 3      | 6          |
| 13 | Boşaltma Operasyonu         | Çalışanların Kişisel Korumaya Donanım Kullanmaması             | 4                        | 4      | 16         | Boşaltma operasyonlarına uygun olacak şekilde çalışanların antistatik kişisel koruyucu donanım (reflektörlü iş elbisesi, baret, eldiven, iş ayakkabısı, gözlük ve paraşüt tipi emniyet kemeri vb.) kullanması sağlanmalıdır.                                                               | 2                                                              | 3      | 6          |
| 14 | Boşaltma Operasyonu         | Operasyon Sürecinde Çalışanlara Uygun Talimatların Verilmemesi | 3                        | 4      | 12         | Çalışanlara, yürütülen operasyonlara ait talimatlar yazılı ve sözlü olarak anlaşılır şekilde verilmelidir.                                                                                                                                                                                 | 2                                                              | 3      | 6          |

Tablo 6.15. (Devam) Sıvı Kimyasal Yük Operasyonlarının 5x5 L Tipi Matris Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                                                           | Risk<br>Derecelendirmesi |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Risk Kontrol<br>Tedbirleri Sonrası<br>Risk<br>Derecelendirmesi |        |            |
|----|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------|------------|
|    |                             |                                                                                | Olasılık                 | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Olasılık                                                       | Şiddet | Risk Skoru |
| 15 | Boşaltma Operasyonu         | Çevre Kirliliği ve<br>Mekânsal Problemler                                      | 3                        | 5      | 15         | Boşaltma operasyonlarında kullanılan manifold, vana ve pompa sistemi ekipmanların hasarlanması halinde sıvı yüklerin suya, havaya ve toprağa karışmadan yüke ait MSDS formunda belirtilen yöntemler ile temizlenmelidir.                                                                                       | 2                                                              | 3      | 6          |
| 16 | Depolama Operasyonu         | Depolama Alanının<br>ve Yükün Uygun<br>Olmaması                                | 3                        | 5      | 15         | Yükün terminale önceden bildirimi yapılmalı ve yükün MSDS ve IMDG koda göre depolama özelliklerine uygun olacak alanlarda depolanması için hazırlık yapılmalıdır.                                                                                                                                              | 1                                                              | 3      | 3          |
| 17 | Depolama Operasyonu         | Yüklerin<br>Etiketlenmemesi veya<br>Yanlış Etiketleme                          | 4                        | 3      | 12         | Depolanan yüklerin özelliklerini belirten tehlike etiketleri IMDG kodda belirtilen hükümlere uygun olacak şekilde hazırlanmalı ve yükün bulunduğu alanlara asılmalıdır.                                                                                                                                        | 2                                                              | 3      | 6          |
| 18 | Depolama Operasyonu         | IMDG Kodu ve MSDS<br>Kurallarına Uygun Olmayan<br>Yük Ayırıştırma<br>Yapılması | 3                        | 5      | 15         | Kimyasalların üretici veya tedarikçilerinden MSDS formları temin edilmelidir. MSDS formları ve IMDG kodunda belirtilen ayırıştırma kurallarına uygun olacak şekillerde ve mesafelerde depolama operasyonu yapılmalıdır.                                                                                        | 2                                                              | 2      | 4          |
| 19 | Depolama Operasyonu         | Yangın Söndürme<br>Sistemlerinin Uygun<br>Olmaması veya Aktif<br>Olmaması      | 4                        | 5      | 20         | Depolama alanlarında yangın sistemleri yüke uygun olmalıdır. Yangın söndürme ve algılama sistemlerinin periyodik kontrolleri yapılarak çalışır durumda olması sağlanmalıdır. Acil durum tatbikat ve eğitimleriyle çalışanlara farkındalık kazandırılmalıdır.                                                   | 4                                                              | 3      | 12         |
| 20 | Depolama Operasyonu         | Uygun Olmayan Koşullarda<br>Sıcak Çalışma Yapılması                            | 4                        | 5      | 20         | Çalışma öncesinde sıcak çalışma izninin alınması, ortam ölçümlerinin çalışma öncesi ve esnasında yapılarak kayıt altına alınması, yapılan işin denetimi ve gözetiminin sağlanması gerekmektedir. Olası parlama ve yangına karşı çalışma alanında uygun yangın söndürme cihazlarının bulundurulması gereklidir. | 2                                                              | 3      | 6          |

Tablo 6.15. (Devam) Sıvı Kimyasal Yük Operasyonlarının 5x5 L Tipi Matris Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

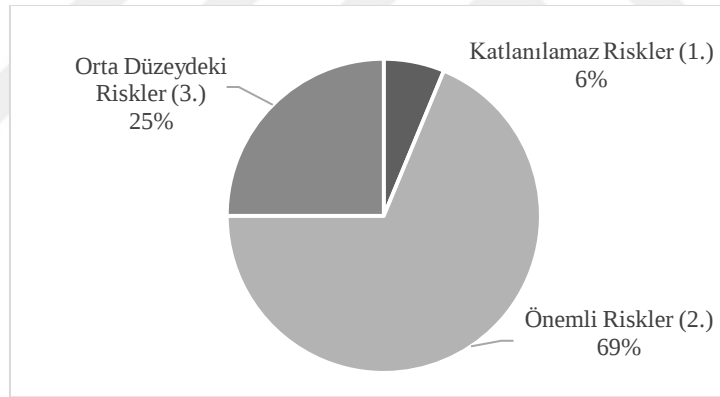
| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                                            | Risk<br>Derecelendirmesi |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                                                           | Risk Kontrol<br>Tedbirleri Sonrası<br>Risk<br>Derecelendirmesi |        |            |
|----|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------|--------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------|------------|
|    |                             |                                                                 | Olasılık                 | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Olasılık                                                       | Şiddet | Risk Skoru |
| 21 | Depolama Operasyonu         | Statik Elektrik Oluşması                                        | 5                        | 5      | 25         | Depolama alanlarında statik elektriğe karşı topraklama yapılmalıdır. Topraklama ölçümlerinin periyodik olarak yapılması ve kayıt altına alınması gereklidir. Kullanılan ekipmanlar exproof özellikte ve depolama operasyonlarında çalışanların kullandığı KKD'ler antistatik özellikte olmalıdır. | 3                                                              | 3      | 9          |
| 22 | Depolama Operasyonu         | Kapalı Alana Giriş Kurallarına Uyulmaması                       | 4                        | 5      | 20         | Kapalı alan çalışmaları için iş izin sisteminin oluşturulması, çalışacak personelin sağlık durumunun çalışmaya uygun olması, kapalı alan ölçümlerinin kalibrasyonlu cihazlarla yapılması, çalışma boyunca gözetim bulundurulması ve çalışma alanının havalandırılması sağlanmalıdır.              | 2                                                              | 3      | 6          |
| 23 | Depolama Operasyonu         | Oksijen Düzeyi Yetersiz Ortam Oluşması                          | 4                        | 4      | 16         | Yapılacak çalışmadan önce çalışma izinlerinin alınması ve ortam ölçümlerinin yapılarak sürekli kayıt altına alınması sağlanmalıdır. Oksijen düzeyinin yeterli seviyenin altında gözlenmesi durumunda iş durdurulmalıdır.                                                                          | 2                                                              | 3      | 6          |
| 24 | Depolama Operasyonu         | Havalandırmanın Olmaması veya Yetersiz Olması                   | 4                        | 4      | 16         | Depolama alanındaki yüklere uygun mekanik veya doğal havalandırmanın olması sağlanmalı ve çalışır durumda olması kontrol edilmelidir. Yapılacak çalışmalarda iş izinleri alınmalı ve ortam ölçümü yapılarak kayıt altına alınmalıdır.                                                             | 2                                                              | 3      | 6          |
| 25 | Depolama Operasyonu         | Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması              | 4                        | 4      | 16         | Depolama alanlarında yürütülen operasyonlara uygun olacak şekilde çalışanların antistatik kişisel koruyucu donanım (reflektörlü iş elbisesi, baret, eldiven, iş ayakkabısı, gözlük ve paraşüt tipi emniyet kemeri vb.) kullanması sağlanmalıdır.                                                  | 2                                                              | 3      | 6          |
| 26 | Depolama Operasyonu         | Çevre Kirliliği ve Mekanik Problemler                           | 3                        | 5      | 15         | Depolanan yüklerde oluşacak saçılma, dökülme ve sızıntı gibi durumlarda, alan ve çevre yüke ait MSDS formunda belirtilen yöntemler ile temizlenmelidir.                                                                                                                                           | 2                                                              | 3      | 6          |
| 27 | Transfer Operasyonu         | Yükün ADR'ye Uygun Olmayan Araçlara Yüklenebilmesi ve Taşınması | 5                        | 4      | 20         | Sıvı kimyasalların yükleneceği kara tankerlerinin ADR yönetmeliğine uygunluğunun ve araç lisansının kontrolü gerçekleştirilmeden yüklemeler yapılmamalıdır. Gerekli izinlerin alınması sonrasında yükleme operasyonu gerçekleştirilmelidir.                                                       | 3                                                              | 2      | 6          |

Tablo 6.15. (Devam) Sıvı Kimyasal Yük Operasyonlarının 5x5 L Tipi Matris Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                               | Risk<br>Derecelendirmesi |        |            | Risk Kontrol<br>Tebdirleri                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Risk Kontrol<br>Tebdirleri Sonrası<br>Risk<br>Derecelendirmesi |        |            |
|----|-----------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------|--------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------|------------|
|    |                             |                                                    | Olasılık                 | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Olasılık                                                       | Şiddet | Risk Skoru |
| 28 | Transfer Operasyonu         | Kullanılan Araçların Muayenelerinin Yapılmaması    | 3                        | 4      | 12         | Kullanılacak olan kara tankerlerinin yasal yükümlülüklerde yer alan periyodik muayenelerinin yapılmış olması gerekmektedir. Periyodik muayeneleri yapılmış kara tankerlerine ürünlerin yüklenmesine onay verilmelidir.                                                                                                           | 2                                                              | 2      | 4          |
| 29 | Transfer Operasyonu         | Maksimum Yükleme Kapasitesinin Aşılması            | 5                        | 4      | 20         | Yükleme yapılacak olan kara tankerlerinin maksimum kapasitelerinin önceden bilinmesi ve ona göre yükleme yapılması gereklidir. Yükleme esnasında taşmaların yaşanmaması için uygun tanker gözüne uygun miktarda ürünün yüklenmesi kontrol edilmelidir.                                                                           | 3                                                              | 2      | 6          |
| 30 | Transfer Operasyonu         | Kara Tankeri Üzerinde Yüksekte Çalışma             | 5                        | 4      | 20         | Operatörlere temel İSG eğitimi ve yüksekte çalışma eğitimi verilmelidir. Operasyonlar mümkün olduğunca yerde yapılmalıdır. Kara tankerlerinin üzerinde yapılacak yüksekte çalışmalarda tanker merdivenleri ve korkuluklarının sağlamlıkları kontrol edildikten sonra çalışma paraşüt tipi emniyet kemeri takılarak yapılmalıdır. | 3                                                              | 3      | 9          |
| 31 | Transfer Operasyonu         | Çalışanların Kişisel Korumaya Donanım Kullanmaması | 4                        | 4      | 16         | Kara tankerlerinde yürütülen operasyonlara uygun olacak şekilde operatörlerin antistatik kişisel koruyucu donanım (reflektörlü iş elbisesi, baret, eldiven, iş ayakkabısı, gözlük ve paraşüt tipi emniyet kemeri vb.) kullanması sağlanmalıdır.                                                                                  | 2                                                              | 3      | 6          |
| 32 | Transfer Operasyonu         | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler             | 3                        | 5      | 15         | Kara tankerlerine yapılan yüklemelerin tanker gözlerinin kapasitesine göre yüklenmesi ve taşmaların engellenmesi önemlidir. Tankerde ve yükleme alanında acil durum döküntü kitleri bulundurulmalı ve acil durumlarda kullanılması için hazır tutulmalıdır. Dökülme tatbikatlarının yapılması önemlidir.                         | 2                                                              | 3      | 6          |

Tablo 6.15’de, sıvı kimyasal yüklerin elleçlendiği sıvı yük terminallerinde risk analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucuna göre, yükleme tehlike kaynağında yük sınırının aşılması/aşırı yükleme yapılması ve depolama tehlike kaynağında statik elektrik oluşması riskleri, hesaplanan 25 risk skoruyla en yüksek risk skoruna sahip olmuşlardır. 25 risk skoruna sahip iki risk 1. risk düzeyinde yer almaktadır. Aynı riskler sırasıyla, belirlenen

risk kontrol tedbirleri sonrasında 3 ve 9 risk skorlarına düşürülmüştür. Risk skorlarına göre; yükleme tehlike kaynağında yük elleçleme ekipmanlarının arızalı olması, depolama tehlike kaynaklarından yangın söndürme sistemlerinin uygun olmaması veya aktif olmaması, uygun olmayan koşullarda sıcak çalışma yapılması, kapalı alana giriş kurallarına uyulmaması ve transfer tehlike kaynaklarından yükün ADR' ye uygun olmayan araçlara yüklenmesi ve taşınması, maksimum yükleme kapasitesinin aşılması ve kara tankeri üzerinde yüksekte çalışma riskleri hesaplanan 20 risk skoruyla 2. sırada yer almıştır. Yükleme tehlike kaynağında olumsuz hava koşulları ve boşaltma tehlike kaynağında aydınlatmanın yetersiz olması riskleri 9 risk skoruyla en düşük risk skoruna sahip olmuştur. Olumsuz hava koşulları ve aydınlatmanın yetersiz olması riskleri 3. risk düzeyi olan orta düzeydeki riskler kategorisinde yer almaktadır. Risk analizi genelinde tespit edilen 32 adet tehlike içerisinde 2 adeti, 1. risk düzeyi olan katlanılamaz riskler kategorisinde hesaplanmıştır. Risk analizi tablosunda ulaşılan risk skorlarının risk düzeylerine göre kategorize edilmesi Şekil 6.4'te verilmiştir.



Şekil 6.4. Sıvı Kimyasal Yük Operasyonlarının 5x5 L Tipi Matris Risk Düzey Dağılımı (%)

Risk analizi sonucunda risk skorlarının değerlendirilmesiyle verilen Şekil 6.4'teki risk düzey dağılımına göre; risklerin %6'sı katlanılamaz (1. risk düzeyi), %69'u önemli (2. risk düzeyi) ve %25'i orta düzeyde (3. risk düzeyi) risk olarak hesaplanmıştır. Katlanılabilir ve önemsiz risk kategorisinde risk bulunmamaktadır. Risk analizinde ilk aşamada hesaplanan risk skorlarından %84,4'ü risk kontrol tedbirleri sonrasında katlanılabilir düzey riske düşürülmüştür. Risklerden, 5 adeti ise orta düzeydeki riskler (3. risk düzeyi) kategorisine düşürülmüştür.

Tablo 6.16. Petrol Ürünleri Yük Operasyonlarının 5x5 L Tipi Matris Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                                | Risk<br>Derecelendirmesi |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                                                    | Risk Kontrol<br>Tedbirleri Sonrası<br>Risk<br>Derecelendirmesi |        |            |
|----|-----------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|--------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------|------------|
|    |                             |                                                     | Olasılık                 | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Olasılık                                                       | Şiddet | Risk Skoru |
| 1  | Yükleme Operasyonu          | Olumsuz Hava Koşulları                              | 3                        | 3      | 9          | Hava koşulları önceden tahmin edilerek kayıt altına alınmalı. Yağış, fırtına, sis, rüzgar, sıcaklık ve kar gibi koşulların operasyonları olumsuz etkileyecek düzeye ulaşması halinde operasyonlar durdurulmalıdır.                                                                         | 3                                                              | 1      | 3          |
| 2  | Yükleme Operasyonu          | Yük Elleçleme Ekipmanlarının Arızalı Olması         | 4                        | 5      | 20         | Yüke verilen yükleme, boşaltma, depolama hizmetleri için kullanılan manifold, vana ve pompa sistemi gibi ekipmanların periyodik kontrol ve bakımlarının düzenli olarak yapılmasıyla oluşabilecek arızaların önüne geçilmelidir.                                                            | 3                                                              | 2      | 6          |
| 3  | Yükleme Operasyonu          | Yükleme Sınırının Aşılması/Aşırı Yükleme Yapılması  | 3                        | 4      | 12         | Yükleme yapılmadan önce maksimum yükleme kapasitelerinin belirlenmesi ve yüklemenin bu değere uygun yapılması gereklidir. Yükleme esnasında dökülmelerin yaşanmaması için uygun miktarda ürünün yüklenmesi kontrol edilmelidir.                                                            | 1                                                              | 2      | 2          |
| 4  | Yükleme Operasyonu          | Kimyasal Sıvı Madde ile Temas Edilmesi              | 3                        | 3      | 9          | Çalışanlara temel İSG, kimyasal maddeler ile çalışma, MSDS, acil durum ve ilk yardım eğitimleri verilmelidir. Yükleme operasyonlarına uygun olacak şekilde çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanması sağlanmalıdır. Çalışma alanlarında tam vücut ve göz duşları bulundurulmalıdır. | 2                                                              | 1      | 2          |
| 5  | Yükleme Operasyonu          | Yükün Numune ile Kontrolünün Sağlanmaması           | 3                        | 2      | 6          | Yüke verilen hizmetlerden kaynaklı oluşabilecek kimyasal bozulmaların tespiti için yükten numune alınarak kayıt altına alınması gereklidir.                                                                                                                                                | 2                                                              | 1      | 2          |
| 6  | Yükleme Operasyonu          | Ekipmanlardan Kaynaklı Gürültü ve Titreşim Oluşması | 4                        | 4      | 16         | Kullanılan ekipmanlardan kaynaklı oluşabilecek gürültü için kişisel ve ortam, titreşim için ise el kol ve bütün vücut titreşim maruziyet değerleri ölçülmelidir. Çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanması sağlanmalıdır.                                                           | 2                                                              | 2      | 4          |

Tablo 6.16. (Devam) Petrol Ürünleri Yük Operasyonlarının 5x5 L Tipi Matris Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                                   | Risk<br>Derecelendirmesi |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                                                    | Risk Kontrol<br>Tedbirleri Sonrası<br>Risk<br>Derecelendirmesi |        |            |
|----|-----------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------|--------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------|------------|
|    |                             |                                                        | Olasılık                 | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Olasılık                                                       | Şiddet | Risk Skoru |
| 7  | Yükleme Operasyonu          | Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması     | 4                        | 4      | 16         | Yükleme operasyonlarına uygun olacak şekilde çalışanların antistatik kişisel koruyucu donanım (reflektörlü iş elbisesi, baret, eldiven, iş ayakkabısı, gözlük ve paraşüt tipi emniyet kemeri vb.) kullanması sağlanmalıdır.                                                                | 2                                                              | 3      | 6          |
| 8  | Yükleme Operasyonu          | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler                 | 3                        | 5      | 15         | Yükleme operasyonlarında dökülmelerin engellenmesi için yükleme yapılacak alanın kapasitesine uygun yükleme yapılmalıdır. Alanda acil durum döküntü kitleri bulundurulmalı ve acil durumlarda kullanılması için hazır tutulmalıdır.                                                        | 2                                                              | 3      | 6          |
| 9  | Boşaltma Operasyonu         | Tank, Tank Konteyner veya IBC Tankların Hasarlı Olması | 3                        | 4      | 12         | Tank, tank konteyner veya IBC tankların günlük kontrolleri sağlanmalıdır. Oluşabilecek sızıntı ve dökülmelerin önüne geçebilmek için hasarlı tank, tank konteyner veya IBC tanklar kullanılmamalıdır.                                                                                      | 2                                                              | 3      | 6          |
| 10 | Boşaltma Operasyonu         | Yoğun Çalışma/Vardiyalı Çalışma Sistemi                | 4                        | 4      | 16         | Çalışanların yasal çalışma saatleri üzerinde çalışma yapmaları durumunda bir sonraki vardiya dinlenmiş olarak gelmesi için dinlenme süreleri ayarlanmalıdır. Vardiya değişimlerinde iş sürekliliğinin etkilenmemesi için çalışanlar arasında bilgi aktarımı uygun şekillerde yapılmalıdır. | 3                                                              | 3      | 9          |
| 11 | Boşaltma Operasyonu         | Aydınlatmanın Yetersiz Olması                          | 3                        | 3      | 9          | Yürütülen operasyonlar süresince kesintisiz ve yeterli düzeyde aydınlatmanın sağlanması gereklidir. Aydınlatma düzeyi periyodik olarak ölçülmeli ve kontrol edilmelidir.                                                                                                                   | 2                                                              | 2      | 4          |
| 12 | Boşaltma Operasyonu         | Gemi ve Terminal Arasında İletişim Yetersizliği        | 3                        | 5      | 15         | Operasyonların başlatılması, yürütülmesi ve sonlandırılması için gemi personeli ve terminal personelleri arasında iletişim etkili ve kesintisiz şekilde sağlanmalıdır.                                                                                                                     | 2                                                              | 3      | 6          |
| 13 | Boşaltma Operasyonu         | Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması     | 4                        | 4      | 16         | Boşaltma operasyonlarına uygun olacak şekilde çalışanların antistatik kişisel koruyucu donanım (reflektörlü iş elbisesi, baret, eldiven, iş ayakkabısı, gözlük ve paraşüt tipi emniyet kemeri vb.) kullanması sağlanmalıdır.                                                               | 2                                                              | 3      | 6          |

Tablo 6.16. (Devam) Petrol Ürünleri Yük Operasyonlarının 5x5 L Tipi Matris Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                                                  | Risk<br>Derecelendirmesi |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Risk Kontrol<br>Tedbirleri Sonrası<br>Risk<br>Derecelendirmesi |        |            |
|----|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------|------------|
|    |                             |                                                                       | Olasılık                 | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Olasılık                                                       | Şiddet | Risk Skoru |
| 14 | Boşaltma Operasyonu         | Operasyon Sürecinde Çalışanlara Uygun Talimatların Verilmemesi        | 3                        | 4      | 12         | Çalışanlara, yürütülen operasyonlara ait talimatlar yazılı ve sözlü olarak anlaşılır şekilde verilmelidir.                                                                                                                                                                                                     | 2                                                              | 3      | 6          |
| 15 | Boşaltma Operasyonu         | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler                                | 3                        | 5      | 15         | Boşaltma operasyonlarında kullanılan manifold, vana ve pompa sistemi ekipmanların hasarlanması halinde sıvı yüklerin suya, havaya ve toprağa karışmadan yüke ait MSDS formunda belirtilen yöntemler ile temizlenmelidir.                                                                                       | 2                                                              | 3      | 6          |
| 16 | Depolama Operasyonu         | Depolama Alanının ve Yükün Uygun Olmaması                             | 3                        | 4      | 12         | Yükün terminale önceden bildirimi yapılmalı ve yükün MSDS ve IMDG koda göre depolama özelliklerine uygun olacak alanlarda depolanması için hazırlık yapılmalıdır.                                                                                                                                              | 1                                                              | 3      | 3          |
| 17 | Depolama Operasyonu         | Yüklerin Etiketlenmemesi veya Yanlış Etiketleme                       | 4                        | 4      | 16         | Depolanan yüklerin özelliklerini belirten tehlike etiketleri IMDG koda belirtilen hükümlere uygun olacak şekilde hazırlanmalı ve yükün bulunduğu alanlara asılmalıdır.                                                                                                                                         | 2                                                              | 3      | 6          |
| 18 | Depolama Operasyonu         | IMDG Kodu ve MSDS Kurallarına Uygun Olmayan Yük Ayırıştırma Yapılması | 3                        | 5      | 15         | Kimyasalların üretici veya tedarikçilerinden MSDS formları temin edilmelidir. MSDS formları ve IMDG kodunda belirtilen ayırıştırma kurallarına uygun olacak şekillerde ve mesafelerde depolama operasyonu yapılmalıdır.                                                                                        | 2                                                              | 2      | 4          |
| 19 | Depolama Operasyonu         | Yangın Söndürme Sistemlerinin Uygun Olmaması veya Aktif Olmaması      | 4                        | 5      | 20         | Depolama alanlarında yangın sistemleri yüke uygun olmalıdır. Yangın söndürme ve algılama sistemlerinin periyodik kontrolleri yapılarak çalışır durumda olması sağlanmalıdır. Acil durum tatbikat ve eğitimleriyle çalışanlara farkındalık kazandırılmalıdır.                                                   | 2                                                              | 3      | 6          |
| 20 | Depolama Operasyonu         | Uygun Olmayan Koşullarda Sıcak Çalışma Yapılması                      | 5                        | 5      | 25         | Çalışma öncesinde sıcak çalışma izninin alınması, ortam ölçümlerinin çalışma öncesi ve esnasında yapılarak kayıt altına alınması, yapılan işin denetimi ve gözetiminin sağlanması gerekmektedir. Olası parlama ve yangına karşı çalışma alanında uygun yangın söndürme cihazlarının bulundurulması gereklidir. | 3                                                              | 3      | 9          |

Tablo 6.16. (Devam) Petrol Ürünleri Yük Operasyonlarının 5x5 L Tipi Matris Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

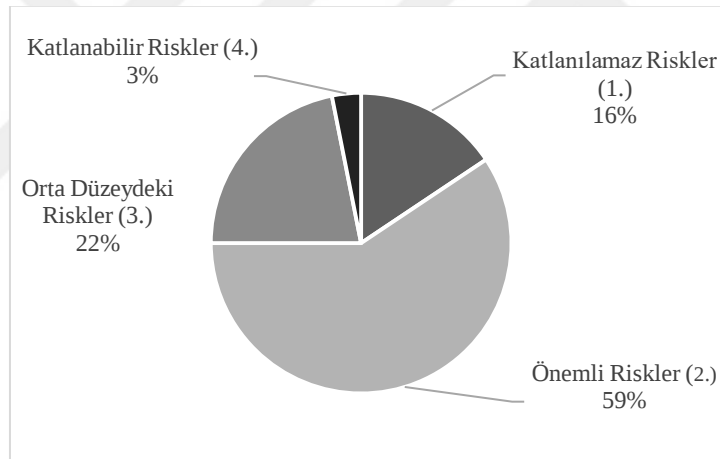
| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                                            | Risk<br>Derecelendirmesi |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                                                           | Risk Kontrol<br>Tedbirleri Sonrası<br>Risk<br>Derecelendirmesi |        |            |
|----|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------|--------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------|------------|
|    |                             |                                                                 | Olasılık                 | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Olasılık                                                       | Şiddet | Risk Skoru |
| 21 | Depolama Operasyonu         | Statik Elektrik Oluşması                                        | 5                        | 5      | 25         | Depolama alanlarında statik elektriğe karşı topraklama yapılmalıdır. Topraklama ölçümlerinin periyodik olarak yapılması ve kayıt altına alınması gereklidir. Kullanılan ekipmanlar exproof özellikte ve depolama operasyonlarında çalışanların kullandığı KKD'ler antistatik özellikte olmalıdır. | 3                                                              | 3      | 9          |
| 22 | Depolama Operasyonu         | Kapalı Alana Giriş Kurallarına Uyulmaması                       | 4                        | 5      | 20         | Kapalı alan çalışmaları için iş izin sisteminin oluşturulması, çalışacak personelin sağlık durumunun çalışmaya uygun olması, kapalı alan ölçümlerinin kalibrasyonlu cihazlarla yapılması, çalışma boyunca gözcü bulundurulması ve çalışma alanının havalandırılması sağlanmalıdır.                | 3                                                              | 4      | 12         |
| 23 | Depolama Operasyonu         | Oksijen Düzeyi Yetersiz Ortam Oluşması                          | 4                        | 5      | 20         | Yapılacak çalışmadan önce çalışma izinlerinin alınması ve ortam ölçümlerinin yapılarak sürekli kayıt altına alınması sağlanmalıdır. Oksijen düzeyinin yeterli seviyenin altında gözlenmesi durumunda iş durdurulmalıdır.                                                                          | 2                                                              | 2      | 4          |
| 24 | Depolama Operasyonu         | Havalandırmanın Olmaması veya Yetersiz Olması                   | 5                        | 5      | 25         | Depolama alanındaki yüklere uygun mekanik veya doğal havalandırmanın olması sağlanmalı ve çalışır durumda olması kontrol edilmelidir. Yapılacak çalışmalarda iş izinleri alınmalı ve ortam ölçümü yapılarak kayıt altına alınmalıdır.                                                             | 3                                                              | 2      | 6          |
| 25 | Depolama Operasyonu         | Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması              | 4                        | 4      | 16         | Depolama alanlarında yürütülen operasyonlara uygun olacak şekilde çalışanların antistatik kişisel koruyucu donanım (reflektörlü iş elbisesi, baret, eldiven, iş ayakkabısı, gözlük ve paraşüt tipi emniyet kemeri vb.) kullanması sağlanmalıdır.                                                  | 2                                                              | 3      | 6          |
| 26 | Depolama Operasyonu         | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler                          | 3                        | 5      | 15         | Depolanan yüklerde oluşacak saçılma, dökülme ve sızıntı gibi durumlarda, alan ve çevre yüke ait MSDS formunda belirtilen yöntemler ile temizlenmelidir.                                                                                                                                           | 2                                                              | 3      | 6          |
| 27 | Transfer Operasyonu         | Yükün ADR'ye Uygun Olmayan Araçlara Yüklenebilmesi ve Taşınması | 5                        | 5      | 25         | Ham petrol ve petrol türevlerinin yükleneceği kara tankerlerinin ADR yönetmeliğine uygunluğunun ve araç lisansının kontrolü gerçekleştirilmeden yükleme yapılmamalıdır. Gerekli izinlerin alınması sonrasında yükleme operasyonu gerçekleştirilmelidir.                                           | 2                                                              | 3      | 6          |

Tablo 6.16. (Devam) Petrol Ürünleri Yük Operasyonlarının 5x5 L Tipi Matris Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                               | Risk<br>Derecelendirmesi |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Risk Kontrol<br>Tedbirleri Sonrası<br>Risk<br>Derecelendirmesi |        |            |
|----|-----------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------|--------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------|------------|
|    |                             |                                                    | Olasılık                 | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Olasılık                                                       | Şiddet | Risk Skoru |
| 28 | Transfer Operasyonu         | Kullanılan Araçların Muayenelerinin Yapılmaması    | 5                        | 5      | 25         | Kullanılacak olan kara tankerlerinin yasal yükümlülüklerde yer alan periyodik muayenelerinin yapılmış olması gerekmektedir. Periyodik muayeneleri yapılmış kara tankerlerine ürünlerin yüklenmesine onay verilmelidir.                                                                                                           | 2                                                              | 3      | 6          |
| 29 | Transfer Operasyonu         | Maksimum Yükleme Kapasitesinin Aşılması            | 3                        | 5      | 15         | Yükleme yapılacak olan kara tankerlerinin maksimum kapasitelerinin önceden bilinmesi ve ona göre yükleme yapılması gereklidir. Yükleme esnasında taşmaların yaşanmaması için uygun tanker gözüne uygun miktarda ürünün yüklenmesi kontrol edilmelidir.                                                                           | 2                                                              | 3      | 6          |
| 30 | Transfer Operasyonu         | Kara Tankeri Üzerinde Yüktekte Çalışma             | 5                        | 4      | 20         | Operatörlere temel İSG eğitimi ve yüksekte çalışma eğitimi verilmelidir. Operasyonlar mümkün olduğunca yerde yapılmalıdır. Kara tankerlerinin üzerinde yapılacak yüksekte çalışmalarda tanker merdivenleri ve korkuluklarının sağlamlıkları kontrol edildikten sonra çalışma paraşüt tipi emniyet kemeri takılarak yapılmalıdır. | 3                                                              | 2      | 6          |
| 31 | Transfer Operasyonu         | Çalışanların Kişisel Korumaya Donanım Kullanmaması | 4                        | 4      | 16         | Kara tankerlerinde yürütülen operasyonlara uygun olacak şekilde operatörlerin antistatik kişisel koruyucu donanım (reflektörlü iş elbisesi, baret, eldiven, iş ayakkabısı, gözlük ve paraşüt tipi emniyet kemeri vb.) kullanması sağlanmalıdır.                                                                                  | 2                                                              | 3      | 6          |
| 32 | Transfer Operasyonu         | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler             | 3                        | 5      | 15         | Kara tankerlerine yapılan yüklemelerin tanker gözlerinin kapasitesine göre yüklenmesi ve taşmaların engellenmesi önemlidir. Tankerde ve yükleme alanında acil durum döküntü kitleri bulundurulmalı ve acil durumlarda kullanılması için hazır tutulmalıdır. Dökülme tatbikatlarının yapılması önemlidir.                         | 2                                                              | 3      | 6          |

Tablo 6.16’da, ham petrol ve petrol türevleri yüklerin elleçlendiği sıvı yük terminallerinde risk analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucuna göre, depolama tehlike kaynağında statik elektrik oluşması, uygun olmayan koşullarda sıcak çalışma yapılması ve havalandırmanın olmaması veya yetersiz olması, transfer tehlike kaynağında ise yükün ADR’ ye uygun olmayan araçlara yüklenmesi ve taşınması ve kullanılan araçların

muayenelerinin yapılmaması riskleri, hesaplanan 25 risk skoruyla en yüksek risk skoruna sahip olmuşlardır. 25 risk skoruna sahip 5 risk 1. risk düzeyinde yer almaktadır. Risk skorlarına göre; yükleme tehlike kaynağında yük elleçleme ekipmanlarının arızalı olması, depolama tehlike kaynaklarından yangın söndürme sistemlerinin uygun olmaması veya aktif olmaması, oksijen düzeyi yetersiz ortam oluşması, kapalı alana giriş kurallarına uyulmaması ve transfer tehlike kaynaklarından kara tankeri üzerinde yüksekte çalışma riskleri hesaplanan 20 risk skoruyla 2. sırada yer almıştır. Yükleme tehlike kaynağında yükün numune ile kontrolünün sağlanmaması riski 6 risk skoruyla en düşük risk skoruna sahip olmuştur. Yükün numune ile kontrolünün sağlanmaması riski 4. risk düzeyi olan katlanılabilir riskler kategorisinde yer almaktadır. Risk analizi genelinde tespit edilen 32 adet tehlike içerisinde 5 adeti, 1. risk düzeyi olan katlanılamaz riskler kategorisinde hesaplanmıştır. Risk analizi tablosunda ulaşılan risk skorlarının risk düzeylerine göre kategorize edilmesi Şekil 6.5'te verilmiştir.



Şekil 6.5. Ham Petrol ve Petrol Türevleri Yük Operasyonlarının 5x5 L Tipi Matris Risk Düzey Dağılımı (%)

Risk analizi sonucunda risk skorlarının değerlendirilmesiyle verilen Şekil 6.5'teki risk düzey dağılımına göre; risklerin %16'sı katlanılamaz (1. risk düzeyi), %59'u önemli (2. risk düzeyi), %22'si orta düzeyde (3. risk düzeyi) ve %3'ü katlanılabilir risk olarak hesaplanmıştır. Önemsiz risk kategorisinde risk bulunmamaktadır. Risk analizinde ilk aşamada hesaplanan risk skorlarından %87,5'i risk kontrol tedbirleri sonrasında katlanılabilir düzey riske düşürülmüştür. Risklerden, 4 adeti ise orta düzeydeki riskler (3. risk düzeyi) kategorisine düşürülmüştür.

Tablo 6.17. Sınıvlaştırılmış Gaz Yük Operasyonlarının 5x5 L Tipi Matris Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                                   | Risk<br>Derecelendirmesi |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                                                    | Risk Kontrol<br>Tedbirleri Sonrası<br>Risk<br>Derecelendirmesi |        |            |
|----|-----------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------|--------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------|------------|
|    |                             |                                                        | Olasılık                 | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Olasılık                                                       | Şiddet | Risk Skoru |
| 1  | Yükleme Operasyonu          | Olumsuz Hava Koşulları                                 | 3                        | 3      | 9          | Hava koşulları önceden tahmin edilerek kayıt altına alınmalı. Yağış, fırtına, sis, rüzgar, sıcaklık ve kar gibi koşulların operasyonları olumsuz etkileyecek düzeye ulaşması halinde operasyonlar durdurulmalıdır.                                                                         | 3                                                              | 1      | 3          |
| 2  | Yükleme Operasyonu          | Yük Elleçleme Ekipmanlarının Arızalı Olması            | 4                        | 5      | 20         | Yüke verilen yükleme, boşaltma, depolama hizmetleri için kullanılan manifold, vana ve pompa sistemi gibi ekipmanların periyodik kontrol ve bakımlarının düzenli olarak yapılmasıyla oluşabilecek arızaların önüne geçilmelidir.                                                            | 3                                                              | 2      | 6          |
| 3  | Yükleme Operasyonu          | Yüklemeye Sınırının Aşılması/Aşırı Yüklemeye Yapılması | 3                        | 3      | 9          | Yüklemeye yapılmadan önce maksimum yükleme kapasitelerinin belirlenmesi ve yüklemenin bu değere uygun yapılması gereklidir. Yükleme esnasında dökülmelerin yaşanmaması için uygun miktarda ürünün yüklenmesi kontrol edilmelidir.                                                          | 1                                                              | 2      | 2          |
| 4  | Yükleme Operasyonu          | Kimyasal Sıvı Madde ile Temas Edilmesi                 | 3                        | 4      | 12         | Çalışanlara temel İSG, kimyasal maddeler ile çalışma, MSDS, acil durum ve ilk yardım eğitimleri verilmelidir. Yükleme operasyonlarına uygun olacak şekilde çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanması sağlanmalıdır. Çalışma alanlarında tam vücut ve göz duşları bulundurulmalıdır. | 2                                                              | 2      | 4          |
| 5  | Yükleme Operasyonu          | Yükün Numune ile Kontrolünün Sağlanmaması              | 2                        | 2      | 4          | Yüke verilen hizmetlerden kaynaklı oluşabilecek kimyasal bozulmaların tespiti için yükten numune alınarak kayıt altına alınması gereklidir.                                                                                                                                                | 2                                                              | 1      | 2          |
| 6  | Yükleme Operasyonu          | Ekipmanlardan Kaynaklı Gürültü ve Titreşim Oluşması    | 4                        | 3      | 12         | Kullanılan ekipmanlardan kaynaklı oluşabilecek gürültü için kişisel ve ortam, titreşim için ise el kol ve bütün vücut titreşim maruziyet değerleri ölçülmelidir. Çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanması sağlanmalıdır.                                                           | 2                                                              | 2      | 4          |

Tablo 6.17. (Devam) Sıvılaştırılmış Gaz Yük Operasyonlarının 5x5 L Tipi Matris Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                                           | Risk<br>Derecelendirmesi |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                                                      | Risk Kontrol<br>Tedbirleri Sonrası<br>Risk<br>Derecelendirmesi |        |            |
|----|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------|--------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------|------------|
|    |                             |                                                                | Olasılık                 | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Olasılık                                                       | Şiddet | Risk Skoru |
| 7  | Yükleme Operasyonu          | Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması             | 4                        | 4      | 16         | Yükleme operasyonlarına uygun olacak şekilde çalışanların antistatik kişisel koruyucu donanım (reflektörlü iş elbisesi, baret, eldiven, iş ayakkabısı, gözlük ve paraşüt tipi emniyet kemeri vb.) kullanması sağlanmalıdır.                                                                  | 2                                                              | 3      | 6          |
| 8  | Yükleme Operasyonu          | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler                         | 3                        | 5      | 15         | Yükleme operasyonlarında dökülmelerin engellenmesi için yüklemeye yapılacak alanın kapasitesine uygun yüklemeye yapılmalıdır. Alanda acil durum döküntü kitleri bulundurulmalı ve acil durumlarda kullanılması için hazır tutulmalıdır.                                                      | 2                                                              | 3      | 6          |
| 9  | Boşaltma Operasyonu         | Tank, Tank Konteyner veya IBC Tankların Hasarlı Olması         | 3                        | 4      | 12         | Tank, tank konteyner veya IBC tankların günlük kontrolleri sağlanmalıdır. Oluşabilecek sızıntı ve dökülmelerin önüne geçebilmek için hasarlı tank, tank konteyner veya IBC tanklar kullanılmamalıdır.                                                                                        | 2                                                              | 3      | 6          |
| 10 | Boşaltma Operasyonu         | Yoğun Çalışma/Vardiyalı Çalışma Sistemi                        | 4                        | 4      | 16         | Çalışanların yasal çalışma saatleri üzerinde çalışma yapmaları durumunda bir sonraki vardiyaya dinlenmiş olarak gelmesi için dinlenme süreleri ayarlanmalıdır. Vardiya değişimlerinde iş sürekliliğinin etkilenmemesi için çalışanlar arasında bilgi aktarımı uygun şekillerde yapılmalıdır. | 3                                                              | 3      | 9          |
| 11 | Boşaltma Operasyonu         | Aydınlatmanın Yetersiz Olması                                  | 3                        | 3      | 9          | Yürütülen operasyonlar süresince kesintisiz ve yeterli düzeyde aydınlatmanın sağlanması gereklidir. Aydınlatma düzeyi periyodik olarak ölçülmeli ve kontrol edilmelidir.                                                                                                                     | 2                                                              | 2      | 4          |
| 12 | Boşaltma Operasyonu         | Gemi ve Terminal Arasında İletişim Yetersizliği                | 3                        | 5      | 15         | Operasyonların başlatılması, yürütülmesi ve sonlandırılması için gemi personeli ve terminal personelleri arasında iletişim etkili ve kesintisiz şekilde sağlanmalıdır.                                                                                                                       | 2                                                              | 3      | 6          |
| 13 | Boşaltma Operasyonu         | Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması             | 4                        | 4      | 16         | Boşaltma operasyonlarına uygun olacak şekilde çalışanların antistatik kişisel koruyucu donanım (reflektörlü iş elbisesi, baret, eldiven, iş ayakkabısı, gözlük ve paraşüt tipi emniyet kemeri vb.) kullanması sağlanmalıdır.                                                                 | 2                                                              | 3      | 6          |
| 14 | Boşaltma Operasyonu         | Operasyon Sürecinde Çalışanlara Uygun Talimatların Verilmemesi | 3                        | 4      | 12         | Çalışanlara, yürütülen operasyonlara ait talimatlar yazılı ve sözlü olarak anlaşılır şekilde verilmelidir.                                                                                                                                                                                   | 2                                                              | 3      | 6          |

Tablo 6.17. (Devam) Sıvılaştırılmış Gaz Yük Operasyonlarının 5x5 L Tipi Matris Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                                                 | Risk<br>Derecelendirmesi |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Risk Kontrol<br>Tedbirleri Sonrası<br>Risk<br>Derecelendirmesi |        |            |
|----|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------|------------|
|    |                             |                                                                      | Olasılık                 | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Olasılık                                                       | Şiddet | Risk Skoru |
| 15 | Boşaltma Operasyonu         | Çevre Kirliliği ve Mekanik Problemler                                | 3                        | 5      | 15         | Boşaltma operasyonlarında kullanılan manifold, vana ve pompa sistemi ekipmanların hasarlanması halinde sıvı yüklerin suya, havaya ve toprağa karışmadan yüke ait MSDS formunda belirtilen yöntemler ile temizlenmelidir.                                                                                       | 2                                                              | 3      | 6          |
| 16 | Depolama Operasyonu         | Depolama Alanının ve Yükün Uygun Olmaması                            | 2                        | 4      | 8          | Yükün terminale önceden bildirimi yapılmalı ve yükün MSDS ve IMDG koda göre depolama özelliklerine uygun olacak alanlarda depolanması için hazırlık yapılmalıdır.                                                                                                                                              | 1                                                              | 3      | 3          |
| 17 | Depolama Operasyonu         | Yüklerin Etiketlenmemesi veya Yanlış Etiketleme                      | 3                        | 3      | 9          | Depolanan yüklerin özelliklerini belirten tehlike etiketleri IMDG kodda belirtilen hükümlere uygun olacak şekilde hazırlanmalı ve yükün bulunduğu alanlara asılmalıdır.                                                                                                                                        | 2                                                              | 2      | 4          |
| 18 | Depolama Operasyonu         | IMDG Kodu ve MSDS Kurallarına Uygun Olmayan Yük Ayrıştırma Yapılması | 3                        | 5      | 15         | Kimyasalların üretici veya tedarikçilerinden MSDS formları temin edilmelidir. MSDS formları ve IMDG kodunda belirtilen ayrıştırma kurallarına uygun olacak şekillerde ve mesafelerde depolama operasyonu yapılmalıdır.                                                                                         | 2                                                              | 2      | 4          |
| 19 | Depolama Operasyonu         | Yangın Söndürme Sistemlerinin Uygun Olmaması veya Aktif Olmaması     | 4                        | 5      | 20         | Depolama alanlarında yangın sistemleri yüke uygun olmalıdır. Yangın söndürme ve algılama sistemlerinin periyodik kontrolleri yapılarak çalışır durumda olması sağlanmalıdır. Acil durum tatbikat ve eğitimleriyle çalışanlara farkındalık kazandırılmalıdır.                                                   | 3                                                              | 3      | 9          |
| 20 | Depolama Operasyonu         | Uygun Olmayan Koşullarda Sıcak Çalışma Yapılması                     | 4                        | 5      | 20         | Çalışma öncesinde sıcak çalışma izninin alınması, ortam ölçümlerinin çalışma öncesi ve esnasında yapılarak kayıt altına alınması, yapılan işin denetimi ve gözetiminin sağlanması gerekmektedir. Olası parlama ve yangına karşı çalışma alanında uygun yangın söndürme cihazlarının bulundurulması gereklidir. | 4                                                              | 3      | 12         |
| 21 | Depolama Operasyonu         | Statik Elektrik Oluşması                                             | 5                        | 5      | 25         | Depolama alanlarında statik elektriğe karşı topraklama yapılmalıdır. Topraklama ölçümlerinin periyodik olarak yapılması ve kayıt altına alınması gereklidir. Kullanılan ekipmanlar exproof özellikte ve depolama operasyonlarında çalışanların kullandığı KKD'ler antistatik özellikte olmalıdır.              | 4                                                              | 3      | 12         |

Tablo 6.17. (Devam) Sıvılaştırılmış Gaz Yük Operasyonlarının 5x5 L Tipi Matris Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

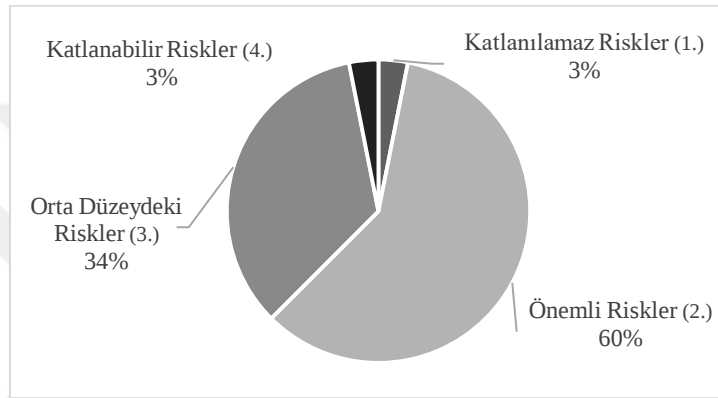
| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                                         | Risk<br>Derecelendirmesi |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                                            | Risk Kontrol<br>Tedbirleri Sonrası<br>Risk<br>Derecelendirmesi |        |            |
|----|-----------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------|--------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------|------------|
|    |                             |                                                              | Olasılık                 | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Olasılık                                                       | Şiddet | Risk Skoru |
| 22 | Depolama Operasyonu         | Kapalı Alana Giriş Kuralları Uyulmaması                      | 4                        | 5      | 20         | Kapalı alan çalışmaları için iş izin sisteminin oluşturulması, çalışacak personelin sağlık durumunun çalışmaya uygun olması, kapalı alan ölçümlerinin kalibrasyonlu cihazlarla yapılması, çalışma boyunca gözcü bulundurulması ve çalışma alanının havalandırılması sağlanmalıdır. | 2                                                              | 2      | 4          |
| 23 | Depolama Operasyonu         | Oksijen Düzeyi Yetersiz Ortam Oluşması                       | 4                        | 5      | 20         | Yapılacak çalışmadan önce çalışma izinlerinin alınması ve ortam ölçümlerinin yapılarak sürekli kayıt altına alınması sağlanmalıdır. Oksijen düzeyinin yeterli seviyenin altında gözlenmesi durumunda iş durdurulmalıdır.                                                           | 2                                                              | 2      | 4          |
| 24 | Depolama Operasyonu         | Havalandırmanın Olmaması veya Yetersiz Olması                | 3                        | 5      | 15         | Depolama alanındaki yüklere uygun mekanik veya doğal havalandırmanın olması sağlanmalı ve çalışır durumda olması kontrol edilmelidir. Yapılacak çalışmalarda iş izinleri alınmalı ve ortam ölçümü yapılarak kayıt altına alınmalıdır.                                              | 2                                                              | 1      | 2          |
| 25 | Depolama Operasyonu         | Çalışanların Kişisel Korumaları Donanım Kullanmaması         | 4                        | 4      | 16         | Depolama alanlarında yürütülen operasyonlara uygun olacak şekilde çalışanların antistatik kişisel koruyucu donanım (reflektörlü iş elbisesi, baret, eldiven, iş ayakkabısı, gözlük ve paraşüt tipi emniyet kemeri vb.) kullanması sağlanmalıdır.                                   | 2                                                              | 3      | 6          |
| 26 | Depolama Operasyonu         | Çevre Kirliliği ve Mekanik Problemler                        | 3                        | 5      | 15         | Depolanacak yüklerde oluşacak saçılma, dökülme ve sızıntı gibi durumlarda, alan ve çevre yüke ait MSDS formunda belirtilen yöntemler ile temizlenmelidir.                                                                                                                          | 2                                                              | 3      | 6          |
| 27 | Transfer Operasyonu         | Yükün ADR'ye Uygun Olmayan Araçlara Yükleneceği ve Taşınması | 4                        | 4      | 16         | Sıvılaştırılmış gazların yükleneceği kara tankerlerinin ADR yönetmeliğine uygunluğunun ve araç lisansının kontrolü gerçekleştirilmeden yükleme yapılmamalıdır. Gerekli izinlerin alınması sonrasında yükleme operasyonu gerçekleştirilmelidir.                                     | 2                                                              | 2      | 4          |
| 28 | Transfer Operasyonu         | Kullanılan Araçların Muayenelerinin Yapılmaması              | 3                        | 3      | 9          | Kullanılacak olan kara tankerlerinin yasal yükümlülüklerde yer alan periyodik muayenelerinin yapılmış olması gerekmektedir. Periyodik muayeneleri yapılmış kara tankerlerine ürünlerin yüklenmesine onay verilmelidir.                                                             | 3                                                              | 1      | 3          |

Tablo 6.17. (Devam) Sıvılaştırılmış Gaz Yük Operasyonlarının 5x5 L Tipi Matris Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

| No | Tehlike/<br>Tehlike Kaynağı | Risk                                               | Risk<br>Derecelendirmesi |        |            | Risk Kontrol Tedbirleri                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Risk Kontrol<br>Tedbirleri Sonrası<br>Risk<br>Derecelendirmesi |        |            |
|----|-----------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------|--------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------|------------|
|    |                             |                                                    | Olasılık                 | Şiddet | Risk Skoru |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Olasılık                                                       | Şiddet | Risk Skoru |
| 29 | Transfer Operasyonu         | Maksimum Yükleme Kapasitesinin Aşılması            | 2                        | 5      | 10         | Yükleme yapılacak olan kara tankerlerinin maksimum kapasitelerinin önceden bilinmesi ve ona göre yükleme yapılması gereklidir. Yükleme esnasında taşmaların yaşanmaması için uygun tanker gözüne uygun miktarda ürünün yüklenmesi kontrol edilmelidir.                                                                           | 1                                                              | 1      | 1          |
| 30 | Transfer Operasyonu         | Kara Tankeri Üzerinde Yüksekte Çalışma             | 4                        | 5      | 20         | Operatörlere temel İSG eğitimi ve yüksekte çalışma eğitimi verilmelidir. Operasyonlar mümkün olduğunca yerde yapılmalıdır. Kara tankerlerinin üzerinde yapılacak yüksekte çalışmalarda tanker merdivenleri ve korkuluklarının sağlamlıkları kontrol edildikten sonra çalışma paraşüt tipi emniyet kemeri takılarak yapılmalıdır. | 1                                                              | 1      | 1          |
| 31 | Transfer Operasyonu         | Çalışanların Kişisel Korumaya Donanım Kullanmaması | 4                        | 4      | 16         | Kara tankerlerinde yürütülen operasyonlara uygun olacak şekilde operatörlerin antistatik kişisel koruyucu donanım (reflektörlü iş elbisesi, baret, eldiven, iş ayakkabısı, gözlük ve paraşüt tipi emniyet kemeri vb.) kullanması sağlanmalıdır.                                                                                  | 2                                                              | 3      | 6          |
| 32 | Transfer Operasyonu         | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler             | 3                        | 5      | 15         | Kara tankerlerine yapılan yüklemelerin tanker gözlerinin kapasitesine göre yüklenmesi ve taşmaların engellenmesi önemlidir. Tankerde ve yükleme alanında acil durum döküntü kitleri bulundurulmalı ve acil durumlarda kullanılması için hazır tutulmalıdır. Dökülme tatbikatlarının yapılması önemlidir.                         | 2                                                              | 3      | 6          |

Tablo 6.17’de, sıvılaştırılmış gaz yüklerinin elleçlendiği sıvı yük terminallerinde risk analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucuna göre, depolama tehlike kaynağında statik elektrik oluşması riski, hesaplanan 25 risk skoruyla en yüksek risk skoruna sahip olmuştur. 25 risk skoruna sahip risk 1. risk düzeyinde yer almaktadır. Risk skorlarına göre; yükleme tehlike kaynağında yük elleçleme ekipmanlarının arızalı olması, depolama tehlike kaynaklarından yangın söndürme sistemlerinin uygun olmaması veya aktif olmaması, oksijen düzeyi yetersiz ortam oluşması, kapalı alana giriş kurallarına uyulmaması, uygun olmayan koşullarda sıcak çalışma yapılması ve transfer tehlike

kaynaklarından kara tankeri üzerinde yüksekte çalışma riskleri hesaplanan 20 risk skoruyla 2. sırada yer almıştır. Yükleme tehlike kaynağında yükün numune ile kontrolünün sağlanmaması riski 4 risk skoruyla en düşük risk skoruna sahip olmuştur. Yükün numune ile kontrolünün sağlanmaması riski 4. risk düzeyi olan katlanılabilir riskler kategorisinde yer almaktadır. Risk analizi genelinde tespit edilen 32 adet tehlike içerisinde 1 adeti, 1. risk düzeyi olan katlanılamaz riskler kategorisinde hesaplanmıştır. Risk analizi tablosunda ulaşılan risk skorlarının risk düzeylerine göre kategorize edilmesi Şekil 6.6’da verilmiştir.



Şekil 6.6. Sıvılaştırılmış Gaz Yük Operasyonlarının 5x5 L Tipi Matris Risk Düzey Dağılımı (%)

Risk analizi sonucunda risk skorlarının değerlendirilmesiyle verilen Şekil 6.6’daki risk düzey dağılımına göre; risklerin %3’ü katlanılamaz (1. risk düzeyi), %60’ı önemli (2. risk düzeyi), %34’ü orta düzeyde (3. risk düzeyi) ve %3’ü katlanılabilir risk olarak hesaplanmıştır. Önemsiz risk kategorisinde risk bulunmamaktadır. Risk analizinde ilk aşamada hesaplanan risk skorlarından %90,6’sı risk kontrol tedbirleri sonrasında katlanılabilir düzey riske düşürülmüştür. Risklerden, 3 adeti ise orta düzeydeki riskler (3. risk düzeyi) kategorisine düşürülmüştür.

Risk analizi sonucunda hesaplanan 25 risk skoruyla depolama tehlike kaynağında statik elektrik oluşması riski, üç yük türünde de ortak olarak en yüksek risk, risk skorları farklı olsa da ham petrol ve petrol türevleri ve sıvılaştırılmış gazlar için ortak olarak yükleme tehlike kaynağında yükün numune ile kontrolünün sağlanmaması en düşük risk olarak belirlenmiştir. Gerçekleştirilen risk analizlerinde üç yük türü de incelendiğinde Fine Kinney yönteminde olduğu gibi aynı risk skoruna sahip riskler mevcuttur. Eşit risk skorlarının olması risk kontrol tedbirlerinin uygulanmasını zorlaştırmaktadır. 5x5 L tipi

matris yöntemi sonuçlarına göre risklerin, ağırlıklı olarak önemli (2. risk düzeyi) ve orta düzeydeki (3. risk düzeyi) riskler kategorisinde yer aldığı görülmektedir. Katlanılamaz (1. risk düzeyi) riskler kategorisinde ise çok az sayıda risk hesaplanmıştır. Son olarak, risk kontrol tedbirleri sonrasında hesaplanan risk skorlarının üç yük türüne göre ortalama, %87,5'i katlanılabilir risk kategorisine düşürülmüştür.

#### 6.4. Risklerin Bulanık AHP Yöntemiyle Analizi

AHP yöntemindeki öznellik ve belirsizlik gibi etkenlerin giderilebilmesi amacıyla önerilen bulanık AHP yöntemi, bu tez çalışmasında aynı amaç ile yöntemler arasında tercih edilmiştir. Çalışmada, Tablo 6.18'de verilen üçgen üyelik fonksiyonları kullanılarak Buckley yaklaşımı ile bulanık AHP yöntem analizi gerçekleştirilmiştir.

Tablo 6.18. Bulanık AHP Değerlendirme Ölçeği (Chang, 1996; Balbaş, 2019)

| Dilsel İfade              | Bulanık Sayı | Bulanık Sayı Tersi |
|---------------------------|--------------|--------------------|
| Eşit derecede önemli      | (1, 1, 3)    | (1/3, 1, 1)        |
| Orta derecede önemli      | (1, 3, 5)    | (1/5, 1/3, 1)      |
| Güçlü derecede önemli     | (3, 5, 7)    | (1/7, 1/5, 1/3)    |
| Çok güçlü derecede önemli | (5, 7, 9)    | (1/9, 1/7, 1/5)    |
| Aşırı derecede önemli     | (7, 9, 9)    | (1/9, 1/9, 1/7)    |

Tablo 6.18'de verilen bulanık AHP değerlendirme ölçeği, anket verilerine uygulanarak değerlerin bulanıklaştırılması sağlanmış ve ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. İkili karşılaştırma matrislerinin Microsoft Excel programında analiz edilmesiyle ana kriter, alt kriter ve alternatiflerin bulanık ağırlık değerleri hesaplanmış ve sonuçlara göre de sıralama gerçekleştirilmiştir. Yükleme, boşaltma, depolama ve transfer ana kriterlerinin analiz sonucunda elde edilen ağırlık değerleri ve sıralaması Tablo 6.19'da verilmiştir.

Tablo 6.19. Bulanık AHP Ana Kriter Ağırlıklarının Karşılaştırılması

|          | Ağırlık Değerleri | Sıralama |
|----------|-------------------|----------|
| Yükleme  | 0,3534            | 1        |
| Boşaltma | 0,3312            | 2        |
| Depolama | 0,1594            | 3        |
| Transfer | 0,1558            | 4        |

Tablo 6.19’da verilen ana kriterlerin karşılaştırma sonuçlarına göre, sıvı yük terminali operasyonlarının risk sıralaması yüksekten düşüğe; yükleme (%35,3), boşaltma (%33,1), depolama (%16) ve transfer (%15,6) şeklinde olmuştur. AHP yönteminin adımlarında olduğu gibi bulanık AHP yönteminde de, ana kriterler için belirlenen alt kriterlerin her biri kendi içerisinde karşılaştırılmıştır. Yükleme, boşaltma, depolama ve transfer alt kriterlerinin karşılaştırma sonuçları sırasıyla Tablo 6.20, Tablo 6.21, Tablo 6.22 ve Tablo 6.23’te verilmiştir. Tablolarda alt kriterlerin ağırlık değerleri ve sıralaması yer almaktadır.

Tablo 6.20. Bulanık AHP Yükleme Alt Kriterlerinin Karşılaştırılması

|    | Ağırlık Değerleri | Sıralama |
|----|-------------------|----------|
| Y1 | 0,0532            | 8        |
| Y2 | 0,1358            | 4        |
| Y3 | 0,1849            | 2        |
| Y4 | 0,2257            | 1        |
| Y5 | 0,0803            | 6        |
| Y6 | 0,0657            | 7        |
| Y7 | 0,1666            | 3        |
| Y8 | 0,0874            | 5        |

Tablo 6.20’de verilen yükleme alt kriterlerinin karşılaştırma sonuçlarına göre, sıvı yük terminali operasyonlarının risk sıralaması yüksekten düşüğe; kimyasal sıvı madde ile temas edilmesi (%22,6), yükleme sınırının aşılması/aşırı yükleme yapılması (%18,5), çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanmaması (%16,7), yük elleçleme ekipmanlarının arızalı olması (%13,6), çevre kirliliği ve mekânsal problemler (%8,7), yükün numune ile kontrolünün sağlanmaması (%8), ekipmanlardan kaynaklı gürültü ve titreşim oluşması (%6,6) ve olumsuz hava koşulları (%5,3) şeklinde olmuştur.

Tablo 6.21. Bulanık AHP Boşaltma Alt Kriterlerinin Karşılaştırılması

|    | Ağırlık Değerleri | Sıralama |
|----|-------------------|----------|
| B1 | 0,2921            | 1        |
| B2 | 0,1100            | 5        |
| B3 | 0,0726            | 7        |
| B4 | 0,1321            | 4        |
| B5 | 0,1430            | 3        |
| B6 | 0,1606            | 2        |
| B7 | 0,0892            | 6        |

Tablo 6.21’de verilen boşaltma alt kriterlerinin karşılaştırma sonuçlarına göre, sıvı yük terminali operasyonlarının risk sıralaması yüksekte düşüğe; tank, tank konteyner veya IBC tankların hasarlı olması (%29,2), operasyon sürecinde çalışanlara uygun talimatların verilmemesi (%16), çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanmaması (%14,3), gemi ve terminal arasında iletişim yetersizliği (%13,2), yoğun çalışma/vardiyalı çalışma sistemi (%11), çevre kirliliği ve mekânsal problemler (%8,9) ve aydınlatmanın yetersiz olması (%7,3) şeklinde olmuştur.

Tablo 6.22. Bulanık AHP Depolama Alt Kriterlerinin Karşılaştırılması

|     | Ağırlık Değerleri | Sıralama |
|-----|-------------------|----------|
| D1  | 0,0968            | 6        |
| D2  | 0,1000            | 4        |
| D3  | 0,1002            | 3        |
| D4  | 0,1027            | 2        |
| D5  | 0,1268            | 1        |
| D6  | 0,0991            | 5        |
| D7  | 0,0761            | 10       |
| D8  | 0,0882            | 7        |
| D9  | 0,0827            | 9        |
| D10 | 0,0881            | 8        |
| D11 | 0,0387            | 11       |

Tablo 6.22’de verilen depolama alt kriterlerinin karşılaştırma sonuçlarına göre, sıvı yük terminali operasyonlarının risk sıralaması yüksekte düşüğe; uygun olmayan koşullarda sıcak çalışma yapılması (%12,7), yangın söndürme sistemlerinin uygun olmaması veya aktif olmaması (%10,3), IMDG kodu ve MSDS kurallarına uygun olmayan yük ayrıştırma yapılması (%10,02), yüklerin etiketlenmemesi veya yanlış etiketlenme (%10), statik elektrik oluşması (%9,9), depolama alanının ve yükün uygun olmaması (%9,7), oksijen düzeyi yetersiz ortam oluşması (%8,82), çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanmaması (%8,81), havalandırmanın olmaması veya yetersiz olması (%8,3), kapalı alana giriş kurallarına uyulmaması (%7,6) ve çevre kirliliği ve mekânsal problemler (%3,9) şeklinde olmuştur.

Tablo 6.23. Bulanık AHP Transfer Alt Kriterlerinin Karşılaştırılması

|    | Ağırlık Değerleri | Sıralama |
|----|-------------------|----------|
| T1 | 0,2288            | 2        |
| T2 | 0,1912            | 3        |
| T3 | 0,2429            | 1        |
| T4 | 0,0994            | 6        |
| T5 | 0,1272            | 4        |
| T6 | 0,1103            | 5        |

Tablo 6.23'te verilen transfer alt kriterlerinin karşılaştırma sonuçlarına göre, sıvı yük terminali operasyonlarının risk sıralaması yüksekte düşüğe; maksimum yükleme kapasitesinin aşılması (%24,3), yükün ADR' ye uygun olmayan araçlara yüklenmesi ve taşınması (%22,9), kullanılan araçların muayenelerinin yapılmaması (%19,1), çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanmaması (%12,7), çevre kirliliği ve mekânsal problemler (%11) ve kara tankeri üzerinde yüksekte çalışma (%9,9) şeklinde olmuştur.

Ana kriter ve alt kriter ağırlık değerleri hesaplandıktan sonra alt kriterlere göre alternatiflerin karşılaştırılması gerçekleştirilmiştir. Sırası ile yükleme alt kriterleri, boşaltma alt kriterleri, depolama alt kriterleri ve transfer alt kriterlerine göre belirlenen alternatifler değerlendirilmiş ve karşılaştırma sonuçları sırasıyla Tablo 6.24, Tablo 6.25, Tablo 6.26 ve Tablo 6.27'de verilmiştir. Tablolarda alt kriterlere göre alternatiflerin ağırlık değerleri ve sıralaması yer almaktadır.

Tablo 6.24. Bulanık AHP Yükleme Alt Kriterlerine Göre Alternatiflerin Karşılaştırılması

| Kriter | Alternatifler                    | Ağırlık Değerleri | Sıralama |
|--------|----------------------------------|-------------------|----------|
| Y1     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,4052            | 1        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2192            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3754            | 2        |
| Y2     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3478            | 2        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,1641            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,4879            | 1        |
| Y3     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,4214            | 1        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,1823            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3961            | 2        |
| Y4     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,6087            | 1        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,1792            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,2120            | 2        |
| Y5     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,5290            | 1        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2460            | 2        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,2249            | 3        |
| Y6     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3213            | 2        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2600            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,4186            | 1        |
| Y7     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,5431            | 1        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,1792            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,2776            | 2        |
| Y8     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,4091            | 1        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,3092            | 2        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,2815            | 3        |

Tablo 6.24'de verilen alternatiflerin yükleme alt kriterlerine göre karşılaştırma sonuçları sırasıyla; olumsuz hava koşulları alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvı kimyasal yükler (%40,5), yük elleçleme ekipmanlarının arızalı olması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%48,8), yükleme sınırının aşılması/aşırı yükleme yapılması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvı

kimyasal yükler (%42,1), kimyasal sıvı madde ile temas edilmesi alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvı kimyasal yükler (%60,9), yükün numune ile kontrolünün sağlanmaması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvı kimyasal yükler (%52,9), ekipmanlardan kaynaklı gürültü ve titreşim oluşması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%41,9), çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanmaması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvı kimyasal yükler (%54,3) ve son olarak çevre kirliliği ve mekânsal problem alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvı kimyasal yükler (%40,9) olarak belirlenmiştir.

Tablo 6.25. Bulanık AHP Boşaltma Alt Kriterlerine Göre Alternatiflerin Karşılaştırılması

| Kriter | Alternatifler                    | Ağırlık Değerleri | Sıralama |
|--------|----------------------------------|-------------------|----------|
| B1     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,4214            | 1        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2033            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3752            | 2        |
| B2     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3912            | 2        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2141            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3945            | 1        |
| B3     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3533            | 1        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2933            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3533            | 2        |
| B4     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3493            | 2        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2844            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3661            | 1        |
| B5     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3734            | 2        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2069            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,4196            | 1        |
| B6     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3593            | 2        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2548            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3858            | 1        |
| B7     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3705            | 2        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2578            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3716            | 1        |

Tablo 6.25’de verilen alternatiflerin boşaltma alt kriterlerine göre karşılaştırma sonuçları sırasıyla; tank, tank konteyner veya IBC tankların hasarlı olması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvı kimyasal yükler (%42,1), yoğun çalışma/vardiyalı çalışma sistemi alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%39,45), aydınlatmanın yetersiz olması alt kriterine göre sıvılaştırılmış gazlar (%35,33) ve sıvı kimyasal yükler (%35,33) alternatifleri eşit risklere sahip, gemi ve terminal arasında iletişim yetersizliği alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%36,6), çalışanların kişisel koruyucu ve donanım kullanmaması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%41,9), operasyon sürecinde çalışanlara uygun talimatların verilmemesi alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%38,6) ve son olarak çevre kirliliği ve mekânsal

problem alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%37,2) olarak belirlenmiştir.

Tablo 6.26. Bulanık AHP Depolama Alt Kriterlerine Göre Alternatiflerin Karşılaştırılması

| Kriter | Alternatifler                    | Ağırlık Değerleri | Sıralama |
|--------|----------------------------------|-------------------|----------|
| D1     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,4067            | 1        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,1935            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3997            | 2        |
| D2     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,4328            | 1        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2156            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3516            | 2        |
| D3     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,4311            | 1        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2239            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3449            | 2        |
| D4     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3866            | 1        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2342            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3790            | 2        |
| D5     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3309            | 2        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2460            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,4229            | 1        |
| D6     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3303            | 2        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2289            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,4406            | 1        |
| D7     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,4271            | 1        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2075            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3653            | 2        |
| D8     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3214            | 2        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2496            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,4288            | 1        |
| D9     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,4257            | 1        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2040            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3701            | 2        |
| D10    | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3631            | 2        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,1894            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,4473            | 1        |
| D11    | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3472            | 2        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2465            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,4061            | 1        |

Tablo 6.26’da verilen alternatiflerin depolama alt kriterlerine göre karşılaştırma sonuçları sırasıyla; depolama alanının ve yükün uygun olmaması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvı kimyasal yükler (%40,7), yüklerin etiketlenmemesi veya yanlış etiketleme alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvı kimyasal yükler (%43,3), IMDG kodu ve MSDS kurallarına uygun olmayan yük ayrıştırma yapılması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvı kimyasal yükler (%43,1), yangın söndürme sistemlerinin uygun olmaması veya aktif olmaması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvı kimyasal yükler (%38,7), uygun olmayan koşullarda sıcak çalışma yapılması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%42,3), statik elektrik oluşması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%44,1), kapalı alana giriş kurallarına uyulmaması alt kriterine göre en yüksek

riske sahip alternatif sıvı kimyasal yükler (%42,7), oksijen düzeyi yetersiz ortam oluşması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%42,9), havalandırmanın olmaması veya yetersiz olması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvı kimyasal yükler (%42,6), çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanmaması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%44,7) ve son olarak çevre kirliliği ve mekânsal problem alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%40,6) olarak belirlenmiştir.

Tablo 6.27. Bulanık AHP Transfer Alt Kriterlerine Göre Alternatiflerin Karşılaştırılması

| Kriter | Alternatifler                    | Ağırlık Değerleri | Sıralama |
|--------|----------------------------------|-------------------|----------|
| T1     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3327            | 2        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2563            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,4108            | 1        |
| T2     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3492            | 2        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2400            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,4106            | 1        |
| T3     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3697            | 2        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2491            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3810            | 1        |
| T4     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3472            | 2        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2465            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,4061            | 1        |
| T5     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3856            | 2        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,1625            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,4518            | 1        |
| T6     | Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3533            | 1        |
|        | Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2933            | 3        |
|        | Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3533            | 2        |

Tablo 6.27’de verilen alternatiflerin transfer alt kriterlerine göre karşılaştırma sonuçları sırasıyla; yükün ADR’ ye uygun olmayan araçlara yüklenmesi ve taşınması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%41,1), kullanılan araçların muayenelerinin yapılmaması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%41,1), maksimum yükleme kapasitesinin aşılması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%38,1), kara tankeri üzerinde yüksekte çalışma alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%40,6), çalışanların kişisel koruyucu ve donanım kullanmaması alt kriterine göre en yüksek riske sahip alternatif sıvılaştırılmış gazlar (%45,2) ve son olarak çevre kirliliği ve mekânsal problem alt kriterine göre sıvı kimyasal yükler (%35,33) ve sıvılaştırılmış gazlar (%35,33) alternatifleri eşit ağırlık değeriyle aynı riske sahip olarak belirlenmiştir.

Bulanık AHP analizinde, alt kriterlere göre alternatiflerin önem düzeyleri değerlendirilmiş ve alternatiflerin nihai sonuçlarına ulaşılmıştır. Alternatiflerin ağırlık değerleri ve sıralamaları Tablo 6.28’de verilmiştir.

Tablo 6.28. Bulanık AHP Alternatif Nihai Sonucu

| Alternatifler                    | Ağırlık Değerleri | Sıralama |
|----------------------------------|-------------------|----------|
| Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3920            | 1        |
| Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2294            | 3        |
| Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3784            | 2        |

Tablo 6.28’ de verilen analiz sonuçlarına göre risk sıralaması yüksekten düşüğe sıvı kimyasal yükler (%39,2), sıvılaştırılmış gazlar (%37,8) ve ham petrol ve petrol türevleri (%22,9) şeklinde olmuştur. Sıvı yük terminallerinde elleçlenen üç yük türüne göre en riskli sıvı kimyasal yükler olmuş ve küçük bir fark ile sıvılaştırılmış gazlar 2. sırada yer almıştır.

Bulanık AHP analizi sonucunda elde edilen ana kriter ağırlıkları ve alt kriter ağırlıklarının çarpılması ile genel ağırlık değerleri hesaplanmıştır. Ulaşılan genel ağırlık değerlerine göre 32 alt kriterin sıralaması gerçekleştirilmiştir. Alt kriter genel ağırlık ve sıralamaları Tablo 6.29’da verilmiştir.

Tablo 6.29. Bulanık AHP Alt Kriter Genel Ağırlık ve Sıralaması

| Ana Kriterler | Ana Kriter Ağırlıkları | Alt Kriterler | Alt Kriter Ağırlıkları | Genel Ağırlık | Sıralama |
|---------------|------------------------|---------------|------------------------|---------------|----------|
| Yükleme       | 0,3534                 | Y1            | 0,0532                 | 0,0188        | 20       |
|               |                        | Y2            | 0,1358                 | 0,0479        | 6        |
|               |                        | Y3            | 0,1849                 | 0,0653        | 3        |
|               |                        | Y4            | 0,2257                 | 0,0797        | 2        |
|               |                        | Y5            | 0,0803                 | 0,0283        | 15       |
|               |                        | Y6            | 0,0657                 | 0,0232        | 17       |
|               |                        | Y7            | 0,1666                 | 0,0588        | 4        |
|               |                        | Y8            | 0,0874                 | 0,0308        | 12       |
| Boşaltma      | 0,3312                 | B1            | 0,2921                 | 0,0967        | 1        |
|               |                        | B2            | 0,1100                 | 0,0364        | 10       |
|               |                        | B3            | 0,0726                 | 0,0240        | 16       |
|               |                        | B4            | 0,1321                 | 0,0437        | 8        |
|               |                        | B5            | 0,1430                 | 0,0473        | 7        |
|               |                        | B6            | 0,1606                 | 0,0531        | 5        |
|               |                        | B7            | 0,0892                 | 0,0295        | 14       |

Tablo 6.29. (Devam) Bulanık AHP Alt Kriter Genel Ağırlık ve Sıralaması

| Ana Kriterler | Ana Kriter Ağırlıkları | Alt Kriterler | Alt Kriter Ağırlıkları | Genel Ağırlık | Sıralama |
|---------------|------------------------|---------------|------------------------|---------------|----------|
| Depolama      | 0,1594                 | D1            | 0,0968                 | 0,0154        | 26       |
|               |                        | D2            | 0,1000                 | 0,0159        | 23       |
|               |                        | D3            | 0,1002                 | 0,0159        | 24       |
|               |                        | D4            | 0,1027                 | 0,0163        | 22       |
|               |                        | D5            | 0,1268                 | 0,0202        | 18       |
|               |                        | D6            | 0,0991                 | 0,0157        | 25       |
|               |                        | D7            | 0,0761                 | 0,0121        | 31       |
|               |                        | D8            | 0,0882                 | 0,0140        | 28       |
|               |                        | D9            | 0,0827                 | 0,0131        | 30       |
|               |                        | D10           | 0,0881                 | 0,0140        | 29       |
|               |                        | D11           | 0,0387                 | 0,0061        | 32       |
| Transfer      | 0,1558                 | T1            | 0,2288                 | 0,0356        | 11       |
|               |                        | T2            | 0,1912                 | 0,0297        | 13       |
|               |                        | T3            | 0,2429                 | 0,0378        | 9        |
|               |                        | T4            | 0,0994                 | 0,0154        | 27       |
|               |                        | T5            | 0,1272                 | 0,0198        | 19       |
|               |                        | T6            | 0,1103                 | 0,0171        | 21       |

Tablo 6.29’da sıvı yük terminallerinde risk teşkil edebilecek ana kriter ve alt kriter genel ağırlık değerleri sıralanmıştır. Ana kriterler içerisinde yükleme (%35,3) sıvı yük terminali riskleri açısından en yüksek önem düzeyine sahip olmuştur. Önem düzeylerine göre alt kriterler içerisinde ilk üç sırada yer alan alt kriterler sırası ile boşaltma alt kriteri olan tank, tank konteyner veya IBC tankların hasarlı olması (%9,7), yükleme alt kriteri olan kimyasal sıvı madde ile temas edilmesi (%7,9) ve yükleme alt kriteri olan yükleme sınırının aşılması/aşırı yükleme yapılması (%6,5) şeklinde olmuştur. Önem düzeylerine göre alt kriterler içerisinde son üç sırada yer alan alt kriterler ise sırası ile depolama alt kriterleri olan çevre kirliliği ve mekânsal problemler (%0,6), kapalı alana giriş kurallarına uyulmaması (%1,2) ve havalandırmanın olmaması veya yetersiz olması (%1,3) şeklinde olmuştur. Sonuç olarak bulanık AHP yöntemine göre sıvı yük terminali operasyonlarından yükleme en riskli operasyon, boşaltma operasyonunun alt kriteri olan tank, tank konteyner veya IBC tankların hasarlı olması en riskli ve depolama operasyonunun alt kriteri olan çevre kirliliği ve mekânsal problemler en az riskli alt kriter olarak belirlenmiştir.

## 6.5. Risk Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

Tez çalışmasının bu bölümünde, sıvı yük terminalleri için gerçekleştirilen risk analizi uygulamalarının karşılaştırılması gerçekleştirilmiştir. Karşılaştırma ilk olarak AHP ve bulanık AHP yöntemleri arasında yapılmıştır. Devamında ise Fine Kinney ve 5x5 L tipi matris yöntemlerinin karşılaştırılması gerçekleştirilmiştir.

Birinci aşamada, AHP anketi sonucunda elde edilen veriler ve bu verilerin bulanıklaştırılması ile ulaşılan bulanık AHP değerleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmada alt kriterlerin genel ağırlıklarına ve sıralamalarına yer verilmiştir. AHP ve bulanık AHP karşılaştırma değerleri Tablo 6.30'da verilmiştir.

Tablo 6.30. AHP ve Bulanık AHP Alt Kriter Genel Ağırlık Karşılaştırılması

| Alt Kriterler | AHP            |          | Bulanık AHP    |          |
|---------------|----------------|----------|----------------|----------|
|               | Ağırlık Değeri | Sıralama | Ağırlık Değeri | Sıralama |
| Y1            | 0,0191         | 19       | 0,0188         | 20       |
| Y2            | 0,0494         | 6        | 0,0479         | 6        |
| Y3            | 0,0678         | 3        | 0,0653         | 3        |
| Y4            | 0,0811         | 2        | 0,0797         | 2        |
| Y5            | 0,0269         | 15       | 0,0283         | 15       |
| Y6            | 0,0211         | 17       | 0,0232         | 17       |
| Y7            | 0,0595         | 4        | 0,0588         | 4        |
| Y8            | 0,0285         | 14       | 0,0308         | 12       |
| B1            | 0,0234         | 16       | 0,0967         | 1        |
| B2            | 0,0297         | 13       | 0,0364         | 10       |
| B3            | 0,0367         | 10       | 0,024          | 16       |
| B4            | 0,0448         | 8        | 0,0437         | 8        |
| B5            | 0,0480         | 7        | 0,0473         | 7        |
| B6            | 0,0543         | 5        | 0,0531         | 5        |
| B7            | 0,1018         | 1        | 0,0295         | 14       |
| D1            | 0,0151         | 25       | 0,0154         | 26       |
| D2            | 0,0152         | 24       | 0,0159         | 23       |
| D3            | 0,0150         | 27       | 0,0159         | 24       |
| D4            | 0,0153         | 23       | 0,0163         | 22       |
| D5            | 0,0203         | 18       | 0,0202         | 18       |
| D6            | 0,0161         | 22       | 0,0157         | 25       |
| D7            | 0,0108         | 31       | 0,0121         | 31       |
| D8            | 0,0129         | 29       | 0,014          | 28       |
| D9            | 0,0122         | 30       | 0,0131         | 30       |

Tablo 6.30. (Devam) AHP ve Bulanık AHP Alt Kriter Genel Ağırlık Karşılaştırılması

| Alt Kriterler | AHP            |          | Bulanık AHP    |          |
|---------------|----------------|----------|----------------|----------|
|               | Ağırlık Değeri | Sıralama | Ağırlık Değeri | Sıralama |
| D10           | 0,0136         | 28       | 0,014          | 29       |
| D11           | 0,0062         | 32       | 0,0061         | 32       |
| T1            | 0,0362         | 11       | 0,0356         | 11       |
| T2            | 0,0303         | 12       | 0,0297         | 13       |
| T3            | 0,0374         | 9        | 0,0378         | 9        |
| T4            | 0,0151         | 26       | 0,0154         | 27       |
| T5            | 0,0184         | 20       | 0,0198         | 19       |
| T6            | 0,0166         | 21       | 0,0171         | 21       |

Tablo 6.30’da verilen AHP ve bulanık AHP genel ağırlık değerlerinin karşılaştırılmasına göre; verilerin bulanıklaştırılmasıyla elde edilen ağırlık değerlerinin bir kısmı klasik değere yakın, bir kısmı klasik değere göre daha düşük ve bir kısmı da klasik değere göre daha yüksek sonuca ulaşmıştır. Ağırlık ve sıralamaya göre en yüksek değişimi gösteren iki alt kriter olmuştur. Tank, tank konteyner veya IBC tankların hasarlı olması alt kriterinin ağırlık değeri bulanık AHP yönteminde daha yüksek hesaplanmış ve sıralaması 16’dan 1’e yükselerek en riskli alt kriter olmuştur. Çevre kirliliği ve mekânsal problemler alt kriterinin ağırlık değeri ise bulanık AHP’ de daha düşük hesaplanmış ve sıralaması 1’den 14’e düşmüştür. Alt kriterlerden (Y2, Y3, Y4, Y5, Y6, Y7, B4, B5, B6, D5, D7, D9, D11, T1, T3 ve T6) 16 adeti klasik AHP’ deki sıralamalarını korumuştur. Diğer kalan alt kriterlerin de sıralamalarında küçük oranda artış veya düşüşler gözlenmiştir.

AHP ve bulanık AHP analizinde, alt kriterlere göre alternatiflerin önem düzeyleri değerlendirilmiş ve alternatiflerin nihai sonuçlarına ulaşılmıştır. İki yöntemin alternatif ağırlıkları ve sıralaması Tablo 6.31’de verilmiştir.

Tablo 6.31. AHP ve Bulanık AHP Alternatif Nihai Sonuç Karşılaştırılması

| Alternatifler                    | AHP           |          | Bulanık AHP   |          |
|----------------------------------|---------------|----------|---------------|----------|
|                                  | Genel Ağırlık | Sıralama | Genel Ağırlık | Sıralama |
| Sıvı Kimyasal Yükler             | 0,3973        | 1        | 0,392         | 1        |
| Ham Petrol ve Petrol Türevleri   | 0,2268        | 3        | 0,2294        | 3        |
| Sıvılaştırılmış Gazlar (LPG-LNG) | 0,3759        | 2        | 0,3784        | 2        |

Tablo 6.31’ de verilen analiz sonuçlarına göre AHP yönteminin risk sıralaması yüksekten düşüğe sıvı kimyasal yükler (%39,7), sıvılaştırılmış gazlar (%37,6) ve ham petrol ve

petrol türevleri (%22,7) şeklinde olmuştur. Bulanık AHP yönteminin risk sıralaması ise yüksekten düşüğe sıvı kimyasal yükler (%39,2), sıvılaştırılmış gazlar (%37,8) ve ham petrol ve petrol türevleri (%22,9) şeklinde olmuştur. İki yöntemin analiz sonucuna göre üç alternatifin ağırlık değerlerinde küçük oranda değişiklik olmuş fakat bu değişiklik alternatiflerin sıralamasını değiştirmemiştir. İki yöntem için de sıvı kimyasal yükler en riskli yük türü olarak yerini korumuştur.

İkinci aşamada; sıvı kimyasal yükler, ham petrol ve petrol türevleri ve sıvılaştırılmış gazlar için Fine Kinney ve 5x5 L tipi matris yöntemleri ile gerçekleştirilen risk analiz sonuçları sırası ile Tablo 6.32, Tablo 6.33 ve Tablo 6.34'te verilmiştir. Risk analizi sonuçlarına göre, iki yöntemin risk skorları, risk düzeyleri ve risk kontrol tedbirleri sonrasında ulaşılan risk skoru ve risk düzeyleri listelenmiştir.

Tablo 6.32. Sıvı Kimyasal Yük Operasyonları Fine Kinney ve 5x5 L Tipi Matris Sonuç Karşılaştırılması

| Sıra | Tehlike | Risk                                                 | Yöntem            | Risk Skoru | Risk Düzeyi | Risk Kontrol Sonrası Risk Skoru | Risk Kontrol Sonrası Risk Düzeyi |
|------|---------|------------------------------------------------------|-------------------|------------|-------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1    | Yükleme | Olumsuz Hava Koşulları                               | 5x5 L Tipi Matris | 9          | 3           | 3                               | 4                                |
|      |         |                                                      | Fine Kinney       | 42         | 4           | 18                              | 5                                |
| 2    | Yükleme | Yük Elleçleme Ekipmanlarının Arızalı Olması          | 5x5 L Tipi Matris | 20         | 2           | 9                               | 3                                |
|      |         |                                                      | Fine Kinney       | 360        | 2           | 90                              | 3                                |
| 3    | Yükleme | Yükleme Sınırının Aşılması/Aşırı Yüklemeye Yapılması | 5x5 L Tipi Matris | 25         | 1           | 3                               | 4                                |
|      |         |                                                      | Fine Kinney       | 480        | 1           | 45                              | 4                                |
| 4    | Yükleme | Kimyasal Sıvı Madde ile Temas Edilmesi               | 5x5 L Tipi Matris | 12         | 3           | 4                               | 4                                |
|      |         |                                                      | Fine Kinney       | 90         | 3           | 21                              | 4                                |
| 5    | Yükleme | Yükün Numune ile Kontrolünün Sağlanmaması            | 5x5 L Tipi Matris | 10         | 3           | 3                               | 4                                |
|      |         |                                                      | Fine Kinney       | 126        | 3           | 9                               | 5                                |
| 6    | Yükleme | Ekipmanlardan Kaynaklı Gürültü ve Titreşim Oluşması  | 5x5 L Tipi Matris | 16         | 2           | 4                               | 4                                |
|      |         |                                                      | Fine Kinney       | 270        | 2           | 6                               | 5                                |
| 7    | Yükleme | Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması   | 5x5 L Tipi Matris | 16         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |         |                                                      | Fine Kinney       | 135        | 3           | 42                              | 4                                |

Tablo 6.32. (Devam) Sıvı Kimyasal Yük Operasyonları Fine Kinney ve 5x5 L Tipi Matris Sonuç Karşılaştırılması

| Sıra | Tehlike  | Risk                                                                  | Yöntem            | Risk Skoru | Risk Düzeyi | Risk Kontrol Sonrası Risk Skoru | Risk Kontrol Sonrası Risk Düzeyi |
|------|----------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------|------------|-------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 8    | Yükleme  | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler                                | 5x5 L Tipi Matris | 15         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                                       | Fine Kinney       | 600        | 1           | 90                              | 3                                |
| 9    | Boşaltma | Tank, Tank Konteyner veya IBC Tankların Hasarlı Olması                | 5x5 L Tipi Matris | 12         | 3           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                                       | Fine Kinney       | 360        | 2           | 14                              | 5                                |
| 10   | Boşaltma | Yoğun Çalışma/Vardiyalı Çalışma Sistemi                               | 5x5 L Tipi Matris | 16         | 2           | 9                               | 3                                |
|      |          |                                                                       | Fine Kinney       | 360        | 2           | 42                              | 4                                |
| 11   | Boşaltma | Aydınlatmanın Yetersiz Olması                                         | 5x5 L Tipi Matris | 9          | 3           | 4                               | 4                                |
|      |          |                                                                       | Fine Kinney       | 135        | 3           | 6                               | 5                                |
| 12   | Boşaltma | Gemi ve Terminal Arasında İletişim Yetersizliği                       | 5x5 L Tipi Matris | 15         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                                       | Fine Kinney       | 600        | 1           | 14                              | 5                                |
| 13   | Boşaltma | Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması                    | 5x5 L Tipi Matris | 16         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                                       | Fine Kinney       | 135        | 3           | 42                              | 4                                |
| 14   | Boşaltma | Operasyon Sürecinde Çalışanlara Uygun Talimatların Verilmemesi        | 5x5 L Tipi Matris | 12         | 3           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                                       | Fine Kinney       | 360        | 2           | 14                              | 5                                |
| 15   | Boşaltma | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler                                | 5x5 L Tipi Matris | 15         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                                       | Fine Kinney       | 600        | 1           | 90                              | 3                                |
| 16   | Depolama | Depolama Alanının ve Yükün Uygun Olmaması                             | 5x5 L Tipi Matris | 15         | 2           | 3                               | 4                                |
|      |          |                                                                       | Fine Kinney       | 600        | 1           | 30                              | 4                                |
| 17   | Depolama | Yüklerin Etiketlenmemesi veya Yanlış Etiketleme                       | 5x5 L Tipi Matris | 12         | 3           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                                       | Fine Kinney       | 135        | 3           | 14                              | 5                                |
| 18   | Depolama | IMDG Kodu ve MSDS Kurallarına Uygun Olmayan Yük Ayırıştırma Yapılması | 5x5 L Tipi Matris | 15         | 2           | 4                               | 4                                |
|      |          |                                                                       | Fine Kinney       | 600        | 1           | 30                              | 4                                |
| 19   | Depolama | Yangın Söndürme Sistemlerinin Uygun Olmaması veya Aktif Olmaması      | 5x5 L Tipi Matris | 20         | 2           | 12                              | 3                                |
|      |          |                                                                       | Fine Kinney       | 600        | 1           | 45                              | 4                                |
| 20   | Depolama | Uygun Olmayan Koşullarda Sıcak Çalışma Yapılması                      | 5x5 L Tipi Matris | 20         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                                       | Fine Kinney       | 1800       | 1           | 90                              | 3                                |

Tablo 6.32. (Devam) Sıvı Kimyasal Yük Operasyonları Fine Kinney ve 5x5 L Tipi Matris Sonuç Karşılaştırılması

| Sıra | Tehlike  | Risk                                                         | Yöntem            | Risk Skoru | Risk Düzeyi | Risk Kontrol Sonrası Risk Skoru | Risk Kontrol Sonrası Risk Düzeyi |
|------|----------|--------------------------------------------------------------|-------------------|------------|-------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 21   | Depolama | Statik Elektrik Oluşması                                     | 5x5 L Tipi Matris | 25         | 1           | 9                               | 3                                |
|      |          |                                                              | Fine Kinney       | 6000       | 1           | 135                             | 3                                |
| 22   | Depolama | Kapalı Alana Giriş Kurallarına Uyulmaması                    | 5x5 L Tipi Matris | 20         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                              | Fine Kinney       | 720        | 1           | 90                              | 3                                |
| 23   | Depolama | Oksijen Düzeyi Yetersiz Ortam Oluşması                       | 5x5 L Tipi Matris | 16         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                              | Fine Kinney       | 480        | 1           | 90                              | 3                                |
| 24   | Depolama | Havalandırmanın Olmaması veya Yetersiz Olması                | 5x5 L Tipi Matris | 16         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                              | Fine Kinney       | 240        | 2           | 45                              | 4                                |
| 25   | Depolama | Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması           | 5x5 L Tipi Matris | 16         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                              | Fine Kinney       | 135        | 3           | 42                              | 4                                |
| 26   | Transfer | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler                       | 5x5 L Tipi Matris | 15         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                              | Fine Kinney       | 600        | 1           | 90                              | 3                                |
| 27   | Transfer | Yükün ADR' ye Uygun Olmayan Araçlara Yüklenmesi ve Taşınması | 5x5 L Tipi Matris | 20         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                              | Fine Kinney       | 480        | 1           | 42                              | 4                                |
| 28   | Transfer | Kullanılan Araçların Muayenelerinin Yapılmaması              | 5x5 L Tipi Matris | 12         | 3           | 4                               | 4                                |
|      |          |                                                              | Fine Kinney       | 240        | 2           | 42                              | 4                                |
| 29   | Transfer | Maksimum Yükleme Kapasitesinin Aşılması                      | 5x5 L Tipi Matris | 20         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                              | Fine Kinney       | 720        | 1           | 42                              | 4                                |
| 30   | Transfer | Kara Tankeri Üzerinde Yüksekte Çalışma                       | 5x5 L Tipi Matris | 20         | 2           | 9                               | 3                                |
|      |          |                                                              | Fine Kinney       | 1440       | 1           | 90                              | 3                                |
| 31   | Transfer | Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması           | 5x5 L Tipi Matris | 16         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                              | Fine Kinney       | 135        | 3           | 42                              | 4                                |
| 32   | Transfer | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler                       | 5x5 L Tipi Matris | 15         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                              | Fine Kinney       | 600        | 1           | 90                              | 3                                |

Tablo 6.32’de sıvı kimyasal yükler için gerçekleştirilmiş iki risk analiz yönteminin sonuçları verilmiştir. Sonuçlara göre üç durum ortaya çıkmıştır. Bu durumlardan birincisi, 5x5 L tipi matris yönteminde elde edilen risk düzeylerinin Fine Kinney yöntemine göre daha yüksek olduğu risklerdir. Tablo 6.32’ye göre, 5x5 L tipi matris yöntemi analiz sonuçlarından 1, 7, 13, 25 ve 31 sıra numaralı riskler Fine Kinney sonuçlarına göre daha yüksek risk düzeyindedir. İkinci durum, Fine Kinney yönteminde elde edilen risk düzeylerinin 5x5 L tipi matris yöntemine göre daha yüksek olduğu risklerdir. Fine Kinney yöntemi sonuçlarından 8, 9, 12, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 22, 23, 26 27, 28, 29, 30 ve 32 sıra numaralı riskler 5x5 L tipi matris yöntemine göre daha yüksek risk düzeyindedir. Üçüncü durum ise, Fine Kinney ve 5x5 L tipi matris risk düzeylerinin eşit olduğu risklerdir. İki yöntemin analiz sonucuna göre 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 17, 21 ve 24 sıra numaralı riskler eşit risk düzeyine sahiptir. Sıvı kimyasal yükler için yapılan risk analizinde, Fine Kinney yöntemi ile hesaplanan 17 adet risk 5x5 L tipi matris yöntemine göre daha yüksek risk düzeyinde olmuştur. Sıvı kimyasal yüklerin risk analizi sonuçlarına göre, Fine Kinney yönteminde risklerin %25’i, 5x5 L tipi matris yönteminde de risklerin %84,4’ü risk kontrol tedbirleri sonrasında katlanılabilir düzey riske düşürülmüştür.

Tablo 6.33. Petrol Ürünleri Yük Operasyonları Fine Kinney ve 5x5 L Tipi Matris Sonuç Karşılaştırılması

| Sıra | Tehlike | Risk                                                 | Yöntem            | Risk Skoru | Risk Düzeyi | Risk Kontrol Sonrası Risk Skoru | Risk Kontrol Sonrası Risk Düzeyi |
|------|---------|------------------------------------------------------|-------------------|------------|-------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1    | Yükleme | Olumsuz Hava Koşulları                               | 5x5 L Tipi Matris | 9          | 3           | 3                               | 4                                |
|      |         |                                                      | Fine Kinney       | 42         | 4           | 18                              | 5                                |
| 2    | Yükleme | Yük Elleçleme Ekipmanlarının Arızalı Olması          | 5x5 L Tipi Matris | 20         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |         |                                                      | Fine Kinney       | 720        | 1           | 90                              | 3                                |
| 3    | Yükleme | Yükleme Sınırının Aşılması/Aşırı Yüklemeye Yapılması | 5x5 L Tipi Matris | 12         | 3           | 2                               | 4                                |
|      |         |                                                      | Fine Kinney       | 90         | 3           | 7                               | 5                                |
| 4    | Yükleme | Kimyasal Sıvı Madde ile Temas Edilmesi               | 5x5 L Tipi Matris | 9          | 3           | 2                               | 4                                |
|      |         |                                                      | Fine Kinney       | 42         | 4           | 9                               | 5                                |
| 5    | Yükleme | Yükün Numune ile Kontrolünün Sağlanmaması            | 5x5 L Tipi Matris | 6          | 4           | 2                               | 4                                |
|      |         |                                                      | Fine Kinney       | 42         | 4           | 9                               | 5                                |

Tablo 6.33. (Devam) Petrol Ürünleri Yük Operasyonları Fine Kinney ve 5x5 L Tipi Matris Sonuç Karşılaştırılması

| Sıra | Tehlike  | Risk                                                                  | Yöntem            | Risk Skoru | Risk Düzeyi | Risk Kontrol Sonrası Risk Skoru | Risk Kontrol Sonrası Risk Düzeyi |
|------|----------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------|------------|-------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 6    | Yükleme  | Ekipmanlardan Kaynaklı Gürültü ve Titreşim Oluşması                   | 5x5 L Tipi Matris | 16         | 2           | 4                               | 4                                |
|      |          |                                                                       | Fine Kinney       | 270        | 2           | 18                              | 5                                |
| 7    | Yükleme  | Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması                    | 5x5 L Tipi Matris | 16         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                                       | Fine Kinney       | 135        | 3           | 42                              | 4                                |
| 8    | Yükleme  | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler                                | 5x5 L Tipi Matris | 15         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                                       | Fine Kinney       | 600        | 1           | 90                              | 3                                |
| 9    | Boşaltma | Tank, Tank Konteyner veya IBC Tankların Hasarlı Olması                | 5x5 L Tipi Matris | 12         | 3           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                                       | Fine Kinney       | 360        | 2           | 14                              | 5                                |
| 10   | Boşaltma | Yoğun Çalışma/Vardiyalı Çalışma Sistemi                               | 5x5 L Tipi Matris | 16         | 2           | 9                               | 3                                |
|      |          |                                                                       | Fine Kinney       | 360        | 2           | 42                              | 4                                |
| 11   | Boşaltma | Aydınlatmanın Yetersiz Olması                                         | 5x5 L Tipi Matris | 9          | 3           | 4                               | 4                                |
|      |          |                                                                       | Fine Kinney       | 135        | 3           | 6                               | 5                                |
| 12   | Boşaltma | Gemi ve Terminal Arasında İletişim Yetersizliği                       | 5x5 L Tipi Matris | 15         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                                       | Fine Kinney       | 600        | 1           | 14                              | 5                                |
| 13   | Boşaltma | Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması                    | 5x5 L Tipi Matris | 16         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                                       | Fine Kinney       | 135        | 3           | 42                              | 4                                |
| 14   | Boşaltma | Operasyon Sürecinde Çalışanlara Uygun Talimatların Verilmemesi        | 5x5 L Tipi Matris | 12         | 3           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                                       | Fine Kinney       | 360        | 2           | 14                              | 5                                |
| 15   | Boşaltma | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler                                | 5x5 L Tipi Matris | 15         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                                       | Fine Kinney       | 600        | 1           | 90                              | 3                                |
| 16   | Depolama | Depolama Alanının ve Yükün Uygun Olmaması                             | 5x5 L Tipi Matris | 12         | 3           | 3                               | 4                                |
|      |          |                                                                       | Fine Kinney       | 240        | 2           | 14                              | 5                                |
| 17   | Depolama | Yüklerin Etiketlenmemesi veya Yanlış Etiketleme                       | 5x5 L Tipi Matris | 16         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                                       | Fine Kinney       | 135        | 3           | 27                              | 4                                |
| 18   | Depolama | IMDG Kodu ve MSDS Kurallarına Uygun Olmayan Yük Ayırıştırma Yapılması | 5x5 L Tipi Matris | 15         | 2           | 4                               | 4                                |
|      |          |                                                                       | Fine Kinney       | 600        | 1           | 30                              | 4                                |

Tablo 6.33. (Devam) Petrol Ürünleri Yük Operasyonları Fine Kinney ve 5x5 L Tipi Matris Sonuç Karşılaştırılması

| Sıra | Tehlike  | Risk                                                             | Yöntem            | Risk Skoru | Risk Düzeyi | Risk Kontrol Sonrası Risk Skoru | Risk Kontrol Sonrası Risk Düzeyi |
|------|----------|------------------------------------------------------------------|-------------------|------------|-------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 19   | Depolama | Yangın Söndürme Sistemlerinin Uygun Olmaması veya Aktif Olmaması | 5x5 L Tipi Matris | 20         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                                  | Fine Kinney       | 600        | 1           | 15                              | 5                                |
| 20   | Depolama | Uygun Olmayan Koşullarda Sıcak Çalışma Yapılması                 | 5x5 L Tipi Matris | 25         | 1           | 9                               | 3                                |
|      |          |                                                                  | Fine Kinney       | 6000       | 1           | 63                              | 4                                |
| 21   | Depolama | Statik Elektrik Oluşması                                         | 5x5 L Tipi Matris | 25         | 1           | 9                               | 3                                |
|      |          |                                                                  | Fine Kinney       | 10000      | 1           | 63                              | 4                                |
| 22   | Depolama | Kapalı Alana Giriş Kurallarına Uyulmaması                        | 5x5 L Tipi Matris | 20         | 2           | 12                              | 3                                |
|      |          |                                                                  | Fine Kinney       | 720        | 1           | 30                              | 4                                |
| 23   | Depolama | Oksijen Düzeyi Yetersiz Ortam Oluşması                           | 5x5 L Tipi Matris | 20         | 2           | 4                               | 4                                |
|      |          |                                                                  | Fine Kinney       | 1440       | 1           | 42                              | 4                                |
| 24   | Depolama | Havalandırmanın Olmaması veya Yetersiz Olması                    | 5x5 L Tipi Matris | 25         | 1           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                                  | Fine Kinney       | 720        | 1           | 42                              | 4                                |
| 25   | Depolama | Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması               | 5x5 L Tipi Matris | 16         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                                  | Fine Kinney       | 135        | 3           | 42                              | 4                                |
| 26   | Transfer | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler                           | 5x5 L Tipi Matris | 15         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                                  | Fine Kinney       | 600        | 1           | 42                              | 4                                |
| 27   | Transfer | Yükün ADR' ye Uygun Olmayan Araçlara Yüklenmesi ve Taşınması     | 5x5 L Tipi Matris | 25         | 1           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                                  | Fine Kinney       | 1200       | 1           | 42                              | 4                                |
| 28   | Transfer | Kullanılan Araçların Muayenelerinin Yapılmaması                  | 5x5 L Tipi Matris | 25         | 1           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                                  | Fine Kinney       | 1200       | 1           | 42                              | 4                                |
| 29   | Transfer | Maksimum Yükleme Kapasitesinin Aşılması                          | 5x5 L Tipi Matris | 15         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                                  | Fine Kinney       | 600        | 1           | 18                              | 5                                |
| 30   | Transfer | Kara Tankeri Üzerinde Yüksekte Çalışma                           | 5x5 L Tipi Matris | 20         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                                  | Fine Kinney       | 1440       | 1           | 63                              | 4                                |

Tablo 6.33. (Devam) Petrol Ürünleri Yük Operasyonları Fine Kinney ve 5x5 L Tipi Matris Sonuç Karşılaştırılması

| Sıra | Tehlike  | Risk                                               | Yöntem            | Risk Skoru | Risk Düzeyi | Risk Kontrol Sonrası Risk Skoru | Risk Kontrol Sonrası Risk Düzeyi |
|------|----------|----------------------------------------------------|-------------------|------------|-------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 31   | Transfer | Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması | 5x5 L Tipi Matris | 16         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                    | Fine Kinney       | 135        | 3           | 42                              | 4                                |
| 32   | Transfer | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler             | 5x5 L Tipi Matris | 15         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                    | Fine Kinney       | 600        | 1           | 42                              | 4                                |

Tablo 6.33'te ham petrol ve petrol türevleri yükleri için gerçekleştirilmiş iki risk analiz yönteminin sonuçları verilmiştir. Sonuçlara göre üç durum ortaya çıkmıştır. Bu durumlardan birincisi, 5x5 L tipi matris yönteminde elde edilen risk düzeylerinin Fine Kinney yöntemine göre daha yüksek olduğu risklerdir. Tablo 6.33'e göre, 5x5 L tipi matris yöntemi analiz sonuçlarından 1, 4, 7, 13, 17, 25 ve 31 sıra numaralı riskler Fine Kinney sonuçlarına göre daha yüksek risk düzeyindedir. İkinci durum, Fine Kinney yönteminde elde edilen risk düzeylerinin 5x5 L tipi matris yöntemine göre daha yüksek olduğu risklerdir. Fine Kinney yöntemi sonuçlarından 2, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 18, 19, 22, 23, 26, 29, 30 ve 32 sıra numaralı riskler 5x5 L tipi matris yöntemine göre daha yüksek risk düzeyindedir. Üçüncü durum ise, Fine Kinney ve 5x5 L tipi matris risk düzeylerinin eşit olduğu risklerdir. İki yöntemin analiz sonucuna göre 4, 5, 6, 10, 11, 21, 28 ve 29 sıra numaralı riskler eşit risk düzeyine sahiptir. Ham petrol ve petrol türevleri yükleri için yapılan risk analizinde, Fine Kinney yöntemi ile hesaplanan 15 adet risk 5x5 L tipi matris yöntemine göre daha yüksek risk düzeyinde olmuştur. Ham petrol ve petrol türevleri yüklerin risk analizi sonuçlarına göre, Fine Kinney yönteminde risklerin %37,5'i, 5x5 L tipi matris yönteminde de risklerin %87,5'i risk kontrol tedbirleri sonrasında katlanılabilir düzey riske düşürülmüştür.

Tablo 6.34. Sıvılaştırılmış Gaz Operasyonları Fine Kinney ve 5x5 L Tipi Matris Sonuç Karşılaştırılması

| Sıra | Tehlike  | Risk                                                   | Yöntem            | Risk Skoru | Risk Düzeyi | Risk Kontrol Sonrası Risk Skoru | Risk Kontrol Sonrası Risk Düzeyi |
|------|----------|--------------------------------------------------------|-------------------|------------|-------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 1    | Yükleme  | Olumsuz Hava Koşulları                                 | 5x5 L Tipi Matris | 9          | 3           | 3                               | 4                                |
|      |          |                                                        | Fine Kinney       | 42         | 4           | 18                              | 5                                |
| 2    | Yükleme  | Yük Elleçleme Ekipmanlarının Arızalı Olması            | 5x5 L Tipi Matris | 20         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                        | Fine Kinney       | 720        | 1           | 42                              | 4                                |
| 3    | Yükleme  | Yükleme Sınırının Aşılması/Aşırı Yüklemeye Yapılması   | 5x5 L Tipi Matris | 9          | 3           | 2                               | 4                                |
|      |          |                                                        | Fine Kinney       | 42         | 4           | 7                               | 5                                |
| 4    | Yükleme  | Kimyasal Sıvı Madde ile Temas Edilmesi                 | 5x5 L Tipi Matris | 12         | 3           | 4                               | 4                                |
|      |          |                                                        | Fine Kinney       | 90         | 3           | 21                              | 4                                |
| 5    | Yükleme  | Yükün Numune ile Kontrolünün Sağlanmaması              | 5x5 L Tipi Matris | 4          | 4           | 2                               | 4                                |
|      |          |                                                        | Fine Kinney       | 42         | 4           | 9                               | 5                                |
| 6    | Yükleme  | Ekipmanlardan Kaynaklı Gürültü ve Titreşim Oluşması    | 5x5 L Tipi Matris | 12         | 3           | 4                               | 4                                |
|      |          |                                                        | Fine Kinney       | 126        | 3           | 9                               | 5                                |
| 7    | Yükleme  | Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması     | 5x5 L Tipi Matris | 16         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                        | Fine Kinney       | 135        | 3           | 42                              | 4                                |
| 8    | Yükleme  | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler                 | 5x5 L Tipi Matris | 15         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                        | Fine Kinney       | 600        | 1           | 90                              | 3                                |
| 9    | Boşaltma | Tank, Tank Konteyner veya IBC Tankların Hasarlı Olması | 5x5 L Tipi Matris | 12         | 3           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                        | Fine Kinney       | 360        | 2           | 14                              | 5                                |
| 10   | Boşaltma | Yoğun Çalışma/Vardiyalı Çalışma Sistemi                | 5x5 L Tipi Matris | 16         | 2           | 9                               | 3                                |
|      |          |                                                        | Fine Kinney       | 360        | 2           | 42                              | 4                                |
| 11   | Boşaltma | Aydınlatmanın Yetersiz Olması                          | 5x5 L Tipi Matris | 9          | 3           | 4                               | 4                                |
|      |          |                                                        | Fine Kinney       | 135        | 3           | 6                               | 5                                |
| 12   | Boşaltma | Gemi ve Terminal Arasında İletişim Yetersizliği        | 5x5 L Tipi Matris | 15         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                        | Fine Kinney       | 600        | 1           | 14                              | 5                                |

Tablo 6.34. (Devam) Sıvılaştırılmış Gaz Operasyonları Fine Kinney ve 5x5 L Tipi Matris Sonuç Karşılaştırılması

| Sıra | Tehlike  | Risk                                                                 | Yöntem            | Risk Skoru | Risk Düzeyi | Risk Kontrol Sonrası Risk Skoru | Risk Kontrol Sonrası Risk Düzeyi |
|------|----------|----------------------------------------------------------------------|-------------------|------------|-------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 13   | Boşaltma | Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması                   | 5x5 L Tipi Matris | 16         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                                      | Fine Kinney       | 135        | 3           | 42                              | 4                                |
| 14   | Boşaltma | Operasyon Sürücünde Çalışanlara Uygun Talimatların Verilmemesi       | 5x5 L Tipi Matris | 12         | 3           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                                      | Fine Kinney       | 360        | 2           | 14                              | 5                                |
| 15   | Boşaltma | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler                               | 5x5 L Tipi Matris | 15         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                                      | Fine Kinney       | 600        | 1           | 90                              | 3                                |
| 16   | Depolama | Depolama Alanının ve Yükün Uygun Olmaması                            | 5x5 L Tipi Matris | 8          | 3           | 3                               | 4                                |
|      |          |                                                                      | Fine Kinney       | 240        | 2           | 14                              | 5                                |
| 17   | Depolama | Yüklerin Etiketlenmemesi veya Yanlış Etiketleme                      | 5x5 L Tipi Matris | 9          | 3           | 4                               | 4                                |
|      |          |                                                                      | Fine Kinney       | 45         | 4           | 14                              | 5                                |
| 18   | Depolama | IMDG Kodu ve MSDS Kurallarına Uygun Olmayan Yük Ayrıştırma Yapılması | 5x5 L Tipi Matris | 15         | 2           | 4                               | 4                                |
|      |          |                                                                      | Fine Kinney       | 600        | 1           | 30                              | 4                                |
| 19   | Depolama | Yangın Söndürme Sistemlerinin Uygun Olmaması veya Aktif Olmaması     | 5x5 L Tipi Matris | 20         | 2           | 9                               | 3                                |
|      |          |                                                                      | Fine Kinney       | 600        | 1           | 15                              | 5                                |
| 20   | Depolama | Uygun Olmayan Koşullarda Sıcak Çalışma Yapılması                     | 5x5 L Tipi Matris | 20         | 2           | 12                              | 3                                |
|      |          |                                                                      | Fine Kinney       | 1800       | 1           | 135                             | 3                                |
| 21   | Depolama | Statik Elektrik Oluşması                                             | 5x5 L Tipi Matris | 25         | 1           | 12                              | 3                                |
|      |          |                                                                      | Fine Kinney       | 1800       | 1           | 42                              | 4                                |
| 22   | Depolama | Kapalı Alana Giriş Kurallarına Uyulmaması                            | 5x5 L Tipi Matris | 20         | 2           | 4                               | 4                                |
|      |          |                                                                      | Fine Kinney       | 720        | 1           | 60                              | 4                                |
| 23   | Depolama | Oksijen Düzeyi Yetersiz Ortam Oluşması                               | 5x5 L Tipi Matris | 20         | 2           | 4                               | 4                                |
|      |          |                                                                      | Fine Kinney       | 720        | 1           | 90                              | 3                                |
| 24   | Depolama | Havalandırmanın Olmaması veya Yetersiz Olması                        | 5x5 L Tipi Matris | 15         | 2           | 2                               | 4                                |
|      |          |                                                                      | Fine Kinney       | 720        | 1           | 45                              | 4                                |
| 25   | Depolama | Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması                   | 5x5 L Tipi Matris | 16         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                                      | Fine Kinney       | 135        | 3           | 42                              | 4                                |

Tablo 6.34. (Devam) Sıvılaştırılmış Gaz Operasyonları Fine Kinney ve 5x5 L Tipi Matris Sonuç Karşılaştırılması

| Sıra | Tehlike  | Risk                                                         | Yöntem            | Risk Skoru | Risk Düzeyi | Risk Kontrol Sonrası Risk Skoru | Risk Kontrol Sonrası Risk Düzeyi |
|------|----------|--------------------------------------------------------------|-------------------|------------|-------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 26   | Transfer | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler                       | 5x5 L Tipi Matris | 15         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                              | Fine Kinney       | 600        | 1           | 90                              | 3                                |
| 27   | Transfer | Yükün ADR' ye Uygun Olmayan Araçlara Yüklenmesi ve Taşınması | 5x5 L Tipi Matris | 16         | 2           | 4                               | 4                                |
|      |          |                                                              | Fine Kinney       | 480        | 1           | 21                              | 4                                |
| 28   | Transfer | Kullanılan Araçların Muayenelerinin Yapılmaması              | 5x5 L Tipi Matris | 9          | 3           | 3                               | 4                                |
|      |          |                                                              | Fine Kinney       | 180        | 3           | 21                              | 4                                |
| 29   | Transfer | Maksimum Yükleme Kapasitesinin Aşılması                      | 5x5 L Tipi Matris | 10         | 3           | 1                               | 5                                |
|      |          |                                                              | Fine Kinney       | 100        | 3           | 7                               | 5                                |
| 30   | Transfer | Kara Tankeri Üzerinde Yüksekte Çalışma                       | 5x5 L Tipi Matris | 20         | 2           | 1                               | 5                                |
|      |          |                                                              | Fine Kinney       | 480        | 1           | 21                              | 4                                |
| 31   | Transfer | Çalışanların Kişisel Koruyucu Donanım Kullanmaması           | 5x5 L Tipi Matris | 16         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                              | Fine Kinney       | 135        | 3           | 42                              | 4                                |
| 32   | Transfer | Çevre Kirliliği ve Mekânsal Problemler                       | 5x5 L Tipi Matris | 15         | 2           | 6                               | 4                                |
|      |          |                                                              | Fine Kinney       | 600        | 1           | 90                              | 3                                |

Tablo 6.34'te sıvılaştırılmış gaz yükleri için gerçekleştirilmiş iki risk analiz yönteminin sonuçları verilmiştir. Sonuçlara göre üç durum ortaya çıkmıştır. Bu durumlardan birincisi, 5x5 L tipi matris yönteminde elde edilen risk düzeylerinin Fine Kinney yöntemine göre daha yüksek olduğu risklerdir. Tablo 6.34'e göre, 5x5 L tipi matris yöntemi analiz sonuçlarından 1, 3, 7, 13, 17, 25 ve 31 sıra numaralı riskler Fine Kinney sonuçlarına göre daha yüksek risk düzeyindedir. İkinci durum, Fine Kinney yönteminde elde edilen risk düzeylerinin 5x5 L tipi matris yöntemine göre daha yüksek olduğu risklerdir. Fine Kinney yöntemi 2, 8, 9, 12, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 27, 30 ve 32 sıra numaralı riskler 5x5 L tipi matris yöntemine göre daha yüksek risk düzeyindedir. Üçüncü durum ise, Fine Kinney ve 5x5 L tipi matris risk düzeylerinin eşit olduğu risklerdir. İki yöntemin analiz sonucuna göre 4, 5, 6, 10, 11, 21, 28 ve 29 sıra numaralı riskler eşit risk düzeyine sahiptir. Sıvılaştırılmış gaz yükleri için yapılan risk analizinde, Fine Kinney yöntemi ile

hesaplanan 17 adet risk 5x5 L tipi matris yöntemine göre daha yüksek risk düzeyinde olmuştur. Sıvılaştırılmış gaz yüklerinin risk analizi sonuçlarına göre, Fine Kinney yönteminde risklerin %34,4'ü, 5x5 L tipi matris yönteminde de risklerin %90,6'sı risk kontrol tedbirleri sonrasında katlanılabilir düzey riske düşürülmüştür.

Karşılaştırma sonucunda, Fine Kinney ve 5x5 L tipi matris yöntemi sonuçları yük türleri ve risk düzeylerine göre sınıflandırılmıştır. Risk düzeylerinin karşılaştırılması Tablo 6.35'te verilmiştir.

Tablo 6.35. Fine Kinney ve 5x5 L Tipi Matris Risk Düzey Karşılaştırılması

| Yük Türü                       | Yöntem              | Risk Düzeyi    |                |                |               |
|--------------------------------|---------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
|                                |                     | 1              | 2              | 3              | 4             |
| Sıvı Kimyasal Yük              | 5 x 5 L Tipi Matris | 2 Adet<br>%6   | 22 Adet<br>%69 | 8 Adet<br>%25  |               |
|                                | Fine Kinney         | 16 Adet<br>%50 | 7 Adet<br>%22  | 8 Adet<br>%25  | 1 Adet<br>%3  |
| Ham Petrol ve Petrol Türevleri | 5 x 5 L Tipi Matris | 5 Adet<br>%16  | 19 Adet<br>%59 | 7 Adet<br>%22  | 1 Adet<br>%3  |
|                                | Fine Kinney         | 17 Adet<br>%53 | 5 Adet<br>%16  | 7 Adet<br>%22  | 3 Adet<br>%9  |
| Sıvılaştırılmış Gazlar         | 5 x 5 L Tipi Matris | 1 Adet<br>%3   | 19 Adet<br>%60 | 11 Adet<br>%34 | 1 Adet<br>%3  |
|                                | Fine Kinney         | 15 Adet<br>%47 | 4 Adet<br>%12  | 9 Adet<br>%28  | 4 Adet<br>%13 |

Tablo 6.35'e göre Fine Kinney yönteminde; sıvı kimyasal yük risklerinin %50'si, ham petrol ve petrol türevleri yük risklerinin %53'ü ve sıvılaştırılmış gaz yük risklerinin %47'si 1. risk düzeyinde yer almıştır. Bu durum 5x5 L tipi matris yönteminde ise; sıvı kimyasal yük risklerinin %6'sı, ham petrol ve petrol türevleri yüklerinin risklerinin %16'sı ve sıvılaştırılmış gaz yük risklerinin %3'ü 1. risk düzeyinde yer almıştır. 5x5 L tipi matris yönteminde riskler, üç yük türü için de yüksek oranda 2. risk düzeyinde yer almıştır. Bu durum risklerin, Fine Kinney yöntemiyle 5x5 L tipi matris yöntemine göre daha yüksek risk düzeyinde hesaplandığını göstermektedir. Ham petrol ve petrol türevleri, 5x5 L tipi matris ve Fine Kinney yöntemleri analizlerine göre 1. risk düzeyinde en çok riske sahip yük türü olmuştur.

## 7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sıvı yük terminallerinde yük türünden ve yürütülen operasyonlardan kaynaklı farklı tehlikelerin olması, çalışanların risk altında çalışmalarına devam etmesine yol açmaktadır. Risk altında devam edilen çalışmalarda her an iş kazası ile karşı karşıya kalılabilmektedir. Sıvı yük terminallerinde iş kazaları ve meslek hastalıklarının önlenmesi için risk analizi gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Sıvı yük terminallerinde tespit edilen risklerin, yük türü ve farklı operasyonlarda risk düzeyleri farklı olmaktadır. Bu nedenle tez çalışmasında, sıvı yük terminalleri sıvı kimyasal yük, ham petrol ve petrol türevleri ve sıvılaştırılmış gaz yük türlerine indirgenerek ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Yük türleri dışında operasyonlar da yükleme, boşaltma, depolama ve transfer olmak üzere kategorize edilmiştir. Sıvı yük terminallerinde risk analizi, literatür incelemesi ile belirlenen risklerin AHP, bulanık AHP, 5x5 L tipi matris ve Fine Kinney yöntemleri kullanımı ile gerçekleştirilmiştir.

AHP yöntemi ile gerçekleştirilen analizde, uzman görüşlerinden yararlanılmış ve analiz sonuçlarına göre ana kriter, alt kriter ve alternatif ağırlıklandırılması ile risklerin önem düzeyleri belirlenmiştir. AHP analiz sonuçlarına göre; yükleme (%35,4) en riskli operasyon, boşaltma alt kriteri olan çevre kirliliği ve mekânsal problemler (%10,2) en yüksek önem düzeyine sahip alt kriter ve yük türlerinden sıvı kimyasal yükler (%39,7) ise en riskli yük türü olmuştur. AHP analizinde karşılaşılan bir diğer durum ise boşaltma alt kriteri olan çevre kirliliği ve mekânsal problemler (%10,2) en yüksek riske sahip alt kriter olurken depolama alt kriteri olan çevre kirliliği ve mekânsal problemler (%0,6) en düşük riske sahip alt kriter olmuştur. Bu durum, aynı riskin farklı operasyon türlerinde etkisinin farklı olabileceğini doğrular niteliktedir. Uzman tecrübeleri, AHP anketlerinin niteliğini olumlu veya olumsuz etkileyebilmektedir. Yöntemdeki bu belirsizlik etkisinin azaltılabilmesi için bulanık AHP yöntemi ile analiz gerçekleştirilmiştir. Bulanık AHP analiz sonuçlarına göre; yükleme (%35,3) en riskli operasyon, boşaltma alt kriteri olan tank, tank konteyner veya IBC tankların hasarlı olması (%9,7) en yüksek önem düzeyine sahip alt kriter ve yük türlerinden sıvı kimyasal yükler (%39,2) ise en riskli yük türü olmuştur.

AHP ve bulanık AHP analiz sonuçları karşılaştırıldığında, iki yöntemin önem düzeylerinde küçük değişikliklerin olmasına rağmen yükleme en riskli operasyon ve sıvı

kimyasal yükler de en riskli yük türü olmuştur. İki yöntemde, önem düzeyi ve sıralamaya göre en yüksek değişimi gösteren iki alt kriter olmuştur. Tank, tank konteyner veya IBC tankların hasarlı olması alt kriteri bulanık AHP yönteminde 1. sırada iken AHP yönteminde 16. sırada yer almıştır. Çevre kirliliği ve mekânsal problemler alt kriteri de AHP yönteminde 1. sırada iken bulanık AHP yönteminde 12. sırada yer almıştır.

5x5 L tipi matris analiz sonuçlarına göre; sıvı kimyasal yükler için yükleme tehlike kaynağında yük sınırının aşılması/aşırı yükleme yapılması (25) ve depolama tehlike kaynağında statik elektrik oluşması (25) riskleri, en yüksek risk skoruna sahip olmuştur. Sıvı kimyasal yükler için gerçekleştirilen risk analizinde risklerin %6'sı katlanılamaz (1. risk düzeyi) risk kategorisinde hesaplanmış ve 32 adet riskin %84,4'ü risk kontrol tedbirleri sonrasında katlanılabilir düzey riske düşürülmüştür. Ham petrol ve türevleri için depolama tehlike kaynağında statik elektrik oluşması (25), uygun olmayan koşullarda sıcak çalışma yapılması (25) ve havalandırmanın olmaması veya yetersiz olması (25), transfer tehlike kaynağında ise yükün ADR' ye uygun olmayan araçlara yüklenmesi ve taşınması (25) ve kullanılan araçların muayenelerinin yapılmaması (25) riskleri, en yüksek risk skoruna sahip olmuştur. Ham petrol ve petrol türevleri için gerçekleştirilen risk analizinde risklerin %16'sı katlanılamaz (1. risk düzeyi) risk kategorisinde hesaplanmış ve 32 adet riskin %87,5'i risk kontrol tedbirleri sonrasında katlanılabilir düzey riske düşürülmüştür. Sıvılaştırılmış gazlar için depolama tehlike kaynağında statik elektrik oluşması (25) riski, en yüksek risk skoruna sahip olmuştur. Sıvılaştırılmış gazlar için gerçekleştirilen risk analizinde risklerin 3'ü katlanılamaz (1. risk düzeyi), risk kategorisinde hesaplanmış ve 32 adet riskin %90,6'sı risk kontrol tedbirleri sonrasında katlanılabilir düzey riske düşürülmüştür. 5x5 L tipi matris analizinde üç yük türünde ortak olarak depolama tehlike kaynağında statik elektrik oluşması riski en yüksek risk skoruna sahip olmuştur.

Fine Kinney risk analiz sonuçlarına göre; sıvı kimyasal yükler için depolama tehlike kaynağında statik elektrik oluşması (6000) riski, en yüksek risk skoruna sahip olmuştur. Sıvı kimyasal yükler için gerçekleştirilen risk analizinde risklerin %50'si çok yüksek (1. risk düzeyi) risk kategorisinde hesaplanmış ve 32 adet riskin %25'i risk kontrol tedbirleri sonrasında katlanılabilir düzey riske düşürülmüştür. Ham petrol ve türevleri için depolama tehlike kaynağında statik elektrik oluşması (10000) riski, en yüksek risk

skoruna sahip olmuştur. Ham petrol ve petrol türevleri için gerçekleştirilen risk analizinde risklerin %53'ü çok yüksek (1. risk düzeyi) risk kategorisinde hesaplanmış ve 32 adet riskin %37,5'i risk kontrol tedbirleri sonrasında katlanılabilir düzey riske düşürülmüştür. Sıvılaştırılmış gazlar için depolama tehlike kaynağında statik elektrik oluşması (1800) ve uygun olmayan koşullarda sıcak çalışma yapılması (1800) riskleri, en yüksek risk skoruna sahip olmuştur. Sıvılaştırılmış gazlar için gerçekleştirilen risk analizinde risklerin %47'si çok yüksek (1. risk düzeyi) risk kategorisinde hesaplanmış ve 32 adet riskin %34,4'ü risk kontrol tedbirleri sonrasında katlanılabilir düzey riske düşürülmüştür. Fine Kinney analizinde üç yük türünde ortak olarak depolama tehlike kaynağında statik elektrik oluşması riski en yüksek risk skoruna sahip olmuştur.

5x5 L tipi matris ve Fine Kinney risk analiz sonuçlarına göre iki yöntemde de aynı risk skoruna sahip risklerin mevcut olduğu görülmüştür. Risk kontrol tedbirlerinin uygulanması aşamasında bu durum karşımıza olumsuzluk olarak çıkmaktadır. Çünkü eşit risk skorlarının önceliklendirilmesi iki yöntemin de özellikleri ile uyuşmamakta ve yöntemler yetersiz kalmaktadır. Tez çalışmasında olduğu gibi Yavuz (2017) tarafından yapılan risk analizinde de Fine Kinney yöntemi ile farklı riskler için aynı risk skorları hesaplanmıştır. Yavuz (2017) çalışmasında, bu eksikliğin giderilebilmesi için bulanık mantık yaklaşımı ve AHP yöntemlerini analize eklemiştir.

Risk skorlarına göre Fine Kinney yönteminde; sıvı kimyasal yük risklerinin %50'si, ham petrol ve petrol türevleri yüklerinin risklerinin %53'ü ve sıvılaştırılmış gaz yük risklerinin %47'si 1. risk düzeyinde yer almıştır. 5x5 L tipi matris yönteminde ise; sıvı kimyasal yük risklerinin %6'sı, ham petrol ve petrol türevleri yüklerinin risklerinin %16'sı ve sıvılaştırılmış gaz yük risklerinin %3'ü 1. risk düzeyinde yer almıştır. İki yöntem bulguları karşılaştırıldığında, Fine Kinney yöntemi riskleri daha yüksek risk düzeyinde değerlendirmiştir. Bu durum da Fine Kinney yönteminin daha hassas olması ve risk analizinde tercih edilme sebebini doğrulamaktadır. Tez çalışmasında olduğu gibi 5x5 L tipi matris ve Fine Kinney yöntemlerini kullanarak risk analizi gerçekleştiren çalışmalarda (Güranlı ve diğ., 2015; Okumuş ve Barlas, 2016; Eskiömeroğlu, 2018; Aker, 2019; Ölçücü, 2019; Duran, 2020) iki yöntem bulguları karşılaştırıldığında Fine Kinney yöntemi 5x5 L tipi matris yöntemine göre sonuçları daha yüksek risk düzeyinde hesaplamıştır.

Ham petrol ve petrol türevleri yük türü, 5x5 L tipi matris yöntemine göre %16 oranında katlanılamaz (1. risk düzeyi) ve Fine Kinney yöntemine göre %53 oranında çok yüksek risk (1. risk düzeyi) ile üç yürü türü içerisinde risk açısından ilk sırada yer almıştır.

5x5 L tipi matris risk analizinde hesaplanan risk skorları, üç yük türüne göre ortalama %87,5'i risk kontrol tedbirleri sonrasında katlanılabilir düzey riske düşürülmüştür. Bu durum Fine Kinney risk analizinde ise, üç yük türüne göre ortalama %32,3'ü risk kontrol tedbirleri sonrasında kabul edilebilir riske düşürüldüğü şeklindedir. Aker (2019) tarafından gerçekleştirilen risk analizinde de benzer durum ortaya çıkmış ve 5x5 L tipi matris yönteminde Fine Kinney yöntemine göre daha yüksek oranda riskler kabul edilebilir düzeye indirilmiştir. 5x5 L tipi matris yönteminin riskleri yüksek oranda kabul edilebilir risk düzeyine indirebilmesi frekans parametresinin hesaplama eklenmemesi olarak açıklanabilir.

Risk analizinde kullanılan yöntemler karşılaştırıldığında yöntemlerin avantaj ve dezavantajlarının bir arada olduğu görülmektedir. Bulanık mantık yaklaşımı, öznellik ve belirsizlik etkisinin azaltılabilmesi için tercih edilmektedir. Bulanık Fine Kinney (Supçiller ve Abalı, 2015; Oturakçı ve Dağsuyu, 2017; Oruç, 2020; Çınar, 2020; Rouyendegh ve Gür, 2020) ve bulanık AHP (Sii ve diğ., 2001; Acuner, 2014; John ve diğ., 2014; Kılıç, 2015; Pak ve diğ., 2015; Akyıldız ve Menteş, 2017; Ünver ve diğ., 2021) yöntemleri öznellik etkisinin azaltılabilmesi için risk analizi uygulamalarında sıkça karşımıza çıkmaktadır. Fine Kinney yöntemi dezavantajının azaltılabilmesi için ise Fine Kinney-AHP kullanımı (Kokangül ve diğ., 2017; Yılmaz ve Özcan, 2019) ve Fine Kinney-bulanık AHP kullanımı (Koulinas ve diğ., 2019; Beparyve Kabil, 2022; Tonoğlu ve diğ., 2022) literatürde karşımıza çıkmaktadır. Kokangül ve diğ. (2017) ve Kılıçaslan (2019) çalışmalarında ulaşılmış olduğu gibi AHP yöntemi risk ağırlıklarının hesaplanması, risklerin sıralanması konusunda fayda sağlamaktadır. AHP yöntemi bu avantajının yanında, Fine Kinney yöntemindeki gibi risk düzeyleri belirleyememekte ve yöntemin risk kontrol tedbirlerini belirlemesi gerekliliği bulunmamaktadır.

Sıvı yük terminalinde gerçekleştirilecek risk analizinde; Fine Kinney yönteminin, 5x5 L tipi matris yöntemine göre riskleri daha yüksek düzeyde analiz etmesi nedeniyle Fine Kinney yönteminin tercih edilmesi daha uygun olacaktır. Fine Kinney yöntemi de farklı olasılık, frekans ve şiddet değerinde aynı risk skoruna ulaştırabilmektedir. Bu durum,

risklerin sıralanması ve risk kontrol tedbirlerinin uygulanması konusunda olumsuzluk yarattığı için uzman görüşünden faydalanılabilen bulanık AHP yöntemi kullanımı uygun olacaktır. Öznellik ve belirsizlik etkisinin azaltılabilmesi için tercih edilen bulanık AHP ve Fine Kinney yönteminin birlikte kullanımı sıvı yük terminalleri için önerilmektedir.

Risk analizi sonucunda, sıvı yük terminallerinde risklerin azaltılabilmesi için aşağıdaki öneriler yapılabilir;

- Risklerin azaltılabilmesi öncelikli olarak risk analizi gerçekleştirilmesine bağlıdır ve risk analizi gerçekleştirirken çoğu zaman tek yöntem yetersiz kalmaktadır. Bu yüzden ilk olarak sektöre uygun olan yöntemler belirlenerek analiz yapılmalıdır.
- Çalışma alanındaki tecrübeli kişiler, risklerin tespiti ve analizi için risk değerlendirme ekibine eklenmelidir.
- Risk analizinin etkili olabilmesi için analizin son aşamasında belirlenen risk kontrol tedbirleri uygulamaya koyulmalı ve tedbirlerin takibi sağlanmalıdır.
- Risklerin operasyona göre etkisi değişebilmektedir. Bu yüzden belirlenen riskler, operasyona göre ayrı ayrı düşünülerek değerlendirilmelidir.
- Sıvı yük terminallerinde acil durum prosedürleri hazırlanarak çalışanlar bilgilendirilmeli ve düzenli periyotlarda acil durum tatbikatları gerçekleştirilmelidir.
- Çalışanlara temel İSG, kimyasal maddeler ile çalışma, MSDS, acil durum ve ilk yardım eğitimleri verilmelidir.
- Çalışanlara iş tehlikelerine uygun olacak KKD'lerin verilmesi ve KKD kullanımının denetim altında tutulması sağlanmalıdır.
- Yoğun çalışma şartlarından kaynaklı ortaya çıkabilecek risklerin önlenmesi için çalışma saatlerinin düzenlenmesi ve vardiya değişimlerinde dinlenme sürelerinin ayarlanması sağlanmalıdır.
- Çoğu tehlikeli yük sınıfında sayılan sıvı yüklerin, IMDG kodunda belirtilen kurallara uygun şekillerde taşınması ve belirtilen mesafelerde depolanması sağlanmalıdır.
- Yangın riski için, kullanılan yangın sistemleri yüke uygun olmalıdır. Yangın söndürme ve algılama sistemlerinin periyodik kontrolleri yapılarak çalışır durumda olması sağlanmalıdır. Acil durum tatbikat ve eğitimleriyle çalışanlara farkındalık kazandırılmalıdır.

- Statik elektrik riski için, topraklama yapılması, topraklama ölçümlerinin periyodik olarak yapılması ve kayıt altına alınması sağlanmalıdır. Kullanılan ekipmanlar exproof özellikte ve çalışanların kullandığı KKD'ler antistatik özellikte olmalıdır.
- Yük elleçleme ekipmanlarının operasyon öncesi ve sonrasında kontrollerinin yapılması ile kullanıma hazır durumda olması sağlanmalıdır. Oluşabilecek arızaların önüne geçilebilmesi için ekipmanların periyodik kontrol ve düzenli olarak bakımları yapılmalı ve takip edilmelidir.

Gerçekleştirilen literatür incelemesine göre, yük ve gemilere hizmet vermekte olan limanların (Kuleyin, 2005; Akyüz, 2007; Hsu, 2012, John ve diğ., 2014; Pak ve diğ., 2015; Zhang ve diğ., 2016; Yavuz, 2017; Saygı, 2018; Andriani ve diğ., 2019; Bellsola ve diğ., 2020; Gül, 2020; Bayram, 2021; Yıldız, 2021; Yorulmaz ve Yeğin, 2023) risk analizi uygulaması için sıklıkla tercih edilen bir alan olduğu görülmektedir. Yük türüne göre uzmanlaşmaya gidilmiş terminallerde ise konteyner terminallerinin (Alyami ve diğ., 2014; Pallis, 2017; Hanaz, 2019; Alyami ve diğ., 2019; Budiyo ve Fernanda, 2020; Ech-Cheikh ve diğ., 2021) risk analizi uygulaması için tercih edildiği literatürde ortaya çıkmaktadır. Kaçmaz (2021), çalışmasında ise biri sıvı yük terminali olmak üzere toplam beş terminal türünde riskleri analiz etmiştir. Literatür incelemesi sonucuna göre, tez çalışmasının konusu olan sıvı yük terminallerinde risk analizi uygulamalarının sayıca yetersiz olduğu görülmektedir. Çalışmada, sıvı yük terminali risklerinin tespit edilmesi ve dört farklı yöntemin kullanıldığı risk analizi uygulaması ile uygun yöntemin belirlenmesi yönü ile literatüre katkı yapılmaya çalışılmıştır. Sıvı yük terminali risklerinin sadece tespit edilen riskler çerçevesinde değerlendirilmesi, sıvı yük terminali elleçleme ekipmanları ve operasyonlarının incelenmesi noktasında sıvı yüklerin taşınması için sıklıkla tercih edilen tank konteynerlerin incelemeye dahil edilmemiş olması çalışma kısıtları olarak karşımıza çıkmaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmalara yönelik; kimyasalların risk analizinde etkili bir yöntem olan HAZOP yönteminin sıvı yük terminali risk analizi uygulamasına eklenmesi, risk analizi uygulamasında kullanılan Fine Kinney yöntemine bulanık Fine Kinney analizinin eklenmesi ve analiz sonuçlarının karşılaştırılması ve risklerin sıralanması noktasında farklı ÇKKV yöntemlerinin tercih edilmesi ile diğer yöntemlerin kullanılabilirliğinin gösterilmesi önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

- Acar, B. (2007). Risk Değerlendirmesi Temelli Yönetim Anlayışının Denizcilikte Uygulanması ve Türk Deniz Ticaret Filosunun Risk Değerlendirmesi Yöntemi ile Analizi. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 207715.
- Acuner, Ö. (2014). Tersane İş Kazalarının Önlenmesi İçin Bulanık Çıkarım Tabanlı Risk Değerlendirme Modeli Önerisi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 374796.
- Akar, Ö. (2017). Hatay İli Balıkçı Barınakları Risk Analizi. Yüksek Lisans Tezi, İskenderun Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay, 463030.
- Aker, A. (2019). İş Sağlığı ve Güvenliğinde 5x5 Matris ve Fine-Kinney Yöntemi ile Risk Değerlendirme ve Metal Sektöründe Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 611917.
- Akman, A. (2015). Kimya Sektöründe Tehlike ve İşletilebilirlik (HAZOP) Analizi. *Çalışma Dünyası Dergisi*, 3(2), 59-74.
- Aksoy, S. (2011). Ro-Ro Terminalleri İçin Simülasyon Modellemesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 349669.
- Akyıldız, H., Menteş, A. (2017). An Integrated Risk Assessment Based on Uncertainty Analysis for Cargo Vessel Safety. *Safety Science*, 92, 34-43. DOI: 10.1016/j.ssci.2016.09.009
- Akyüz, E., Arslan, O., Turan, O. (2020). Application of Fuzzy Logic to Fault Tree and Event Tree Analysis of the Risk for Cargo Liquefaction on Board Ship. *Applied Ocean Research*, 101, 102238. DOI: 10.1016/j.apor.2020.102238
- Akyüz, E., Çelik, E. (2015). A Fuzzy DEMATEL Method to Evaluate Critical Operational Hazards During Gas Freeing Process in Crude Oil Tankers. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 38, 243-253. DOI: 10.1016/j.jlp.2015.10.006
- Akyüz, E., Çelik, E. (2017). The Role of Human Factor in Maritime Environment Risk Assessment: A Practical Application on Ballast Water Treatment (BWT) System in Ship. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 24(3), 653-666. DOI: 10.1080/10807039.2017.1396184
- Akyüz, E., Çelik, M. (2014). A Hybrid Decision-Making Approach to Measure Effectiveness of Safety Management System Implementations on-Board Ships. *Safety Science*, 68, 169-179. DOI: 10.1016/j.ssci.2014.04.003

- Akyüz, G. (2007). Turistik Limanlarda Emniyet Risk Analizi: Bir Ege Limanında Uygulama. Yüksek Lisans Projesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 205409.
- Altınkaya, Z. (2021). AHP, Bulanık AHP ve TOPSİS Yöntemleri Kullanılarak İyileştirme Önerileri İçin Karar Destek Sistemi Oluşturulması. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 691595.
- Alyami, H., Lee, P. T. W., Yang, Z., Riahi, R., Bonsall, S., Wang, J. (2014). An Advanced Risk Analysis Approach for Container Port Safety Evaluation. *Maritime Policy & Management*, 41(7), 634-650. DOI: 10.1080/03088839.2014.960498
- Alyami, H., Yang, Z., Riahi, R., Bonsall, S., Wang, J. (2019). Advanced Uncertainty Modelling for Container Port Risk Analysis. *Accident Analysis and Prevention*, 123, 411-421. DOI: 10.1016/j.aap.2016.08.007
- Andriani, D. P., Novianti, V. D., Adnandy, R., A'yunin, K. (2019). Quantitative Risk Modelling of Occupational Safety in Green-Port. *The 9th Annual Basic Science International Conference*, Malang, Indonesia, 20-21 March 2019.
- Arıcı, S. S., Akyüz, E., Arslan, Ö. (2020). Application of Fuzzy Bow-Tie Risk Analysis to Maritime Transportation: The Case of Ship Collision During the STS Operation. *Ocean Engineering*, 217, 107960. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2020.107960
- Arslan, E. (2019). İnşaat İşyerlerinde Risk Değerlendirmesinin Bulanık Mantık Yöntemi ile Modellenmesi: Bir Fabrika Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 577146.
- Arslan, Ö. (2009). Quantitative Evaluation of Precautions on Chemical Tanker Operations. *Process Safety and Environmental Protection*, 87(2), 113-120. DOI: 10.1016/j.psep.2008.06.006
- Arslan, Ö. (2016). Tanker Terminallerinde Gemilerde Yaşanan Kazaların İnsan Faktörü ve Emniyet Açısından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 441596.
- Arslan, Ö., Zorba, Y., Svetak, J. (2018). Fault Tree Analysis of Tanker Accidents during Loading and Unloading Operations at the Tanker Terminals. *Journal of ETA Maritime Science*, 6(1), 3-16. DOI: 10.5505/jems.2018.29981
- Aydın, B. (2018). Bulanık AHP Yöntemi ile Yenilikçi Projelerin Önceliklendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 542760.
- Aydın, M., Akyüz, E., Turan, O., Arslan, Ö. (2021). Validation of Risk Analysis for Ship Collision in Narrow Waters by Using Fuzzy Bayesian Networks Approach. *Ocean Engineering*, 231, 108973. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2021.108973

- Aydın, M., Arıcı, S. S., Akyüz, E., Arslan, Ö. (2021). A Probabilistic Risk Assessment for Asphyxiation During Gas Inerting Process in Chemical Tanker Ship. *Process Safety and Environmental Protection*, 155, 532-542. DOI: 10.1016/j.psep.2021.09.038
- Aydın, M., Çamlıyurt, G., Akyüz, E., Arslan, Ö. (2021). Analyzing Human Error Contributions to Maritime Environmental Risk in Oil/Chemical Tanker Ship. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 27(7), 1838-1859. DOI: 10.1080/10807039.2021.1910011
- Bacıoğlu, H. (2022). Gemi Kompresör Sisteminin FMEA Yöntemi ile Risk Analizi ve Önleyici Faaliyetlerin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 733020.
- Bağdatlı, M. C. (2019). Nevşehir İslah Organize Sanayi İşletmelerinde İş Güvenliği Risk Analizi ve Model Yaklaşım Stratejileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 554869.
- Bal, K., Esmer, S. (2015). Sıvı Kimyasal Yük Terminallerinde Operasyon Süreçleri Üzerine Bir Değerlendirme. II. *Ulusal Liman Kongresi*, İzmir, Türkiye, 5-6 Kasım 2015.
- Balbaş, O. (2019). Tersanelerde İnşa Edilecek Gemi Tipi Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 598588.
- Bayar, N. (2010). İstanbul Boğazı'nda Deniz Trafik Güvenliğinin Risk Tabanlı Bulanık-AHP ve FMEA Yöntemleri ile İncelenmesi. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 295808.
- Bayazit, O., Zorba, Y. (2017). Tehlikeli Sıvı Dökme Yük Taşımacılığının Karşılaştırmalı Analizi: Kimyasal Tankerler ve Tank Konteynerler Üzerine Bir Çalışma. *Journal of ETA Maritime Science*, 5(4), 414-425. DOI: 10.5505/jems.2017.83997
- Bayram, H. (2021). Fine-Kinney Metodu ile Risk Analizi: Trabzon Limanı Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane, 686846.
- Bebek, İ., Altun, N., Bucak, U., Demirel, H. (2020). Kruvaziyer Gemilerinde Emniyet Riski Oluşturan Faktörlerin Değerlendirilmesine Yönelik Bir Çalışma. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 12, 73-84. DOI: 10.18613/deudfd.803398
- Bellsola O., X., Daamen, W., Vellinga, T., Hoogendoorn, S. P. (2020). Risk Assessment Methodology for Vessel Traffic in Ports by Defining the Nautical Port Risk Index. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(1), 10. DOI: 10.3390/jmse8010010

- Bepary, B., Kabir, G. (2022). Occupational Risk Assessment of Wind Turbines in Bangladesh. *Applied System Innovation*, 5(2), 34. DOI: 10.3390/asi5020034
- Birgören, B. (2017). Fine Kinney Risk Analizi Yönteminde Risk Analizi Yönteminde Risk Faktörlerinin Hesaplama Zorlukları ve Çözüm Önerileri. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 9(1), 19-25. DOI: 10.29137/umagd.346168
- Budiyanto, M. A., Fernanda, H. (2020). Risk Assessment of Work Accident in Container Terminals Using the Fault Tree Analysis Method. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(6), 466. DOI: 10.3390/jmse8060466
- Buckley, J. J. (1985). Fuzzy Hierarchical Analysis. *Fuzzy Sets and Systems*, 17(3), 233-247. DOI: 10.1016/0165-0114(85)90090-9
- Büyüközkan, G., Kahraman, C., Ruan, D. (2004). A Fuzzy Multi-Criteria Decision Approach for Software Development Strategy Selection. *International Journal of General Systems*, 33(2-3), 259-280. DOI: 10.1080/03081070310001633581
- Caner A., G. (2020). İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Süreci İçin Yeni Bir Yaklaşım: Tersane İşletmelerinde Uygulama. Doktora Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, 627700.
- Ceylan, H., Başhelvacı, V. S. (2011). Risk Değerlendirme Tablosu Yöntemi ile Risk Analizi: Bir Uygulama. *International Journal of Engineering Research and Development*, 3(2), 25-33.
- Çabuk, A., Atalay, H., Erdem, E., Aksöz, Ş. (2021). Papyon Modeli Risk Değerlendirme Metodu Kullanılarak Proaktif ve Reaktif Önlemlerin Belirlenmesi, Depo Örneği. *OHS Academy*, 4(1), 83-91. DOI: 10.38213/ohsacademy.911368
- Çağlar, V. (2012). Türk Özel Limanlarının Etkinlik ve Verimlilik Analizi. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 337555.
- Çakmak, E. (2015). İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Yöntemlerinin Bulanık Mantık Yaklaşımı ile Analizi: KOBİ Uygulama Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 412594.
- Çeliktaş, B., Ünlü, N. (2018). Risk Değerlendirme Karar Matrisi Yöntemi Kullanarak Örnek Bir Risk Değerlendirme Raporunun Oluşturulması. *The Journal of Academic Social Science Studies*, (65), 483-504. DOI: 10.9761/JASSS7527
- Çetinkaya, O. (2014). Tersanelerde İş Güvenliği Analizi (JSA). Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 384892.
- Chang, D. Y. (1996). Applications of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649-655. DOI: 10.1016/0377-2217(95)00300-2

- Çınar, F. (2020). A Model on Risk Analysis Methods in Ship Handling During Port Manoeuvres. Yüksek Lisans Tezi, Piri Reis Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 642814.
- Çiçek, K. (2013). Gemi Filo Yönetiminde Operasyonel Risk Kontrolü İçin Bir Karar Verme Yaklaşımı. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 333021.
- Dadone, P. (2001). Design Optimization of Fuzzy Logic Systems. Doctor of Philosophy, Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia, 3065428.
- Dağdeviren, M., Akay, D., Kurt, M. (2004). İş Değerlendirme Sürecinde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Uygulaması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(2), 131-138.
- Damat, A., Utlı, Z. (2018). İstanbul Metro İstasyonlarında İş Güvenliği Uygulamaları. *Demiryolu Mühendisliği*, (8), 52-69.
- Danacı, A. (2017). Türkiye’de Liman İşletmelerinde Emniyet Önlemleri Üzerine Bir İnceleme. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 486504.
- Devren, M. E. (2016). Asansör Sistemlerinde FMEA ve Fine Kinney Metodlarının Risk Değerlendirmelerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 453630.
- Doğan, B., Oturakçı, M., Dağsuyu, C. (2022). Action Selection in Risk Assessment with Fuzzy Fine–Kinney-Based AHP-TOPSIS Approach: A Case Study in Gas Plant. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(44), 66222-66234. DOI: 10.1007/s11356-022-20498-2
- Duran, F. (2020). Patlayıcı Ortamlar ve Boyahane Risk Değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 650650.
- Durmaz, M. A. (2022). Gıda Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği Risklerinin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ile Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 740340.
- Ech-Cheikh, H., El Haq, S. L., Douraid, A. (2021). Container Terminal Risk Evaluation and Management: A Case Study of a Moroccan Port. *International Journal of Safety and Security Engineering*, 11(6), 635-640. DOI: 10.18280/ijss.110603
- Eğrisöğüt T., A., Kazan, R. (2007). Bulaşık Makinesinin Bulanık Mantık ile Modellenmesi. *Mühendis ve Makina*, 48(565), 3-8.
- Ekici, C. V. (2018). İç Sularda Dinamik Seyir Riski Hesaplamasına Etki Eden Faktörlerin Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımı ile Analizi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, 507113.

- Elidolu, G., Akyüz, E., Arslan, Ö., Arslanoğlu, Y. (2022). Quantitative Failure Analysis for Static Electricity-Related Explosion and Fire Accidents on Tanker Vessels under Fuzzy Bow-Tie CREAM Approach. *Engineering Failure Analysis*, 131, 105917. DOI: 10.1016/j.engfailanal.2021.105917
- Emovon, I., Norman, R. A., Alan, J. M., Pazouki, K. (2015). An Integrated Multicriteria Decision Making Methodology Using Compromise Solution Methods for Prioritising Risk of Marine Machinery Systems. *Ocean Engineering*, 105, 92-103. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2015.06.005
- Erdem, M. (2012). Türkiye’de Kombine Taşımacılık İçin Liman Yerinde Bulanık AHP ile Seçimi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 305379.
- Erdem, P. (2021). A Quantitative Approach on Human Factor Analysis in Maritime Operations. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, 686914.
- Erdoğan, S. (2021). Liman Yükleme ve Boşaltma Ekipmanlarında Çalışanların Gürültü ve Titreşim Maruziyetlerinin Değerlendirilmesi İçin Örnek Çalışma. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul, 745506.
- Ergin, A. (2011). Tedarik Zinciri Yönetiminde Konteyner Taşıyıcı Seçimi ve Türkiye’deki Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 305400.
- Ergun, İ. (2020). Karadeniz Tipi Balıkçı Gemilerinin Bakım Onarım Operasyonlarında Risk Değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, 649531.
- Eski, Ö. (2017). Denizyolu Tehlikeli Yük Taşımacılığında Liman Çalışanlarının Genel Farkındalıklarının Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 485302.
- Eskiömeroğlu, B. (2018). Tam Teşekküllü Spor Komplekslerinin Risk Analizlerinin Fine Kinney ve 5x5 L Matris Yöntemleri ile Yapılarak Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Gedik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 491371.
- Esmer, S. (2019). *Liman ve Terminal Yönetimi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Fine, W. T. (1971). Mathematical Evaluations for Controlling Hazards, *Naval Ordnance Lab*, NOLTR 71-31, 1-28.
- Fragiadakis, N. G., Tsoukalas, V. D., Papazoglou, V. J. (2014). An Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (Anfis) Model for Assessing Occupational Risk in the Shipbuilding Industry. *Safety Science*, 63, 226-235. DOI: 10.1016/j.ssci.2013.11.013

- Garmer, K., Sjöström, H., Hiremath, A. M., Tilwankar, A. K., Kinigalakis, G., Asolekar, S. R. (2015). Development and Validation of Three-Step Risk Assessment Method for Ship Recycling Sector. *Safety Science*, 76, 175-189. DOI: 10.1016/j.ssci.2015.02.007
- Göksu, S. (2021). Emniyetli Gemi Operasyonları İçin Hata Türleri ve Etkileri Analizi (FMEA)'ne Dayalı Risk Değerlendirme Modeli Geliştirilmesi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, 670654.
- Görçün, Ö. F. (2012). Tehlikeli Maddelerin Denizyolunda Taşınması ve Risk Yönetimi: Türk Boğazlar Bölgesi Örneği. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul, 318757.
- Grancharov, I. (2019). Safety Measures Relating to Carriage and Transfer of Liquid Cargoes. *Technical University of Varna Annual Journal*, 3(2), 62-71. DOI: 10.29114/ajtuv.vol3.iss2.114
- Gül, M. (2020). A Fuzzy-Based Occupational Health and Safety Risk Assessment Framework and a Case Study in an International Port Authority. *Journal of Marine Engineering & Technology*, 19(4), 161-175. DOI: 10.1080/20464177.2019.1670994
- Gül, M., Çelik, E. (2018). Fuzzy Rule-Based Fine-Kinney Risk Assessment Approach for Rail Transportation Systems. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 24(7), 1786-1812. DOI: 10.1080/10807039.2017.1422975
- Gül, M., Çelik, E., Akyüz, E. (2017). A Hybrid Risk-Based Approach for Maritime Applications: The Case of Ballast Tank Maintenance. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 23(6), 1389-1403. DOI: 10.1080/10807039.2017.1317204
- Gül, M., Mete, S., Serin, F., Çelik, E. (2020). Fine-Kinney Occupational Risk Assessment Method and Its Extensions by Fuzzy Sets: A State-of-the-Art Review. Gül, M., Mete, S., Serin, F., Çelik, E. (Ed.), *Fine Kinney Based Fuzzy Multi-Criteria Occupational Risk Assessment* (1-11). Springer International Publishing: Springer.
- Gülcan, T. A. (2013). Kimyasal Yük Terminallerinde Operasyon Verimliliğini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi Üzerine Nitel Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 337667.
- Güleç, M. A. (2021). İtfaiye İstasyonlarındaki Tehlikelerin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Ölçülmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 687520.
- Güleç, Ö. (2022). Gırgır Balıkçılığının L Tipi Matris Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 716555.

- Gülen, M. F. (2021). Gemi-Köprü Kazaları İçin Önlemler ve Bulanık Mantık Tabanlı Risk Değerlendirme Modeli Oluşturulması Örnek Çalışma: 1915 Çanakkale Köprüsü. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, 677472.
- Güler, A. (2015). Gemi Bakım Onarım Sektöründe Kimyasal Risk Değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 416962.
- Gürcanlı, G. E., Bilir, S., Sevim, M. (2015). Activity Based Risk Assessment and Safety Cost Estimation for Residential Building Construction Projects. *Safety Science*, 80, 1-12. DOI: 10.1016/j.ssci.2015.07.002
- Güven, M. (2017). Ülkemizdeki Bazı Ölümlü Tersane Kazalarının Bow-Tie Risk Analizi Metodolojisi ile Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 466646.
- Hafizoğlu, E. (2006). Bina Yapımında Yaşanan Kazalar ve Bir Risk Değerlendirme Çalışması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 223861.
- Hanaz, M. O. (2019). Konteyner Limanlarında Tehlike ve Risklerin Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, İstanbul, 589223.
- Hassan, S. A. (1993). Port Activity Simulation: An Overview. *ACM SIGSIM Simulation Digest*, 23(2), 17-36. DOI: 10.1145/174253.174255
- Hsu, W. K. K. (2012). Ports' Service Attributes for Ship Navigation Safety. *Safety Science*, 50(2), 244-252. DOI: 10.1016/j.ssci.2011.08.057
- İlhan, S. (2018). Gemi Acil Durum/Gemi Terk Ekipmanlarının ve Operasyonunun İş Güvenliği Açısından Risk Temelli Olarak İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 520663.
- İrtem, Ş. S. (2015). Gemi İşletmeciliğinde Deniz Çalışma Sözleşmesi (MLC,2006) Uygulaması ve Gemilerde Risk Değerlendirmesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 394542.
- İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu (2012). *T.C. Resmi Gazete* (28339, 30 Haziran 2012). T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı.
- İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği (2012). *T.C. Resmi Gazete* (28512, 29 Aralık 2012). T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı.
- John, A., Paraskevakakis, D., Bury, A., Yang, Z., Riahi, R., Wang, J. (2014). An Integrated Fuzzy Risk Assessment for Seaport Operations. *Safety Science*, 68, 180-194. DOI: 10.1016/j.ssci.2014.04.001

- Kaçmaz, E. (2021). Marmara Bölgesindeki Liman Operasyonları İçin Emniyetli Yönetim Sisteminin Geliştirilmesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, 712316.
- Karan B., G. (2019). Bir Sağlık Kurumunda L Matris ve Fine-Kinney Risk Analiz Yöntemlerinin Kıyaslanması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 555270.
- Kılıç, İ. (2015). Risk Analysis for Marine Accidents on the Istanbul Strait by Utilizing Fuzzy- Analytic Hierarchy Process. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 389374.
- Kılıçaslan, S. (2019). Gıda İşletmelerinde Risk Değerlendirmesinin Önemi ve Bir İşletmede Uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uşak, 539389.
- Kinney, G. F., Wiruth, A. D. (1976). Practical Risk Analysis for Safety Management, *Naval Weapons Center*, NWC-TP-5865, 1-21.
- Kiş, H. (2015). Liman Yük Elleçleme Donanımında Uzmanlaşma ve Esneklik. *II. Ulusal Liman Kongresi*, İzmir, Türkiye, 5-6 Kasım 2015.
- Koçak, M. (2022). Tersanelerde Yangın Güvenliği ve Risk Analizi: Özel Bir Tersanenin Fine Kinney Risk Analiz Yöntemi ile İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 711279.
- Kokangül, A., Polat, U., Dağsuyu, C. (2017). A New Approximation for Risk Assessment Using the AHP and Fine Kinney Methodologies. *Safety Science*, 91, 24-32. DOI: 10.1016/j.ssci.2016.07.015
- Korkmaz, G. (2020). L Tipi (5x5 Matris) Risk Analiz Yöntemi ve Fine Kinney Yöntemi ile Yapı Makinalarında Risk Değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çankaya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 653065.
- Koulinas, G. K., Marhavalas, P. K., Demesouka, O. E., Vavatsikos, A. P., 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. *Safety Science*, 112, 96-104. DOI: 10.1016/j.ssci.2018.10.017
- Kuleyin, B. (2005). Limanlarda Gemi Kaynaklı Çevresel Risk Değerlendirmesi ve Yönetimi: Aliğa Limanı Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 162323.
- Kuzu, A. C., Akyüz, E., Arslan, Ö. (2019). Application of Fuzzy Fault Tree Analysis (FFTA) to Maritime Industry: A Risk Analysing of Ship Mooring Operation. *Ocean Engineering*, 179, 128-134. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2019.03.029

- Lafçı, Ö. (2019). Arama/Kurtarma Gemilerindeki Hassas Faaliyetlerde Alınması Gereken İş Güvenliği Önlemlerinin Belirlenmesi ve Risk Analizi Uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, 540138.
- Mabrouki, C., Bentaleb, F., Mousrij, A. (2014). A Decision Support Methodology for Risk Management within a Port Terminal. *Safety Science*, 63, 124-132. DOI: 10.1016/j.ssci.2013.09.015
- Marhavilas, P. K., Koulouriotis, D., 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. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 24(5), 477-523. DOI: 10.1016/j.jlp.2011.03.004
- Mokhtari, K., Ren, J., Roberts, C., Wang, J. (2011). Application of a Generic Bow-Tie Based Risk Analysis Framework on Risk Management of Sea Ports and Offshore Terminals. *Journal of Hazardous Materials*, 192(2), 465-475. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2011.05.035
- Montewka, J., Ehlers, S., Goerlandt, F., Hinz, T., Tabri, K., Kujala, P. (2014). A Framework for Risk Assessment for Maritime Transportation Systems—A Case Study for Open Sea Collisions Involving Ropax Vessels. *Reliability Engineering & System Safety*, 124, 142-157. DOI: 10.1016/j.res.2013.11.014
- Okumuş, D., Barlas, B. (2016). Gemi İnşaatı Sektöründe 5x5 Analiz Matrisi Ve Fine-Kinney Yöntemlerinin Uygulanmalı Bir Karşılaştırılması. *Gemi ve Deniz Teknolojisi*, 22(204-205), 95-106.
- Okuyucu, O. C. (2022). A Numerical Risk Analysis Approach on Salvage Operation of Grounded Vessels. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, 712743.
- Oruç, A. (2020). Cybersecurity Risk Assessment for Tankers and Defence Methods. Yüksek Lisans Tezi, Piri Reis Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 619071.
- Oturakçı, M., Dağsuyu, C. (2017). Risk Değerlendirmesinde Bulanık Fine-Kinney Yöntemi ve Uygulaması. *Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, 1(1), 17-25. DOI: 10.33720/kisgd.327548
- Ölçücü Ş., H. (2019). Tehlikeli Atık Bertaraf Tesislerinde Meslek Hastalığı ve Biyolojik Faktörler Açısından Risk Değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, Tarsus Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mersin, 607614.
- Özcan, S. G. (2019). İnşaat Sektöründe İş Kazalarına Neden Olan Faktörlerin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 597369.

- Özkılıç, Ö. (2005). *İş Sağlığı ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri*. Ankara: Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu.
- Pak, J. Y., Yeo, G. T., Oh, S. W., Yang, Z. (2015). Port Safety Evaluation from a Captain's Perspective: The Korean Experience. *Safety Science*, 72, 172-181. DOI: 10.1016/j.ssci.2014.09.007
- Pala, O. (2016). Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Meslek Seçiminde Uygulanması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(3), 427-445. DOI: 10.16953/deusbed.09845
- Pallis, P. L. (2017). Port Risk Management in Container Terminals. *Transportation Research Procedia*, 25, 4411-4421. DOI: 10.1016/j.trpro.2017.05.337
- Rouyendegh, B. D., Gür, L. (2020). Bulanık Fine-Kinney Yöntemiyle Risk Değerlendirmesi Uygulaması. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 31(1), 75-86.
- Saaty, T. L. (1990). How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 48(1), 9-26. DOI: 10.1016/0377-2217(90)90057-I
- Saaty, T. L. (2008). Decision Making with the Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83-98. DOI: 10.1504/IJSSCI.2008.017590
- Saaty, T. L., Özdemir, M. S. (2003). Why the Magic Number Seven Plus or Minus Two. *Mathematical and Computer Modelling*, 38(3-4), 233-244. DOI: 10.1016/S0895-7177(03)90083-5
- Sade, Z. (2017). Sivas Fimar Mermer Fabrikasının Risk Analizi ve Değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 465232.
- Salihoğlu, E., Bal B., E. (2022). Waiting Reasons Affecting the Handling Process at Liquid Bulk Terminals. *Journal of Shipping and Trade*, 7(1) 1-15. DOI: 10.1186/s41072-022-00109-6
- Saygı, E. (2018). İzmit Körfezi Limanlarında İş Güvenliğinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 521932.
- Sii, H. S., Ruxton, T., Wang, J. (2001). A Fuzzy-Logic-Based Approach to Qualitative Safety Modelling for Marine Systems. *Reliability Engineering and System Safety*, 73(1), 19-34. DOI: 10.1016/S0951-8320(01)00023-0
- Soykan, O. (2018). Endüstriyel Balıkçı Gemilerinde L Tipi Matris Yöntemi ile Risk Değerlendirme ve Kullanılabilirliği. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(2), 207-2017. DOI: 10.12714/egejfas.2018.35.2.15

- Soylu, M. (2021). COVID-19 Sürecinde Tersane Çalışanlarının İş Sağlığı ve Güvenliği Algıları ve Risklerin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 701051.
- Sökükcü, M. (2021). Gemiden Gemiye Tanker Transfer Operasyonları ve Risk Analizi: Olasılıksal Yaklaşım. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 659704.
- Supçiller, A. A., Abalı, N. (2015). Occupational Health and Safety within the Scope of Risk Analysis with Fuzzy Proportional Risk Assessment Technique (Fuzzy PRAT). *Quality and Reliability Engineering International*, 31(7), 1137-1150. DOI: 10.1002/qre.1908
- Süne B., G. (2021). Ofis Ortamındaki Fiziksel Risk Etmenlerinin Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Ergonomik Olarak Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 690110.
- Sürekli, F. (2010). Yat Tasarımın AHP Yöntemi ile Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 268282.
- Şakar, C. (2013). Kimyasal Tankerlerin Operasyon Etkinliğini Belirleyen Faktörlerin Bir Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 337649.
- Şakar, C. (2017). Petrol/Kimyasal Tankerlerde Tehlikeli Yük Operasyonlarında Emniyet ve Risk Değerlendirmesi: Olasılıksal İlişki Analizleri. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 496169.
- Şakar, C., Büber, M., Köseoğlu, B., Töz, A. C. (2022). Risk Analysis for Confined Space Accidents Onboard Ship Using Fuzzy Bow-Tie Methodology. *Ocean Engineering*, 263, 112386. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2022.112386
- Şeker, Ş., Recal, F., Başlıgil, H. (2017). A Combined DEMATEL and Grey System Theory Approach for Analyzing Occupational Risks: A Case Study in Turkish Shipbuilding Industry. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 23(6), 1340-1372. DOI: 10.1080/10807039.2017.1308815
- Tansoy, T. R. (2017). Tersanelerde İş Kazalarının Önlenmesinde Alınması Gereken Tedbirler ve Risk Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 474064.
- Tantoğlu, G. (2016). Balıkçı Gemilerinde Yapılan Çalışmaların İş Sağlığı ve Güvenliği Yönünden Değerlendirilmesi. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.
- T. C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, (2022). *Yük İstatistikleri*. <https://denizcilikistatistikleri.uab.gov.tr/yuk-istatistikleri>, (Ziyaret Tarihi: 10.10.2022).

- Tonoğlu, F., Atalar, F., Başkan, İ. B., Yıldız, S., Uğurlu, Ö., Wang, J. (2022). A New Hybrid Approach for Determining Sector-Specific Risk Factors in Turkish Straits: Fuzzy AHP-PRAT Technique. *Ocean Engineering*, 253, 111280. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2022.111280
- Topçu, H. (2014). Bulanık AHP Yönteminin İncelenmesi ve KPSS Hazırlık Kaynak Kitap Seçimi Problemi Üzerine Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 376465.
- Töz, A. C., Köseoğlu, B. (2015). Denizcilikte İş Sağlığı ve İş Emniyeti: Limanlar Üzerine Genel Bir Değerlendirme. *II. Ulusal Liman Kongresi*, İzmir, Türkiye, 5-6 Kasım 2015.
- Tunçel, A. L., Beşikçi, E. B., Akyüz, E., Arslan, Ö. (2023). Safety Analysis of Fire and Explosion (F&E) Accidents Risk in Bulk Carrier Ships under Fuzzy Fault Tree Approach. *Safety Science*, 158, 105972. DOI: 10.1016/j.ssci.2022.105972
- Turan, H. (2013). Yük Gemileri İçin Biçimsel Güvenlik Değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 332977.
- Tüminçin, F. (2016). Analitik Hiyerarşik Proses(AHP) ile Bir Karar Destek Sistemi Oluşturulması: Bir Üretim İşletmesinde Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bartın, 443093.
- Usanmaz, D. (2019). Risk Analizinde Kullanılan Metotların Etkinlik Bakımından İstatistiksel Karşılaştırılması; Kimyasal Maddelerle Çalışma Yapılan Araştırma Laboratuvarı Uygulama Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Tarsus Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mersin, 585215.
- Uygunoğlu, T., Yurtcu, Ş. (2006). Yapay Zeka Tekniklerinin İnşaat Mühendisliği Problemlerinde Kullanımı. *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2(1), 61-70.
- Ünal, A. (2019). Gemi Makine Dairesi Yangınlarının İncelenmesi, Tehlikelerin Tanımlanması ve Risk Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, 605181.
- Ünal, A. U. (2016). Konteyner Limanlarında Tehlikeli Yük Güvenlik Yönetimi ve Bir Liman Sistematiği Örneği. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 446444.
- Ünal, A. U., Alkan, G. B. (2015). Liman İşletmeleri İçin İş Sağlığı ve Güvenliği Düzenlemeleri ve Önemi. *II. Ulusal Liman Kongresi*, İzmir, Türkiye, 5-6 Kasım 2015.
- Ünal, A. U., Usluer, H. B. (2015). Tehlikeli Yük Elleçleme Eğitimlerinin Liman İşletmelerindeki Gerekliklik ve Önemi. *II. Ulusal Liman Kongresi*, İzmir, Türkiye, 5-6 Kasım 2015.

- Ünver, B., Altın, İ., Gürgen, S. (2021). Risk Ranking of Maintenance Activities in a Two-Stroke Marine Diesel Engine Via Fuzzy AHP Method. *Applied Ocean Research*, 111, 102648. DOI: 10.1016/j.apor.2021.102648
- Van Laarhoven, P. J. M., Pedrycz, W. (1983). A Fuzzy Extension of Saaty's Priority Theory. *Fuzzy Sets and Systems*, 11(1-3), 229-241. DOI: 10.1016/S0165-0114(83)80082-7
- Vanem, E., Antao, P., Ostvik, I., de Comas, F. D. C. (2008). Analysing the Risk of LNG Carrier Operations. *Reliability Engineering and System Safety*, 93(9), 1328-1344. DOI: 10.1016/j.ress.2007.07.007
- Velioğlu, H. (2016). Tarım Makinelerine Yönelik Bir Risk Değerlendirme Yöntemi Geliştirilmesi ve Web Tabanlı Uygulaması. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 434719.
- Vuruk, G. (2008). Denizyolu Tehlikeli Madde Taşımacılığı ve Türkiye Uygulaması, Sorunları ve Çözüm Önerileri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul, 244407.
- Yavuz, H. (2017). Liman Sektöründe İş Güvenliği Analizi ve Uygulamaları: Risk Analizinde PRAT Tekniği, Bulanık Mantık ve AHP Yaklaşımı. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 464989.
- Yegin, C. (2019). Tekstil Sektöründe Ergonomik Riskleri Esas Alan Sürdürülebilirlik Modeli ve Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 616962.
- Yıldırım, Y. E. (2018). Gemi Geri Dönüşüm Sanayinde Örnek Bir Risk Değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 540821.
- Yıldız, B. (2021). Liman İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Üzerine Risk Analizi: İstanbul TCDD Haydarpaşa Limanı. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Sosyal Bilimler Üniversitesi, Muğla, 713519.
- Yılmaz, F., Özcan, M. S. (2019). A Risk Analysis and Ranking Application for Lifting Vehicles Used in Construction Sites with Integrated AHP and Fine-Kinney Approach. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 13(3), 152-161. DOI: 10.12913/22998624/111779
- Yorulmaz, M., Yeğin, A. O. (2023). Liman İşletmelerinde Tehlikeli Madde Elleçlenmesine İlişkin Fine-Kinney ve FMEA Yöntemleri ile Risk Analizi. *R&S-Research Studies Anatolia Journal*, 6(1), 1-37. DOI: 10.33723/rs.1197549
- Yüce, K., Barlas, B. (2021). Tersanelerdeki Radyografi Uygulamaları ve Risk Değerlendirmesi. *Gemi ve Deniz Teknolojisi* (220), 69-85. DOI: 10.54926/gdt.957000

- Yüksekyıldız, E. (2014). Türkiye Sıvı Kimyasal Limanlarının Verimlilik Analizi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 360844.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8(3), 338-353. DOI: 10.1016/S0019-9958(65)90241-X
- Zhang, J., Teixeira, A. P., Guedes S., C., Yan, X., Liu, K. (2016). Maritime Transportation Risk Assessment of Tianjin Port with Bayesian Belief Networks. *Risk analysis*, 36(6), 1171-1187. DOI: 10.1111/risa.12519
- Ziquan, X., Jiaqi, Y., Naseem, M. H., Zuquan, X. (2021). Occupational Health and Safety Risk Assessment of Cruise Ship Construction Based on Improved Intuitionistic Fuzzy TOPSIS Decision Model. *Mathematical Problems in Engineering*, 2021, 1-13. DOI: 10.1155/2021/5966711
- Zorba, Y., Kişi, H. (2009). Uluslararası Deniz Ticaretinde Tehlikeli Yüklere İlişkin Emniyet Yönetimi ve Türk Limanları Üzerine Uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 1(1) , 27-45.

## KİŞİSEL YAYINLAR VE ESERLER

**Sezen, K.**, Yorulmaz, M. (2021). Liman İşletmelerindeki Risklerin ve İş Kazalarının İncelenmesi. *Uluslararası Antalya Bilimsel Araştırmalar ve Yenilikçi Çalışmalar Kongresi*, Antalya, Türkiye, 18-21 Aralık 2021.

Yorulmaz, M., Durmuş, D., **Sezen, K.** (2022). Gemilerin Havuzlama Operasyonlarındaki Risklerinin FMEA Yöntemi ile Analizi. *Journal of Academic Value Studies*, 8(3), 293-303. DOI: 10.29228/javs.63706



## ÖZGEÇMİŞ

İlk, orta ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 2013 yılında girdiği Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden 2018 yılında İnşaat Mühendisi olarak mezun oldu. 2019-2022 yılları arasında özel sektörde tam zamanlı İş Güvenliği Uzmanı olarak görev aldı. 2020 yılında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 2022 Şubat' tan itibaren Beykent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır.

