

T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ RİSK DEĞERLENDİRME SÜRECİ İÇİN  
YENİ BİR YAKLAŞIM: TERSANE İŞLETMELERİNDE UYGULAMA

DOKTORA TEZİ

Güfte CANER AKIN

İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı  
İş Sağlığı ve Güvenliği Programı

Nisan, 2020



T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ RİSK DEĞERLENDİRME SÜRECİ İÇİN  
YENİ BİR YAKLAŞIM: TERSANE İŞLETMELERİNDE UYGULAMA

DOKTORA TEZİ

Güfte CANER AKIN  
(Y1615.910003)

İş Sağlığı ve Güvenliği Ana Bilim Dalı  
İş Sağlığı ve Güvenliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hasan Alpay HEPERKAN

Nisan, 2020





T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

17/04/2020

**DOKTORA TEZ SINAV TUTANAĞI**

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı İş Sağlığı ve Güvenliği Doktora Programı Y1615.910003 numaralı öğrencisi Güfte CANER AKIN 'ın *İstanbul Aydın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin 9. (1) maddesine* göre hazırlayarak Enstitümüze teslim ettiği **“İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Süreci için Yeni Bir Yaklaşım: Tersane İşletmelerinde Bir Uygulama”** adlı tezi, Yönetim Kurulumuzun 24.02.2020 tarihli ve 2020/03 sayılı toplantısında seçilen ve B402 nolu salonda küresel salgın COVID-19 sebebiyle Skype aracılığı ile toplanan biz jüri üyeleri huzurunda, ilgili yönetmelik gereğince .....75.....dakika süre ile aday tarafından savunulmuş ve sonuçta adayın tezi hakkında .....**Oybirliği**..... \* ile .....**Kabul**..... \*\* kararı verilmiştir.

**Danışman**

Prof. Dr. HASAN ALPAY  
HEPERKAN

İşbu tutanak, tez danışmanı tarafından jüri üyelerinin tez değerlendirme sonuçları dikkate alınarak jüri üyeleri adına onaylanmıştır.

**ONAY**

Prof. Dr. Ragıp Kutay KARACA  
Enstitü Müdürü

(\*) Oybirliği/Oyçokluğu hâli yazı ile yazılacaktır.

(\*\*) Kabul / Ret veya Düzeltme kararı hâli yazı ile yazılacaktır



## YEMİN METNİ

Doktora tezi olarak sunduğum “İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Süreci için Yeni Bir Yaklaşım: Tersane İşletmelerinde Uygulama” adlı çalışmanın tezin proje safhasından neticelenmesine kadarki tüm aşamalarında bilimsel etik ve geleneklere aykırı olacak bir destek alınmaksızın yazıldığını ve faydalandığım bütün bilgilerin ve eserlerin kaynakçada gösterilenlerden meydana geldiğini, bunlara atıfta bulunarak faydalanılmış olduğunu belirtir ve bu durumu onurumla beyan ederim.  
(17/04/2020)

**Güfte CANER AKIN**





## ÖNSÖZ

Bu tezin hazırlanmasında her türlü desteği sağlayan saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Hasan HEPERKAN'a, Prof. Dr. Galip TEMİR'e ve Dr. Özge EREN'e, tüm yaşam ve eğitim sürecimde her zaman bana ve başaracağıma inanan annem Figen CANER ve babam İsa Kayhan CANER'e, doktora eğitim sürecine başlamama ısrar eden ve her türlü desteği ile yanımda olan eşim Sadık AKIN'a, varlığını bile bilmenin bana güç verdiği oğlum Çağan'a, tez hazırlık aşamasında bilgi ve tecrübesinden yararlandığım, her soruma bıkmadan cevap veren Ali Saltık ENE'ye ve son olarak bu süreci keyifli ve güzel hale getiren muhteşem dörtlü Yeşim Sultan TATAR'a, Birol TEMEL'e, Hakan VATANSEVEN'e ve Tufan ÖZTÜRK'e teşekkür ederim.

**Nisan 2020**

**Güfte CANER AKIN**



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR LİSTESİ .....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
ABSTRACT .....	xix
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1 Literatür Araştırması.....	3
1.2 Hipotez.....	9
1.3 Çalışmanın Organizasyonu .....	9
<b>2. GEMİ İNŞAAT SANAYİ VE TERSANELER .....</b>	<b>11</b>
2.1 Türkiyede Tersane Sektörü .....	13
2.2 Gemi İnşaat Sanayinde İstihdam .....	15
2.3 Tersanede Yapılan Temel Çalışmalar/Faaliyetler .....	16
2.4 Tersanelerin Başlıca Bölümleri .....	18
2.5 İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Tersane .....	19
2.6 Türkiye İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatı .....	23
2.7 Dünyada İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatı .....	23
<b>3. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ RİSK DEĞERLENDİRME SÜRECİ.....</b>	<b>25</b>
3.1 Risk Kavramı.....	26
3.1.1 Risk değerlendirme süreci ve aşamaları .....	28
3.1.2 Risk değerlendirme yöntemleri.....	31
3.1.3 Literatürde sıklıkla kullanılan risk değerlendirme yöntemleri .....	34
3.1.3.1 L-Tipi (5x5) Risk Değerlendirme Karar Matrisi (RADM).....	34
3.1.3.2 Fine-Kinney yöntemi .....	38
3.1.3.3 Hata Ağacı Analizi (FTA).....	40
3.1.3.4 Risk zamanı analizi.....	41
3.1.3.5 Bayes ağları ile risk analizi .....	41
<b>4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ .....</b>	<b>43</b>
4.1 Karar Teorisi.....	43
4.1.1 Rasyonel (Mantıksal) karar modeli.....	45
4.1.1.1 Sınırlı rasyonellik .....	47
4.1.2 Sezgisel karar modeli .....	48
4.1.2.1 Sezgisel algoritmalar.....	49
4.1.2.2 Metasezgisel algoritmalar .....	49
4.2 Çok Kriterli Karar Verme .....	50
4.2.1 Çok kriterli karar verme problemleri .....	51
4.2.1.1 Seçim, sınıf ve sıralama problemleri .....	52
4.3 Çok Kriterli Karar Teknikleri.....	53
4.3.1 Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierachy Process) .....	54
4.3.2 Analitik Ağ Süreci (Analytic Network Process).....	56

4.3.3 Gri İlişkisel Analiz (Grey Incidence Analysis) .....	58
4.3.4 VIKOR (Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje).....	61
4.3.5 TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) .....	63
4.3.6 ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la REalité) .....	67
4.3.7 PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluations) .....	68
4.3.8 MOORA (Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis).....	69
4.3.9 MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation TecHnique) .....	71
4.3.10 MAUT (Multi Attribute Utility Theory) ve UTA (UTilités Additives) ..	72
4.3.11 Diğer yöntemler .....	73
4.3.12 ÇKKV yöntemlerinin karşılaştırılması .....	74
<b>5. YÖNTEM VE UYGULAMA .....</b>	<b>75</b>
5.1 Yöntemin Yenilikçi Tarafı ve Çalışmada Uygulanacak Yöntemler .....	75
5.2 Veri Kaynakları ve Uygulama .....	75
5.2.1 Tehlikelerin belirlenmesi ve AHP hiyerarşisinin oluşturulması .....	75
5.2.2 Önlem alternatifleri ve puanlamalarının belirlenmesi .....	76
5.2.3 İş kazası verilerinin AHP'ye entegrasyonu .....	79
5.2.4 AHP ağırlık değerlerinin tehlike maddelerine atanması .....	82
5.2.5 Olasılık ve şiddet değerleri.....	83
5.2.6 Tehlike risk skorunun ve genel risk skorunun tayini .....	84
5.3 Verilerin Doğruluğu – Validasyon.....	84
<b>6. SONUÇ ve ÖNERİLER .....</b>	<b>87</b>
6.1 Elde Edilen Bulgular .....	87
6.2 Çalışmanın Bilime Katkısı.....	87
6.3 Sonraki Çalışmalar İçin Öneriler .....	91
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>93</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>103</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>157</b>

## KISALTMALAR LİSTESİ

<b>AAS</b>	: Analitik Ağ Süreci
<b>AB</b>	: Avrupa Birliği
<b>ABD</b>	: Amerika Birleşik Devletleri
<b>AHP</b>	: Analytic Hierachy Process
<b>AHS</b>	: Analitik Hiyerarşi Süreci
<b>API</b>	: Amerikan Petrol Enstitüsü
<b>Ar-Ge</b>	: Araştırma Geliştirme
<b>ASME</b>	: Amerikan Makine Mühendisleri Odası
<b>BSI</b>	: İngiliz Standartlar Enstitüsü
<b>CNC</b>	: Bilgisayar Sayımlı Yönetim - Computer Numerical Control
<b>ÇKKV</b>	: Çok Kriterli Karar Verme
<b>DWT</b>	: Dead Weight Tonnage
<b>FTA</b>	: Hata Ağacı Analizi
<b>GİA</b>	: Gri İlişkisel Analiz
<b>GİSBİR</b>	: Gemi İnşa sanayicileri Birliği
<b>ILO</b>	: Uluslararası Çalışma Örgütü
<b>ISO</b>	: Uluslararası Standardizasyon Örgütü
<b>İSG</b>	: İş Sağlığı ve Güvenliği
<b>M.Ö.</b>	: Milattan Önce
<b>NFPA</b>	: Amerikan Yangından Korunma Kurumu
<b>OHSAS</b>	: İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi
<b>RADM</b>	: Risk Değerlendirme Karar Matirisi
<b>SGK</b>	: Sosyal Güvenlik Kurumu
<b>SNZ</b>	: Yeni Zellanda Standartlar Organı
<b>S.S</b>	: Sayfa Sayısı
<b>SWS</b>	: Basit Ağırlıklar Toplamı
<b>TBMM</b>	: Türkiye Büyük Millet Meclisi
<b>VD.</b>	: Ve Diğerleri
<b>WHO</b>	: Dünya Sağlık Örgütü



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

<b>Çizelge 2.1:</b> AB Ülkeleri (27) ve Türkiye’de Gerçekleştirilen Yüz Bin İşçide Ölüm Oranları .....	20
<b>Çizelge 2.2:</b> Tersanelerde Gerçekleşen İş Kazaları Sayıları .....	22
<b>Çizelge 3.1:</b> Literatürde Yer Alan Çeşitli Risk Değerlendirmesi Yöntemleri .....	32
<b>Çizelge 3.2:</b> Riskin Oluşma İhtimalinin Derecelendirilmesinde Kullanılan Değerler .....	36
<b>Çizelge 3.3:</b> Riskin Etkisinin Derecelendirilmesinde Kullanılan Değerler.....	36
<b>Çizelge 3.4:</b> Risk Skoru Değerlendirme Matrisi .....	37
<b>Çizelge 3.5:</b> Risk Skoru Sınıflandırması Tablosu.....	37
<b>Çizelge 3.6:</b> Riskin Oluşma Olasılığı Derecelendirilmesinde Kullanılan Değerler ..	39
<b>Çizelge 3.7:</b> Riskin Sıklığının Derecelendirilmesinde Kullanılan Değerler .....	39
<b>Çizelge 3.8:</b> Riskin Etkisinin Derecelendirilmesinde Kullanılan Değerler.....	39
<b>Çizelge 3.9:</b> Risk Skoru Sınıflandırması Tablosu.....	39
<b>Çizelge 4.1:</b> Çok Kriterli Karar Verme Problemleri ve Teknikleri .....	53
<b>Çizelge 4.2:</b> Karşılaştırmada Kullanılan Önem Dereceleri (1-9 Önem Skalası).....	55
<b>Çizelge 4.3:</b> Tutarlılık İndeks Değerleri.....	56
<b>Çizelge 4.4:</b> Siyah, Beyaz, Gri Sistemlerin Karşılaştırılması.....	58
<b>Çizelge 4.5:</b> Sübjektif Kriterlere Göre Değerlendirme Skalası .....	59
<b>Çizelge 4.6:</b> MACBETH Anlamsal Kategori.....	71
<b>Çizelge 5.1:</b> Önlem Alternatifleri ve Atanan Puanlar .....	77
<b>Çizelge 5.2:</b> Z Tersanesi Önlem Alternatifleri ve Atanan Puanlar Excel Modeli ....	77
<b>Çizelge 5.3:</b> Z Tersanesi Önlem Alternatifleri ve Yüzdeler Puan Hesaplamaları. ....	78
<b>Çizelge 5.4:</b> AHP Ağırlıklarının Tehlike Maddelerine Paylaştırılması (X Tersanesi) .....	82
<b>Çizelge 5.5:</b> AHP Ağırlıklarının Tehlike Maddelerine Paylaştırılması (Y Tersanesi) .....	82
<b>Çizelge 5.6:</b> AHP Ağırlıklarının Tehlike Maddelerine Paylaştırılması (Z Tersanesi) .....	83
<b>Çizelge A.1</b> İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmelikleri .....	103
<b>Çizelge A.2</b> Tersane Sektörü Riskleri ile Bağlantılı Olan Yönetmelikler .....	106
<b>Çizelge A.3</b> Yönetmeliklerde Risk Değerlendirmesine İlişkin Hususlar .....	109
<b>Çizelge B.1</b> Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Karşılaştırması .....	110
<b>Çizelge C.1</b> Tersanelere Ait Tehlikeler ve Tehlike Kodları .....	115
<b>Çizelge C.2</b> X Tersanesine Ait İş Kazası Verileri.....	133
<b>Çizelge C.3</b> Y Tersanesine Ait İş Kazası Verileri.....	138
<b>Çizelge C.4</b> Z Tersanesine Ait İş Kazası Verileri .....	143





## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

<b>Şekil 1.1:</b> Uygulama Çalışma Sahası Coğrafi Konumu .....	2
<b>Şekil 2.1:</b> Türkiye’deki Tersanelerin İllere Göre Dağılımı.....	15
<b>Şekil 2.2:</b> Gemi İnşası ve Tersane İşlemleri için Tedarik Zinciri .....	17
<b>Şekil 2.3:</b> AB Ülkeleri (Türkiye Hariç 27 AB Ülkesi) ve Türkiye’de Gerçekleştirilen Yüz Bin İşçide Ölüm Oranları Kıyaslaması. ....	20
<b>Şekil 2.4:</b> Tersanelerde Gerçekleşen İş Kazaları Sayıları.....	22
<b>Şekil 3.1:</b> Risk Değerlendirme Süreci Aşamalarına Ait Yaşam Döngüsü .....	29
<b>Şekil 3.2:</b> Risk Değerlendirmesi ve Karar Verme Süreci Aşamaları .....	30
<b>Şekil 3.3:</b> Risk Değerlendirmesi Yöntemleri .....	32
<b>Şekil 4.1:</b> Çok Kriterli Karar Verme Süreci .....	51
<b>Şekil 4.2:</b> Çok Kriterli Karar Verme Problemleri .....	52
<b>Şekil 4.3:</b> AHP’nin Hiyerarşik Yapısı .....	55
<b>Şekil 4.4:</b> AHS Yöntemindeki Hiyerarşi Yapısı ile AAS Yöntemindeki Ağ Yapısı Örneği .....	57
<b>Şekil 4.5:</b> VİKOR Yönteminde Tanımlanan İdeal ve Uzlaşık Çözümler.....	62
<b>Şekil 4.6:</b> TOPSIS Yönteminde Tanımlanan İdeal Çözüm .....	64
<b>Şekil 5.1:</b> AHP Hiyerarşisi .....	76
<b>Şekil 5.2:</b> Ana Kriterler İçin Karşılaştırma Matrisi (X Tersanesi).....	79
<b>Şekil 5.3:</b> Ana Kriterler İçin Karşılaştırma Matrisi (Y Tersanesi).....	79
<b>Şekil 5.4:</b> Ana Kriterler İçin Karşılaştırma Matrisi (Z Tersanesi). ....	80
<b>Şekil 5.5:</b> Ana kriterler için Normalize Edilmiş Karşılaştırma Matrisi ve Öncelik Vektörü (X Tersanesi) .....	80
<b>Şekil 5.6:</b> Ana kriterler için Normalize Edilmiş Karşılaştırma Matrisi ve Öncelik Vektörü (Y Tersanesi) .....	80
<b>Şekil 5.7:</b> Ana kriterler için Normalize Edilmiş Karşılaştırma Matrisi ve Öncelik Vektörü (Z Tersanesi).....	80
<b>Şekil 5.8:</b> Ağırlıklandırılmış AHP Hiyerarşisi (X Tersanesi) .....	81
<b>Şekil 5.9:</b> Ağırlıklandırılmış AHP Hiyerarşisi (Y Tersanesi) .....	81
<b>Şekil C.1</b> X Tersanesi İkili Karşılaştırma Matrisleri .....	147
<b>Şekil C.2</b> Y Tersanesi İkili Karşılaştırma Matrisleri .....	148
<b>Şekil C.3</b> Z Tersanesi İkili Karşılaştırma Matrisleri .....	149
<b>Şekil C.3</b> X Tersanesi Tutarlılık Ölçümü .....	150
<b>Şekil C.4</b> Y Tersanesi Tutarlılık Ölçümü .....	152
<b>Şekil C.4</b> Z Tersanesi Tutarlılık Ölçümü .....	154



# İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ RİSK DEĞERLENDİRME SÜRECİ İÇİN YENİ BİR YAKLAŞIM: TERSANE İŞLETMELERİNDE UYGULAMA

## ÖZET

Gemi inşa sektörü karmaşık yapısı, birçok sektörü bir araya getirmesinden dolayı iş sağlığı ve güvenliği açısından önemli riskler barındırmaktadır. Kaynak çalışmaları, sıcak çalışmalar, tehlikeli kimyasalların yoğun kullanımı, kapalı alan çalışmaları, boya çalışmaları, yüksekte çalışma gibi tehlike yaratacak birçok alan bulunmaktadır. Bu tez gemi inşa sektöründe kullanılan risk analizine yeni bir bakış açısı kazandırmak ve tersaneleri risk skoru bazlı sıralamaya bir kaynak olması amacıyla hazırlanmıştır.

Ülkemizdeki risk analiz yöntemlerinin genellikle uzman görüşlerine dayanması nedeniyle aynı konuda farklı sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle tersaneler için gerçekçi ve tutarlı bir risk analiz yöntemine ihtiyaç vardır. Yapılan bu çalışma ile tersanelerin iş sağlığı ve güvenliği risk analizinde kullanmak maksadıyla Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ağırlıklandırma katsayıları L-Tipi (5x5) Risk Değerlendirme Matrisi'ne (RADM) dahil edilmiş ve yeni bir analiz yöntemi oluşturulmuştur.

Bu çalışma kapsamında öncelikle çok kriterli karar verme yöntemleri ile yapılan risk analizi çalışmaları ve tersanelerde gerçekleştirilen risk analizi çalışmalarının literatür araştırması yapılmıştır. Yapılan literatür araştırmalarında özellikle iş sağlığı ve güvenliği alanında risk değerlendirmesi için tersanelerde çok kriterli karar verme yöntemlerinden yararlanılmadığı görülmüştür. Bu amaçla tezin önemi ve amacı birbirinden kapasite ve işleyiş bakımından farklı üç adet tersane ile paylaşılmış ve tersanelerden gerçek iş kazası ve ramak kala olay verileri alınmış, ana ve alt kriterlere ayrılarak çalışmaya hazır hale getirilmiş ve AHS yöntemi ile ağırlıklandırılması sağlanmıştır. Seçilen tersanelerde ekip kurularak ve literatür taramasından yararlanılarak gemi inşa sektöründe karşılaşılabilecek tehlikeler belirlenmiş; AHS ağırlıklandırmaları ile bütünleştirilerek, geliştirilen yeni risk değerlendirme yöntemine dahil edilmesi sağlanmıştır.

Çalışma sonucunda tersanelerin risk analizi için mevcut her bir tehlikenin riskini ve genel risk seviyesi ortaya koyacak gerçekçi bir yöntem geliştirilmiştir. Böylece tersaneler arasında karşılaştırma ve sıralama yapılabilmesine imkân tanınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *İş Sağlığı ve Güvenliği, Risk Değerlendirme, AHP, RADM*



## **NEW APPROACH TO RISK ASSESSMENT PROCESS IN HEALTH AND SAFETY AT WORK: PRACTICE IN SHIPYARD ENTERPRISES**

### **ABSTRACT**

Shipbuilding industry contains considerable risks due to its complexity and amalgamation of many sectors. Hazardous works such as welding, hot works, intense use of hazardous chemicals, works at closed spaces, painting and working at elevated heights are common in this industry. This dissertation is written with the aim of providing a new insight into risk analysing practised in the shipbuilding industry and a source for ranking shipyards on the basis of risk score.

Risk analysis methods in Turkey are generally referred to expert evaluation and thus different results are received from same subject. Therefore practical and consistent risk analysis method is required for the shipyards. Analytic Hierarchy Process (AHP) weighting coefficients are applied into L-Type (5x5) Risk Assessment Matrix (RAM) with the aim of applying in the health and safety at work risk analysis of the shipyards and a new analysis method is created through this dissertation.

First, existing literature of risk analysis processes conducted with multi-criteria decision making methods and risk analysis processes conducted at shipyards is researched within the scope of this dissertation. This literature review specifically indicates that multi-criteria decision making methods are not used in risk assessment proceedings at the shipyards in health and safety of the work field. Therefore, the remark and the purpose of the dissertation is shared with three shipyards having different capacities and operations, and figures related to workplace accident and near-miss incidents are gathered from the shipyards, processed through splitting into main and sub criteria for the dissertation and weighted through AHP method. The dangers could be encountered in the shipbuilding industry are defined through organizing a team at the designated shipyards and literature review, and integrated into the developed new risk assessment method through AHP weighting integration.

In conclusion, a factual method that presents each current risk and general risk level for the risk analysis of shipyards is improved with this dissertation. Therefore, ranking and comparison of shipyards can be conducted.

**Keywords:** *Health and Safety at Work, Risk Assessment, AHP, RADM*



## 1. GİRİŞ

İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) Yönetim Sisteminin en önemli unsurlarından olan, işletme tehlikelerinin değerlendirildiği ve risklerin belirlenip uygulama/önlem kararlarının alındığı “Risk Analizi” çalışmalarının oluşturulmasında; nicel ve nitel olarak birçok farklı yöntem uygulanmaktadır (Yılmaz & Şenol, 2017).

Sabit üretim hattı olmayan, proje özelliklerine göre tehlike önceliklerinde ve ideal çözüm yöntemlerinde çeşitlilik gösteren tersane sektörü için ülkemizde yaygın kullanılan risk değerlendirme yöntemleri uzman görüşüne dayanmaktadır (Özkılıç, 2005). Risk değerlendirme yöntemlerinin uzman görüşüne dayalı olması nedeniyle aynı konuya ilişkin uzman görüşünün farklı olması risk analizinde sonucu değiştirmektedir.

Bu nedenle; Risk Analizi çalışmaları için seçilen yöntemlerde karar vericilerin yargılarını sözel olarak ifade ettikleri ya da objektif yargılarda bulunamadıkları çok kriterli karar problemlerine gerçekçi nitelik kazandırmak ve analiz sonuçlarının ideal çözüme yakın olduğundan emin olmak gerekmektedir.

Sistemli bir çalışma sonucu amaç ve hedeflere yönelik risklerin belirlenmesi, risklerin gerçekleşme olasılığı ve muhtemel etkilerinin yılda en az bir kez analiz edilmesi ve risklere karşı alınacak önlemlerin belirlenerek eylem planlarının oluşturulması kurum ve kuruluşlar için hayati öneme haizdir (Çelikleş ve Ünlü, 2018).

Ülkemizde uzmanlar tarafından yaygın olarak kullanılan risk analizlerinin (Koltan vd., 2010), olasılık ve şiddet faktörlerine dayalı sınırlı değerlendirme sonuçlarının olması nedeniyle de belirlenen tedbir uygulamalarının işveren veya yöneticileri tarafından benimsenmeme sonucunu ortaya çıkardığı görülmektedir. Bu durum çözüm uygulamalarının gecikmesine ve hatta gerçekleşmemesine neden olmaktadır.

Bu çalışmada amaç; çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierachy Process) (AHP) ile elde edilen AHP katsayılarının 5x5 Tipi (L Tipi) Risk Değerlendirme Metoduna dahil edilerek tersanelerin risk analizi

için mevcut her bir tehlikenin riskini ve genel risk seviyesi ortaya koyacak gerçekçi bir yöntem ortaya koymak, model uygulaması yapılması ve uzmanlar tarafından en çok tercih edilen 5x5 Tipi (L Tipi) Risk Değerlendirme Metodu (Koltan vd., 2010) yöntemine göre üstünlüklerinin belirlenmesi ve tersanelerin birbiri içerisinde risk bazlı sıralanmasının sağlanmasıdır.

Bu tez çalışması 3 tersane için uygulanmıştır. Çalışmaya konu edilen tersaneler, İstanbul Tuzla Tersaneler bölgesi, Tuzla Deri Organize Sanayi ve Antalya Serbest bölgede yer almaktadır. Bu çalışma sahalarının seçim nedeni;

- Antalya Serbest Bölgesi, Türkiye'nin mega yat üretiminde birinci sırada yer almaktadır (Sarvan vd., 2010). Buna ek olarak Antalya Serbest bölgeden seçilen tersane ABS firmasından ilk ve tek ISO 9001:2008 (International Organization for Standardization Quality Management Systems), ISO 14001 (International Organization for Standardization Environmental Management Systems), OHSAS 18001 / ISO 45001(Occupational Health and Safety Management Systems) kalite sertifikalarına sahip tersane olmasıdır.
- İstanbul tuzla tersaneler bölgesinden seçilen firma iş hacmi ve istihdam sayısı olarak Türkiye'nin Gemi İnşaat sektörünün en büyük firmaları arasında yer almaktadır.
- Tuzla Deri Organize Sanayi bölgesi içerisinde bulunan tersanenin denize kıyısının olmaması ancak gemi inşaat sektöründe yer alması açısından farklı bir örnek oluşturması için uygulamaya dahil edilmiştir.



**Şekil 1.1:** Uygulama Çalışma Sahası Coğrafi Konumu

**Kaynak:** Google Maps, 2017



## 1.1 Literatür Araştırması

Tez konusuyla ilgili kapsamlı bir literatür araştırması yapılarak; Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri ile yapılan risk analizleri ve Tersanelerde İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) risk değerlendirme yöntemlerini içeren çalışmalar belirlenmiştir.

Literatür taraması esnasında hem ulusal hem de uluslararası çalışmalar incelenmiştir. İncelenen bu çalışmalardan öncelikle uluslararası yapılan çalışmalar, devamında ise yapılan ulusal çalışmalara yer verilmiştir.

Tarama sonucu elde edilen bilgiler tarihsel sıralama ile aşağıda yer verilmiştir.

- Analitik Ağ Süreci (AAS) ile risk değerlendirme süreçleri problemlerinin çözümü ile ilgili ilk çalışmalar 1980'li yıllarda itibaren yayınlanmaya başlamıştır. Freivalds (1987) ve Henderson (1992), bu çalışmalara verilecek ilk örneklerdir. Söz konusu çalışmalarda özellikle insanların iş sağlıklarının devam ettirilmesi açısından işyerlerindeki risk faktörlerinin derecelendirilmesine ait hususlar ele alınmıştır.

- Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yönteminin risk değerlendirmesi işlemlerinde sıklıkla tercih edilen bir yöntem olduğu görülmüştür. Örneğin, Mustafa ve Al-Bahar (1991) gerçekleştirmiş oldukları çalışmada, proje risk analizinde kullanılan geleneksel yöntemlere göre AHS yönteminin oldukça başarılı sonuçlar vermekte olduğunu belirtmişlerdir. AHS'nin proje risk analizi ve değerlendirmesi için oldukça esnek ve kullanımı kolay olduğu belirtilmiş ve bu düşünce Bangladeş'te gerçekleştirilen bir köprü projesinin bütünsel risk derecesinin belirlenmesi ile kuvvetlendirilmiştir.

- Accola (1994), yeni teknoloji projeleri için geliştirmiş olduğu üç boyutlu risk ve belirsizlik değerlendirme modelinde AHS yöntemini kullanmıştır. Söz konusu modelde AHS yönteminin tercih edilmesinin nedeni, matematiksel olarak ifade edilebilen risk faktörleri ile birlikte matematiksel olarak ifade edilemeyen öznel faktörlerin de değerlendirilebilmesine imkân sağlamasıdır.

- Bak (1998) çalışmasında, denizcilik sektöründe ELECTRE yönteminin kullanıldığı bir risk analizi gerçekleştirmiştir. Çalışmada ülkemizin ve dünyanın denizcilik sektöründeki genel durumu ve sektörün içerdiği riskler ve risk yöntemi hususları incelenmiştir. Ayrıca, deniz kazalarının %80'e varan bir oranla insan hatasından kaynaklandığı vurgulanarak özellikle tanker kazalarının oluşmasındaki

risk unsurları ile deniz kirliliğine neden olan faktörler uzman görüşleri ile belirlenmiştir. Söz konusu veriler AHS ve ELECTRE yöntemleri kullanılarak bir risk değerlendirilmesi gerçekleştirilmesi için kullanılmıştır.

- Moeinzadeh ve Hajfathalila (2009) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, AAS ve VIKOR yöntemleri beraber kullanılarak bir tedarik zinciri risk değerlendirmesi metodu geliştirilmiştir. Bu çalışmada, firmaların üretimde, dağıtımda, pazarlamada vs. ihtiyaç duydukları birçok faaliyeti başka firmalar vasıtası ile gerçekleştirmeleri gerektiğinden, oluşacak tedarik zinciri risklerinin değerlendirilmesinin önemi vurgulanmış ve özellikle dilsel açıklamaların ve değerlendirmelerinin kullanılması sağlanmıştır.

- Yang vd. (2009), bilgi teknolojilerinin yaygınlaşması ile birlikte ortaya çıkan risklere çözüm getirilmesi amacıyla VIKOR yönteminin kullanılmasını önermişlerdir. Bu çalışmada, bilgi teknolojilerinin kullanılmasında birçok alternatif bulunmasından ve bu teknolojilerin yapıları itibarı ile oldukça dinamik ve değişken olmalarından ötürü meydana gelen riskler değerlendirilmiştir.

- Atıcı ve Ulucan (2009), Türkiye enerji sektöründeki projelerin değerlendirilmesi sürecinde ELECTRE ve PROMETHEE yöntemlerinin uygulandığı bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. ELECTRE yöntemi, hidroelektrik santralleri için kullanılacak olan çeşitli projelerin önem derecelerine göre sıralanması, PROMETHEE yöntemi ile rüzgar enerjisi projelerinin önem derecelerine göre sıralanması gerçekleştirilmiştir.

- Lee vd. (2009) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada Güney Kore'deki büyük gemi inşaat projelerinin risk değerlendirmesi Bayes Ağı gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında 11 farklı firmada çalışan 252 uzmandan alınan görüşler analiz edilerek 26 adet temel risk unsuru tespit edilmiştir. Bu risklerden en öne çıkanları tasarım, işgücü, hammadde temini, üretim aşaması riskleri ve harici riskler olarak gruplandırılmıştır. Ayrıca büyük firmalar ile küçük firmaların barındırdığı riskler karşılaştırılmıştır. Büyük firmalar için teslimatlarda yaşanan gecikme riskinin ve küçük firmalarda ise bütçe aşımı riskinin en önemli riskler olarak ortaya çıktığı görülmüştür.

- Diğer bir çalışmada, Türk sigortacılık alanındaki üç adet şirketin finansal performansları üç temel değişkene göre değerlendirilmiş ve şirket performanslarının

üstünlüklerine göre sıralanması Gri İlişkisel Analiz Yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Peker, 2011).

- Liu vd. (2012), üretim ve hizmet sektörlerinde sıklıkla karşılaşılan çeşitli arıza ve problem risklerinin önceliklendirilmesi için VIKOR metodunu kullanmışlardır. Önerdikleri model ile tanımlanan risklerin hangilerinin çok daha önemli olduğu belirlenmiştir.

- Aminbakhsh vd. (2013), çeşitli inşaat projelerinin özellikle planlama ve bütçeleme aşamalarında karşılaşılabilecek risklerin değerlendirilmesi maksadı ile AAS yöntemi kullanarak bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, risklerin önceliklendirilmesinin oldukça hayati önemi haiz olduğu vurgulanmış ve bu maksatla risklerin önceliklendirilirken, planlama ve bütçe unsurlarından taviz verilmemesini garanti eden bir çerçeve sunulmuştur. Bu çalışmanın, oldukça yüksek risk unsurları barındıran bir sektör olan inşaat sektörünün proje yönetiminde kullanılabileceği değerlendirilmiştir.

- Aminbakhsh vd. (2013) ise inşaat sahalarında ciddi hayati riskler oluşturan tehlikelerin değerlendirilmesi ve risklerin barındırdıkları tehlike derecesine göre önceliklendirilmesi maksadıyla AHS yönteminin kullanıldığı bir model geliştirmişlerdir. Söz konusu çalışmanın karar vericiler için önemli bir mekanizma sunduğu ve çerçevede AHS yönteminin risklerin önceliklendirilmesi için çok uygun bir yöntem olduğu belirtilmiştir.

- Ergu vd. (2014), AAS kullanarak bir risk değerlendirmesi ve karar analizi yöntemi önermişlerdir. Özellikle acil durumlar söz konusu olduğunda risk değerlendirmesinin hızla gerçekleştirilmesini vurgulamışlar, bu maksatla ikili karşılaştırmaları ve tutarlılık analizini daha kısa sürelerde gerçekleştirilmesinin sağlandığı bir maksimum eigen sınır değerinin kullanılmasının sağladığı faydaları incelemişlerdir.

- Mentеш vd. (2014), Türkiye'nin açık sularında bulunan kargo gemilerinin risk değerlendirilmesinin gerçekleştirilmesi maksadıyla Gri İlişkisel Analizi Yöntemi (GİA) ile DEMATEL yönteminin beraber olarak kullanıldığı bir yöntem önermişlerdir. Bu çalışma ile, kargo gemilerinin işletilmesinde karşılaşılan ve karşılaşılabileceği muhtemel olan riskler belirlenmiştir.

- Taylan vd. (2014) gerçekleştirdikleri çalışmada yapı ve tesisat işlemlerinde ortaya çıkan proje seçimi ve risk değerlendirmesi ihtiyaçları için bulanık-AHS ve bulanık-TOPSIS yöntemlerinin kullanıldığı bir yöntem önermişlerdir. Söz konusu faaliyet alanlarının tahmin edilebilir ve tahmin edilemez şekilde oldukça önemli riskler barındırdığı vurgulanarak herhangi bir projenin başlangıç aşamasında risklerin kategorize edilerek yüksek riskler barındıran projelerin tespit edilmesi hedeflenmiştir.

- Samaras vd. (2014), baraj inşaatlarında söz konusu olan risk değerlendirmesi için ELECTRE I ve AHS yöntemlerinin birlikte kullanıldığı bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Toprak yığılarak oluşturulan barajların barındırdığı riskler üç adet baraj projesi göz önünde bulundurularak incelenmiş olup her bir baraj için öncelikli risklerin farklılık gösterdiği belirtilmiştir.

- Sum. (2015), bir sigorta şirketinin faaliyetleri kapsamında risk değerlendirmesi için AHS yönteminin kullanmıştır. AHS yöntemini, bir hayli karmaşık işlem süreci gerektiren risk önceliklendirilmesi faaliyetlerinde büyük kolaylıklar sağlayan esnek bir algoritması olması maksadı ile tercih ettiklerini belirtmişlerdir.

- Rokhsari ve Niaraki (2015) ise geniş kapsamlı bir yöntem uygulaması yaklaşımı ile şehirlerdeki trafik ağlarının barındırdığı riskleri değerlendirmişlerdir. Çalışmalarında AHS’de kullanılan Saaty ölçeğinin yetersiz bulunmasından ve risk değerlendiricilerin genellikle nümerik ifadeler yerine dilsel açıklamalarda bulunma eğiliminden ötürü kriter ağırlıkları, bulanık-AHS yöntemi ile belirlenmiştir. Akabinde, belirlenen ağırlıklara göre riskler TOPSIS yöntemi ile skorlanmış ve ideal çözüme olan uzaklıklar hesaplanmıştır. Ayrıca çalışma VIKOR yönteminin sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

- Chang (2015) ise çalışmasında belirgin veya belirsiz olan kriterlerin bulunması durumlarında risk değerlendirmesi işlemleri için TOPSIS yönteminin kullanılmasının oldukça olumlu sonuçlar verdiğini vurgulamıştır.

- Fine-Kinney yönteminin kullanıldığı bir çalışmada, Güler (2015) tersanelerde gerçekleştirilen gemi bakım onarım faaliyetleri kapsamında kullanılan kimyasal maddelerin oluşturduğu tehlikeler saptanmış ve söz konusu tehlikeler nedeni ile ortaya çıkan riskler tespit edilerek çeşitli çözüm önerileri sunulmuştur. Gemi inşa

süresindeki kimyasal tehlike ve riskler 9 alt sürece prosese ayrılmış ve toplamda 221 risk tespit edilmiştir. Buna göre en yüksek risk unsuru taşıyan kapalı alanlarda yapılan sıcak çalışmalar sürecinde ortaya çıkan risklerin %86 oranında tolerans gösterilemez olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, dış yüzeyin raspalaması ve boyanması işlemleri sırası ile %50 ve %35 oranlarında tolerans gösterilemez olarak belirlenmiştir.

- Tersaneler için gerçekleştirilen bir çalışmada Monforte vd. (2015), bir tersane ortamında hataların haritalanması maksadı ile Hata Ağacı Analizi yöntemi diğer çeşitli yöntemlerle birlikte kullanılmıştır. Çalışma sonucunda tersanenin en kritik iş faaliyetinin kaynak işleri olduğu ve en çok kaza olaylarının da bu aşamada gerçekleştiği belirlenmiştir. En yüksek olayın ise sıcak yüzeylere temas nedeni ile ortaya çıkan yanma olayıdır. Bu kapsamda eğitimsizliğin ve güvenlik önlemlerine riayet etmemenin etkisinin büyük olduğu belirtilmiştir.

- Silva vd. (2016), günümüzde oldukça popüler bir şekilde ele alınan büyük veri işlemlerinde risk yönetiminin Gri İlişkisel Analiz (GİA) Metodu ile gerçekleştirilmesi üzeri bir yaklaşım sunmuşlardır. Çalışma sonucunda, büyük veri barındıran süreçlerde bulunan risklerin sınıflandırılması, değerlendirilmesi, yönetimi ve kayıt altına alınması sağlanmıştır.

- Diğer bir çalışmada Govindan ve Jepsen (2016), işletmelerin yürüttükleri tedarik zinciri faaliyetlerine yönelik olarak bir risk değerlendirmesi gerçekleştirmişlerdir. Günümüzde işletmelerin önceki tarihlere nazaran çok daha çeşitli risklere maruz kaldıkları belirtilmiş ve bu risklerin ortaya çıkmasında belirsizlikler bulunduğu vurgulanmıştır. Söz konusu belirsiz risklerin değerlendirilmesinde ELECTRE TRI-C yöntemi kullanılmıştır. Khandan ve Koohpaei (2016) tarafında gerçekleştirilen bir çalışmada imalat sektöründe faaliyet gösteren bir işletmedeki ergonomik riskler değerlendirilmiştir.

- GİA ile gerçekleştirilen diğer güncel bir çalışmada Liu vd. (2017), trafik kazaları üzerine bir risk değerlendirmesi gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, trafik kazaları risklerinin olasılığı, yol açacağı zararlar ve oluşma eğilimleri incelenmiş olup gri ilişkisel analiz metodu, dokuz adet kriterin ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılmıştır. Çin'de bulunan 31 eyalette oluşan trafik kazaları ele alınmış ve kaza risklerinin yüksek, orta ve düşük olduğu eyaletler belirlenmiştir.

- Ersoy vd. (2019), mermer ocağında yapılan blok üretim faaliyetleri incelenmiş, muhtemel kaza türleri ve etkileri belirlenmiştir. Ocakta risk analizinde Fine-Kinney yöntemi uygulanmış, elde edilen veriler Gri İlişkisel Analiz yöntemine göre değerlendirilmiştir.

- Gül vd. (2017), hastanelerde cari olan iş güvenliği ve iş sağlığı risklerini değerlendirmişlerdir. Söz konusu çalışma ortamında bulunan kimyasal, biyolojik, psikolojik ergonomik ve psikososyal riskler ele alınmış, bulanık-AHS ve bulanık-VIKOR yöntemleri kullanılarak hastanelerin her departmanı ayrı ayrı değerlendirilerek risklerin önceliklendirilmesi sağlanmıştır.

- Gerçekleştirilen güncel bir çalışmada Yılmaz ve Şenol (2017), iş sağlığı ve güvenliğine yönelik olarak risk değerlendirme süreci için bulanık-AHS ile bulanık-TOPSIS yönteminin kullanıldığı bir model önermişlerdir. İki aşamada gerçekleştirilen çalışmanın ilk aşamasında, kriterlerin ağırlıkları bulanık-AHP yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Bu işlemde, olasılık ve şiddet kriterlerine ek olarak maliyet kriteri de göz önüne alınmıştır. Akabinde bulanık-TOPSIS yöntemi ile risklerin önceliklendirilmesi sağlanmıştır. Diğer aşamada ise belirlenen risk öncelikleri değerlendirilerek alınacak önlemlerin öncelik sırası belirlenmiştir. Böylelikle riskler ile birlikte önlemlerde önceliklendirilmiştir.

- Gri İlişkisel Analiz Yöntemi (GİA) kullanılarak tesisat projelerinin risk yönetimi konusunda gerçekleştirilmiş olan güncel bir çalışmada, bulanık-AHS ile geliştirilmiş olan bir yöntemi kullanılmıştır (Hatefi, 2018). Bu çalışmada kullanılan temel kriterler ise sürdürülebilirlik unsurlarıdır. Söz konusu unsurlar, ekonomik, sosyal ve çevresel bağlamda literatür taramaları ile ele alınmış ve bu unsurlar uzman görüşleri kullanılarak bulanık AHS yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır. Akabinde, gri ilişkisel analiz yöntemi kullanılarak İsfahan şehrinde bulunan altı adet özel ve kamu binası için risk değerlendimesi gerçekleştirilmiştir.

- Öztürk ve Eren (2019), yaralanmalı iş kazalarının en fazla meydana geldiği ilk otuz sektörü risk büyüklüğüne göre sıralamış ve riskin yüksek olduğu sektörlere dikkat çekmişlerdir. Söz konusu çalışmada çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden olan entropi tabanlı sıralama tekniği kullanılmıştır.

## 1.2 Hipotez

Yukarıda ayrıntılarıyla belirtilen literatür taraması sonucu; AHP ağırlıklandırmasının tersane sektörü Risk değerlendirme sürecinde ilk defa deneneceği, oluşturulan yeni risk değerlendirme yöntemi ile tersanelerin iş sağlığı ve güvenliği riskleri açısından ilk defa sayısal olarak sıralanabileceği belirlenmiştir.

Bu nedenle araştırmacının beklentisini yansıtan aşağıdaki hipotez araştırma hipotezi olarak belirlenmiştir.

Hipotez: Tersanelerde iş sağlığı ve güvenliği risk analizinde çok kriterli karar verme yöntemlerinin uygulanması 5x5 Tipi (L Tipi) Risk değerlendirme metoduna göre risk değerlendirmesini daha gerçekçi sonuca yakınlaştıracaktır. Bu araştırma hipotezinin testi için birtakım alt hipotezlerinin de formüle edilmesi gerekmektedir. Bu hipotezler şunlardır:

Alt Hipotez 1: Çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP yöntemi ile tehlike büyüklüklerinin ağırlıklandırılması risklerin önceliklendirmesini değiştirecektir.

Alt Hipotez 2: Alınacak önlemlerin etki sırasının belirlenmesi güvenilirliği arttıracaktır.

Alt Hipotez 3: Tehlike büyüklüklerinin ağırlıklandırılması risklerin önceliklendirmesini değiştirecektir.

## 1.3 Çalışmanın Organizasyonu

Bu çalışma yedi ana başlık altında organize edilmiştir. Sırasıyla; giriş, gemi inşaat sanayi ve tersaneler, iş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirme süreci, çok kriterli karar verme yöntemleri, yeni risk değerlendirme yönteminin uygulanması, sonuç-öneriler ve tartışma olarak belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde, gemi inşaat sanayi ve tersanelerin genel yapısına değinilerek tersaneler iş sağlığı ve güvenliği yönünden incelenmiş, Türkiye ve Dünyada tersanelerin tabi olduğu İSG mevzuatları belirlenmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde risk değerlendirme metodolojisi ile ilgili genel bilgiler verilerek risk değerlendirme yöntemleri ve adımlarından bahsedilmiştir. Dördüncü bölüm, çok kriterli karar verme yöntemleri olarak kullanılan literatürde mevcut olan yaklaşımlar ve yaklaşımların hangi özelliklere sahip olması gerektiği konularını içermektedir. Beşinci bölümde ise bu tez çalışmasına konu edilen yeni bir risk değerlendirme tekniği önerisi için yöntemsel

yaklaşım süreci ayrıntılı olarak anlatılmış, geliştirilen yaklaşım ile örnek risk değerlendirme uygulaması sunulmuştur. Altıncı bölümde ise, geliştirilen yaklaşımın sağlayacağı faydaları ve ileriye dönük çalışma önerilerini vurgulayan sonuç bölümü oluşturulmuş, yedinci tartışma bölümü ile çalışma tamamlanmıştır.





## 2. GEMİ İNŞAAT SANAYİ VE TERSANELER

Gemi İnşaat Sanayi yatlardan mega yatlara, yelkenlilerden balıkçı teknelerine, kimyasal tankerlerden kuru yük gemilerine kadar çok geniş ürün yelpazesine sahip bir sektördür (T.C. Ekonomi Bakanlığı, 2016).

Günümüzde tüm dünya genelinde yaklaşık 53.000 adet büyük kapasiteli ticaret gemisinin var olduğu bilinmektedir (Statista, 2018). Söz konusu gemilerin inşası, bakımları ve idame işlemleri, diğer sektörlerle kıyasla çok daha karmaşık bir çalışma düzeni ve işletme ihtiyaçları gerektiren tersane alanlarında gerçekleştirilmektedir (Sanchez, 2014). Ayrıca, diğer sanayi sektörleri ile kıyaslandığında gemi inşaat sektörünün çok daha yavaş ilerleyen, daha karmaşık ve çok disiplinli bir çalışma sektörü olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, gemi inşaat sektörü ve dolayısı ile tersaneler dünya genelinde önemli bir yatırım ve istihdam imkânı sağlamaktadır. Örneğin 2017 yılı verilerine göre, söz konusu tersaneler içerisinde Daewoo, Hyundai ve Samsung tersaneleri (Güney Kore) yaklaşık 13 milyar Dolar kapasite ile dünyanın en büyük konteynerlerini üreten üç tersanesi olma özelliğine sahiptir (Statista, 2017). Ayrıca günümüzde Çin, çeşitli büyüklüklerde olan dünyanın en büyük gemi üreticisi konumundadır. Hâlihazırda, tüm dünya yaklaşık 2.500 adet tersanenin var olduğu göz önünde bulundurulduğunda sektörün, büyüklüğü ile birlikte insan sağlığı ve iş güvenliği açısından çok çeşitli risk faktörleri doğuran bir endüstri olduğu değerlendirilmektedir (Remolina, 2017). Bununla birlikte, tersanelerde gerçekleştirilen inşa sürecinin çok disiplinli bir çalışma gerektirmesi ve diğer sektörlerle olan bağlılığı nedeni ile ortaya çıkan risklerin bilimsel, sistematik ve operasyonel düzeyde değerlendirilmesi ve yönetilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Basuki vd., 2013).

Ülkemiz açısından değerlendirildiğinde gemi inşaat sektörünün, yaralanma ve ölümlerle sonuçlanan kazaların oldukça sıklıkla yaşandığı bir sanayi dalıdır. Her ne kadar ölümlü kazaların oranı, basın yayın organlarında yer almış olan haberlerin aksine, diğer sektörlerle oranla oldukça düşük olarak kaydedilmiş olsa da tersanelerde meydana gelen yaralanmalı kazaların oranı bir hayli yüksektir. Örneğin, Tuzla

tersanelerinde gerçekleştirilen bir çalışmaya göre, tersanelerde yaklaşık her iki kişiden bir tanesi çalışma hayatı boyunca mutlaka bir kaza yaşamış bulunmaktadır (Altundaş ve Topuzoğlu, 2011). Bununla birlikte her yüz bin kişide yaşanan yaralanma oranları AB standartlarının bir hayli üzerindedir. AB genelinde 2008 ile 2016 yılları arasında yüz bin kişide kaza oranı yaklaşık % 2 seviyesinde iken T.C. Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) yıllık istatistikleri incelendiğinde ülkemizde bu oranın %11.5 civarında olduğu görülmüştür (Europa, 2018). Sektör açısından oldukça yüksek olarak kabul edilebilecek olan bu oran, tersanelerde var olan risklerin bertaraf edilmesi maksadı ile ülkemiz tersanelerinde bilimsel risk yönetimi süreçlerinin etkin bir şekilde uygulanmasını zorunlu kılmaktadır.

Gemi inşaat sektörünün, sahip olduğu endüstriyel potansiyeli ve istihdam hacmi göz önünde bulundurulduğunda ülke ekonomisine oldukça büyük katkıları olduğu bilinmektedir. Buna karşılık 2008 yılından itibaren yaşanan küresel kriz, tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de gemi inşaat sektörünü olumsuz yönde etkilemiş ve yeni gemi siparişlerinde önemli ölçüde düşüş yaşanmıştır. Bu durum zaten çok çetin olan gemi inşaat sektöründeki rekabeti oldukça arttırmıştır. Dolayısı ile son yıllarda tersaneleri etkileyen en büyük risk faktörlerinden bir tanesinin de gemi teslimatlarındaki gecikme olduğu söylenebilir (Basuki vd., 2014). Bu kapsamda, gemi tasarım aşamasındaki risklerin % 5, malzeme (hammadde, çelik, kimyasallar temini vs.) ile ilgili risklerin % 65, üretim aşamasındaki risklerin ise %30 oranında gecikmeye neden olabileceği belirlenmiştir. Üretim aşamasındaki alt işlemlerden gövde üretimi aşaması %40 düzeyinde bir gecikme riski barındıran en yüksek risk olasılığı olarak belirlenmiştir (Basuki vd., 2014). Bu nedenle tersanelerde uygulanacak olan risk yönetimi süreçlerinde özellikle malzeme temini ve üretim aşamasındaki gecikme risklerinin daha dikkatlice ele alınmasında fayda olduğu değerlendirilmektedir.

Çalışmanın bu bölümünde öncelikle ülkemizdeki ve dünya genelindeki tersane sektörü kısaca tanıtılacak ve tersane sektörüne ait çeşitli istatistiklere yer verilecektir. Akabinde tersanelerin iş sağlığı ve güvenliği açısından öne çıkan özellikleri tanıtılacaktır. Daha sonra risk ve risk değerlendirme süreçleri ve literatürde sıklıkla kullanılan çeşitli risk yönetimi yöntemleri tanıtılacaktır. Bu çalışmaya esas teşkil eden 5x5 (L Tipi) Risk Değerlendirme Karar Matrisi (RADM) yöntemi ise daha ayrıntılı olarak incelenecektir.

## 2.1 Türkiyede Tersane Sektörü

Dünya tarihi incelendiğinde, gemi inşasının insanlık tarihi kadar eski olduğu görülür. Başlangıçta sadece basit saz ve ağaçlardan imal edilen gemilerin denizlere açılmasının M.Ö. 6000’li yıllara rastladığı düşünülmektedir (Ionescu, 2017). Bununla birlikte gemilerin denizlere açılması, M.Ö. 5000’li yıllarda Doğu Akdeniz sularında ve Girit açıklarında gerçekleşmiştir. Ayrıca, M.Ö. 3500 yıllarında, kadim Mısır medeniyetinde Nil üzerinde seyahat eden büyük ahşap gemilerin imal edildiği bilinmektedir. Roma imparatorluğunda ise, ticaret için kullanılmış olan ve 70 m uzunluğundaki üç direkli gemilerin inşası M.Ö 1000 yıllarına rastlamaktadır. Aynı dönemde Çin’de imal edilen gemilerin taşıma kapasitelerinin ise 1000 ton civarında olduğu bilinmektedir (Ionescu, 2017).

Kuzey Avrupa sularında ise gemi inşasının en belirgin örneklerine 12’nci yüzyıla kadar Kuzey Denizi ve Baltık Denizi’nde seyahat etmekte olan Viking gemilerinde rastlanır. Bu gemilerin genel olarak 26 m uzunlukta ve 4.3 m genişlikte olduğu görülür. 20.yüzyıla kadar ise sırası ile İspanyol, Portekiz, İngiliz, Fransız ve Alman gemi endüstrileri tüm dünyada gemi inşası ve tersane sektörünün gelişimine yön vermiştir (Krebs, 2005). Günümüzde ise gemi inşaat sektöründe tüm Dünya genelinde Çin en çok yeni gemi üreten ülke konumundadır (Statista, 2018).

Ülkemizde gemi inşası ve tersanelerin gelişimi 1071 Malazgirt zaferinin hemen akabinde, Çaka Bey’in İzmir’de bir tersane yaptırması ile başlamıştır. Daha sonra İzmit çevresinde yoğunlaşan tersaneler, 14’üncü yüzyılda Karamürsel Alp Bey’in önemli katkıları ile ciddi bir kalkınma göstermiştir. Takip eden süreçte tersaneler, I. Murat, Fatih Sultan Mehmet, II. Bayezid, Yavuz Sultan Selim ve Kanuni Sultan Süleyman dönemlerinde önemli ilerlemeler göstermiştir. 19’ncü Yüzyıla gelindiğinde ise Fuat ve Cevdet Paşa’nın önderliğinde Şirketi-Hayriye işletmesi kurulmuş ve 1861 yılında Hasköy ve İstinye’de iki adet tersane tesis edilmiş ve bu tersaneler Cumhuriyet döneminde de hizmetlerine devam etmişlerdir (Kaner, 1987).

Cumhuriyet döneminde bir Alman şirketinin 1926 yılında Gölcük’te bir gemi havuzu inşa etmesini takiben, atölyelerin kurulması, bakım onarım istasyonlarının tesis edilmesi, barınma barakalarının inşası, mayın, akümülatör ve torpido fabrikalarının tesis edilmesi vb. faaliyetler gerçekleştirilmiş ve ülkemizin en kapsamlı tersanesi

faaliyete sunulmuştur. Ülkemizde Türk tersanelerinde inşa edilen ilk gemi olan Gölçük Tankeri 1 Kasım 1935 günü denize indirilmiştir (Kırdağı, 2010).

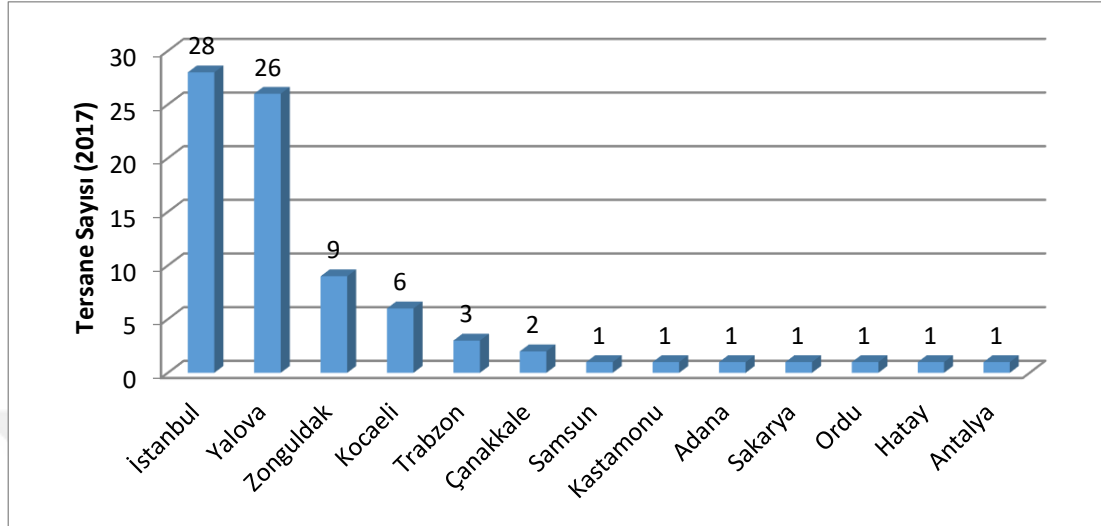
Türkiye’de gemi inşaat sanayi ve tersanelerin gelişimi, 1960’lı yıllardan itibaren yayımlanan (1963-2018) on adet kalkınma planında şekillendirilmiştir. Söz konusu planlarda dönemin ihtiyaçlarına göre:

- Üretim hedefleri tanımlanmış,
- Gemi inşasının hangi ölçülerde milli olanaklar kullanılarak gerçekleştirileceği belirlenmiş,
- Artan ihtiyaçlara göre tersanelerin modernizasyonu ve altyapı ihtiyaçlarının giderilmesi yönünde çalışmalar ortaya konmuş
- Tersanelerin gerçekleştireceği ihracat hedefleri belirlenmiştir (Kırdağı, 2010).

En nihai plan olan ve TBMM tarafından kabul edilen Onuncu Kalkınma Planı’nda, Türk gemi sanayisinin son yıllarda yaşanan küresel kriz nedeni ile üretim ve ihracat kapasitelerinde düşüş yaşandığı belirtilmiştir. 2009 yılında gerçekleşen yaklaşık 1.9 Milyon Dolar olan ihracat hacmi 2017 yılı itibarı ile yaklaşık 1 Milyon Dolar’a düşmüştür (DTO, 2017). Buna karşılık gerçekleştirilecek Ar-Ge çalışmaları ile birlikte ülkemizin gemi tasarımı ve üretimi konusunda rekabet gücünün arttırılacağına ve global pazardan hak ettiği payı mutlaka alacağına vurgu yapılmıştır (Kalkınma Bakanlığı, 2018).

Ülkemizde Marmara Bölgesi ve Batı Karadeniz’de yoğunlaşmış olarak 2002 yılında 37 olan tersane sayısı 2017 yılında 81’e yükselmiştir. Söz konusu tersanelerin illere göre dağılımı Şekil 2.1’de gösterilmiştir. Bu tersanelerden 31 adedi yüzer, 6 adedi kuru ve 1 adedi senkrolift olmak üzere toplam 38 adet havuz bulunmaktadır (GİSBİR, 2017). Bu illerden Antalya’da havuz içeren bir tersane bulunmamasına rağmen ülkemiz gemi inşaat endüstrisi içerisinde oldukça önemli bir yere sahip olan çeşitli yat üretim, bakım ve onarım tesisleri bulunmaktadır. Örneğin, Antalya Serbest Bölgesi bünyesinde yaklaşık 40 adet yat ve tekne üretim tesisi bulunmaktadır (ASBAŞ, 2018). Bu anlamda Antalya’nın da bünyesinde tersane bulunan iller listesine eklenmesi uygun olarak değerlendirilmiştir.

Ayrıca, 2013 yılında yaklaşık 16 Milyon DWT olan bakım onarım tonajı 2015 yılında yaklaşık 21 Milyon DWT'e yükselmiştir (DTO, 2017). Ocak 2017 itibarı ile ülkemiz tersanelerinden 1.6 Milyon DWT'lik 34 adet gemi siparişi mevcuttur.



**Şekil 2.1:** Türkiye'deki Tersanelerin İllere Göre Dağılımı.

## 2.2 Gemi İnşaat Sanayinde İstihdam

Gemi inşaat sanayi ve tersaneler gerek Dünya genelinde gerekse ülkemizde, doğru ve etkin iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinin uygulanması ile birlikte, istihdam yaratma açısından oldukça umut vadeden bir sektördür. Esasen gemi inşaat aşamalarının ve tersane alanlarının insan hayatı açısından oldukça önemli riskler içerdiği bilinmektedir. Bunun temel nedeni, gemi inşası işleminin farklı yan sanayi kollarını içermesi ve birçok sanayi sektörü için öncü olma özelliğine sahip olmasıdır. Bu durum, tersane faaliyetlerinin yüksek bir alanda, farklı alet, donanım ve ekipman kullanılarak, insan sağlığı için tehlikeli maddeler içeren kimyasalların kullanılmasını gerektirmektedir. Dolayısı ile tersanelerde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması maksadı ile gerçekleştirilecek olan değerlendirmelerinin ve geliştirilecek risk yönetimi politikalarının, konusunda uzman kişilerin görüşlerine dayanan çeşitli bilimsel yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmesi hayati önemi haiz bulunmaktadır (Güner, 2013).

Türkiye Gemi İnşaat Sanayici Birliği rakamları incelendiğinde, ülkemizde gemi inşaat sektörü ihracat rakamlarının %72'sinin İstanbul ve %18'inin ise Yalova illerinden gerçekleştirildiği görülmektedir. Tersanelerde sabit ve alt yüklenici olarak istihdam

edilen personel sayılarının yıllara göre dağılımları incelendiğinde 2009 yılında yaşanan küresel ekonomik kriz ile birlikte 35.000 kişi olan istihdam sayısı 2014 yılına kadar 21.000 kişiye kadar gerilemiştir. Buna karşılık, söz konusu krizden oldukça etkilenen yeni gemi inşa faaliyet alanının azalmasına rağmen gemi bakım onarım faaliyetlerinde artış yaşanmış ve istihdam rakamları 2017 yılına gelindiğinde yaklaşık 30.000 kişi seviyesine kadar yükselmiştir (GİSBİR, 2017).

Tüm Dünya geneli incelendiğinde, ülkemizde yaşanan istihdam gerilemesinin diğer ülkelerde de yaşandığı gözlenmektedir. Örneğin Dünyanın en büyük konteyner türü gemi üreticisi konumunda olan Güney Kore’de istihdam rakamları 2015 yılında 200.000 iken 2017 yılında bu rakam 100.000 seviyesine düşmüştür (SEAEurope, 2018). Buna karşılık ABD’nin son 10 yıl içerisindeki rakamları çok fazla etkilenmeyerek sürekli olarak 100.000 olarak kaydedilmiştir (Eisenhower, 2017). Söz konusu düşüşlerin ve sektördeki yeni gemi inşasındaki azalmaların, çelik hammaddesine uygulanan tarifelerdeki artışların ve uygulanan uluslararası vergi politikalarının önemli ölçüde etkili olduğu düşünülmektedir (SEAEurope, 2018).

### **2.3 Tersanede Yapılan Temel Çalışmalar/Faaliyetler**

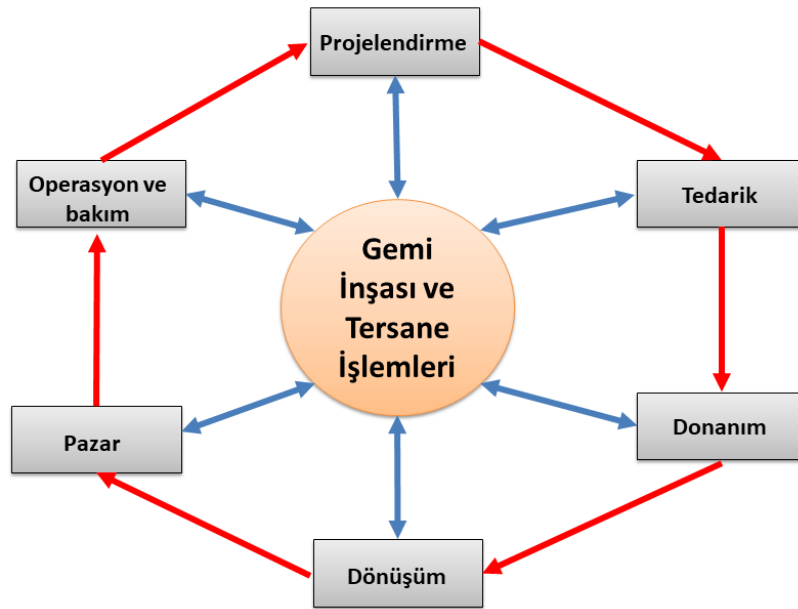
Gemi inşası faaliyetlerinin gerçekleştirildiği tersane işlemleri, tamamen globalleşmiş ve farklı endüstri alanlarının sentezlenmesi ile yürütülen faaliyetlerdir. Bu çerçevede tersane sektörü, dünya genelinde yaşanan ekonomik krizlerden ve politik uygulamalardan oldukça etkilenen ve uluslararası rekabetin etkilerinin yoğun olarak yaşandığı bir iş alanıdır. Genel olarak tersanelerde seri üretim gerçekleştirilmez. Bunun anlamı, tersanelerde belirli bir zaman dilimi içerisinde sadece tek bir ürüne odaklanılır ve bu işlem için gereken zaman diğer üretim sektörlerine kıyasla oldukça uzun süreler gerektirmektedir (Güner, 2013).

Esasen üretimde kullanılan temel malzeme çeliktir. Bu maksatla tedarik edilen çelik profil ve çelik sac öncelikle raspanılır ve boyanır. Daha sonra tersanelerde bulunan atölyelerdeki CNC kesim tezgâhlarında ihtiyaç duyulan ölçü ve şekillerde kesilir ve her parçaya hidrolik ve soğuk şekillendirme üniteleri vasıtası ile istenen şekil kazandırılır. Akabinde parçalar, blok imalat atölyelerinde kaynaklanır ve parçalardan paneller elde edilir. Bu işlemin sonunda, paneller bloklar halinde birleştirilmiş olur. Daha sonra bloklar birleştirilir, boya işlemleri tamamlanır, elektrik ve boru montajı yapılır ve ürün (gemi, yat, tekne) suya indirilir. Akabinde iskeleye alınan ürünün

yaşam alanları, mobilya, tefrişat vb. işlemleri tamamlanır ve teslim edilir (Çetinkaya, 2014).

Diğer endüstri dallarından farklı olarak gemi inşası için çok çeşitli alt endüstriyel sektörlere ihtiyaç duyulur (Corporate Tech, 1978). Söz konu alt sektörlere ait olan ve özellikle kullanım ömrünü doldurup başka amaçlarla kullanılmak üzere tekrardan dönüştürülme ihtiyacı duyulan tersane projeleri için, tersane işlem adımlarının özetlendiği tedarik zinciri, Şekil 2.2’de sunulmuştur. Büyük çaplı yeni projelerde de benzer bir tedarik zincir yapısının kullanılabileceği değerlendirilmektedir.

Şekil 2.2’de gösterilmiş olan projelendirme aşamasında, gerçekleştirilecek olan proje için tasarım, fizibilite, maliyet, Ar-Ge vb. ihtiyaçları planlanır. Tedarik aşamasında dönüşüm faaliyetleri için gerekli olan işgücü, hammadde, özel imalat vb. ihtiyaçları temin edilir. Donanım aşamasında ise proje özelliğine göre ihtiyaç duyulan uygun navigasyon, haberleşme, motor, türbin, pervane, kablolama, kargo, tefrişat, boya, yalıtım vs. hazırlanır. Dönüşüm aşamasında, belirli bir faaliyet için kullanılmakta olan eski yapının başka maksatlarla kullanılmak üzere yeniden inşasını gerektirecek olan faaliyetler tamamlanır. Akabinde gerekli olan pazarlama ve finansal faaliyetler yürütülür. İlerleyen süreçte ise operasyonel işlemler ile bakım işlemleri için gerekli olan faaliyetler gerçekleştirilir (Barlas, 2012).



Şekil 2.2: Gemi İnşası ve Tersane İşlemleri için Tedarik Zinciri

Kaynak: Sanchez vd., 2014

## 2.4 Tersanelerin Başlıca Bölümleri

Tersanelerde gerçekleştirilen üretim işlemlerinin genel karakteristikleri incelendiğinde üretimi için gerekli olan finansal kısıtların diğer sektörlerle nazaran oldukça fazla olduğu görülür. Ayrıca sektördeki rekabet global düzeydedir ve diğer sektörlerle göre oldukça yoğundur. 2000'li yılların başından itibaren yaşanan küresel krizler neticesinde yeni siparişlerde ciddi bir azalma meydana gelmiş ve bu durum sektörün global olarak daralması ile neticelenmiştir. Bunların yanı sıra tersane, teknoloji ve emek yoğun bir özelliğe sahiptir. Askeri alanlarda kullanım ihtiyaçları sektöre yön verecek düzeyde yüksektir ve yüksek Ar-Ge maliyetleri ve kalifiye çalışanlara ihtiyaç duyulur. Ayrıca, dünya ticari taşımacılığının %90 oranında gemiler vasıtası ile karşılandığı düşünüldüğünde gemi inşası için kullanılan tersanelerde gerçekleştirilen işlemlerin insan sağlığına olumsuz etkilerinden korunmak için tersane faaliyetlerinin titizlikle planlanması gerekliliği ortaya çıkmaktadır (SEAEurope, 2018).

Tersanelerde yürütülen faaliyetler i) *çelik işleme* ve ii) *montaj* olarak iki ana kategoride gerçekleştirilir. Genel olarak bu iki kategoride işlemler parça bazında gerçekleştirilir ve üretilen parçaların birleştirilmesi ile gemi inşası (gemi, yat, mega yat, kimyasal tankerler vb.) tamamlanır (Corporate Tech, 1978). Söz konusu faaliyetlerin gerçekleştirilmesinde tersaneler, yüksek uzmanlık gerektiren çeşitli iş alanlarına göre alt bölümlere ayrılır. Bu kapsamda tersanelerde yer alan başlıca bölümler:

- Yönetim,
- Planlama ve mühendislik,
- Kaynak ve lehim,
- Yapısal fabrikasyon,
- Boru ve boru montajı,
- Elektrik ve kablolama,
- Marangozluk ve donatım,
- Kalite kontrol,

olarak sınıflandırılabilir (Marine Insight, 2018). Yönetim, planlama ve mühendislik faaliyetleri genel olarak beyaz yaka faaliyetleridir. Bunların dışında kalan bölümlerde çeşitli ısı işlemler (oksi-gaz ve elektrik kaynağı),



kaldırma/taşıma/yükleme işlemleri (vinç, forklift vs), yüzey hazırlama işlemleri (boya, raspa, taşlama vs.), atölye işlemleri (torna, freze, CNC, planya vs.) ve depolama (gaz, boya, kimyasallar, çelik unsurlar vs.) işlemleri yürütülür (Çetinkaya, 2014). Anılan tüm bu işlemler, iş sağlığı ve iş güvenliği açısından çok çeşitli riskler barındıran işlemlerdir. Kazaların ve meslek hastalıklarının önlenmesi maksadı ile söz konusu risklerin bilimsel yöntemlerle değerlendirilip yönetilmesi hayati önemi haizdir.

## **2.5 İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Tersane**

Ülkemizin gemi inşasındaki tarihsel bağı ve gemi sanayisinin ülke ekonomisine ve istihdam hacmine azımsanmayacak derecede olan katkısı göz önüne alındığında, tersanelerde gerçekleştirilen faaliyetlerin verimliliğinin artırılması ve sürdürülebilir kalkınmanın desteklenmesi için iş sağlığı ve güvenliği hususunda azami ölçüde dikkat gösterilmesinin elzem olduğu görülmektedir. Bu kapsamda tersanelerde yaşanan iş kazalarının asgari seviyelere indirgenmesi son derece önemlidir.

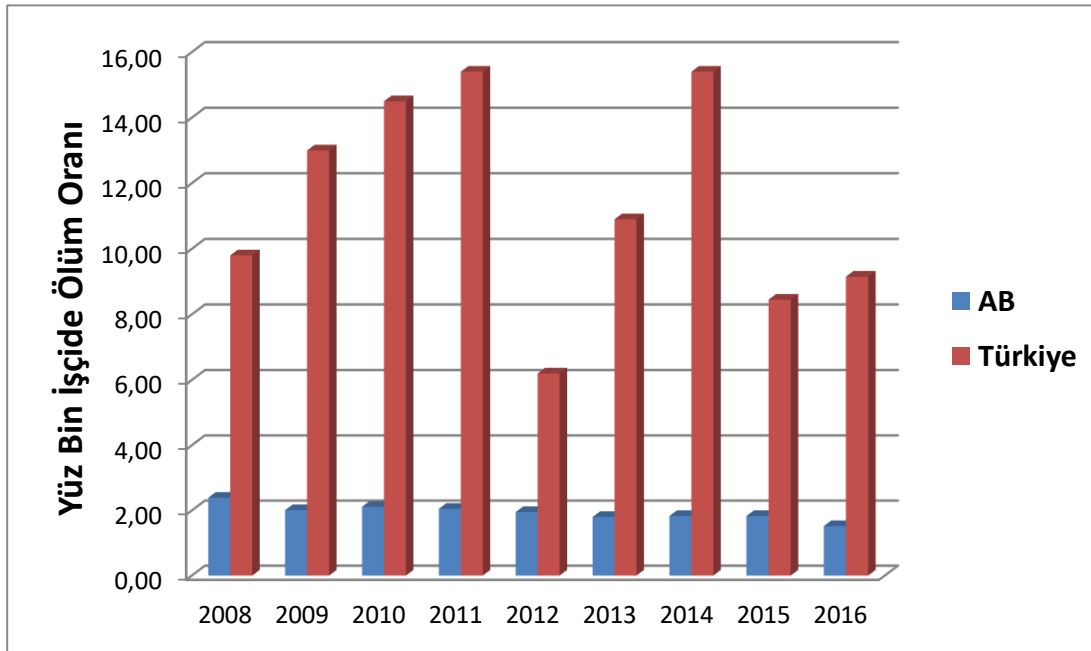
Ülkemizde 2016-2017 yılları arasında meydana gelen toplam iş kazasının yaklaşık 290.000 olduğu ve bu kazaların 1405 adedinin ölümle sonuçlandığı bilinmektedir. 2016 yılında belirlenen toplam iş kazalarının yaklaşık %70'i 50'den fazla çalışanın bulunduğu işyerlerinde meydana gelmiştir. Ölümle sonuçlanan 1405 adet kazanın yaklaşık %40'ı ise İş Sağlığı Güvenliği Kurulu'nun tesis edilmesi zorunluluğu olan işyerlerinde meydana gelmiştir (Öçal ve Çiçek, 2017).

Avrupa Birliği Komisyonu İstatistik Enstitüsü verilerine göre, 28 adet Avrupa ülkesini kapsayan (Türkiye hariç) toplam ölümlü kaza istatistikleri Çizelge 2.1'de gösterilmiştir. Çizelgede verilen rakamlar her yüz bin kişiye karşılık olarak ölümlü kaza yaşayan kişi sayılarını oransal olarak göstermektedir (Europa, 2018). Aynı çizelgede, T.C. Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) verileri kullanılarak elde edilen ülkemizdeki ölümlü kaza oranları da belirtilmiştir. Söz konusu çizelgenin grafik olarak gösterimi ise Şekil 2.3'de gösterilmiştir. Çizelge 2.1 ve Şekil 2.3'den de anlaşılacağı üzere ülkemizin çalışan sayılarına göre ölümle sonuçlanan kaza oranları AB ortalamasının oldukça üzerinde olarak gerçekleşmektedir. Bu durum ülkemizde iş sağlığı ve iş güvenliği konusunda henüz yeterli seviye ulaşamadığının açık bir göstergesidir.

**Çizelge 2.1:** AB Ülkeleri (28) ve Türkiye’de Gerçekleştirilen Yüz Bin İşçide Ölüm Oranları

Yıllar	AB	Türkiye
2008	2,39	9,80
2009	2,01	13,00
2010	2,11	14,50
2011	2,05	15,40
2012	1,95	6,20
2013	1,80	10,90
2014	1,83	15,40
2015	1,83	8,45
2016	1,52	9,15

**Kaynak:** Eurostat ve SGK yıllık istatistikleri



**Şekil 2.3:** AB Ülkeleri (Türkiye Hariç 27 AB Ülkesi) ve Türkiye’de Gerçekleştirilen Yüz Bin İşçide Ölüm Oranları Kıyaslaması.

Türkiye’de 2016 yılı itibariyle 1369 erkek ve 36 kadın çalışan iş kazaları sebebiyle hayatını kaybetmiştir. İş kazasına en çok maruz kalınan yaş aralığı ise 22-29 yaş arasındır. 2016 yılında ekonomik faaliyet sınıflandırmasına göre en çok iş kazasının meydana geldiği dört faaliyet alanı ise: 239 ölüm ile bina inşaatı, 179 ölüm ile kara taşımacılığı ve boru hattı taşımacılığı, 130 ölüm ile bina dışı yapıların inşaatı, 127 ölüm ile özel inşaat faaliyetleridir. İş kazalarının en yoğun meydana geldiği saat aralığı ise; 11:00 ile 12:00 olarak kayıtlara geçmiştir (Öçal ve Çiçek, 2017).

Ölümlle sonuçlanan iş kazalarının en yoğun olarak inşaat ve metal üretim sektörlerinde meydana geldiği bilinmektedir. Bununla birlikte gemi sanayi sektörünün barındırdığı riskler nedeni ile çeşitli ölümlü kazalara da rastlanmaktadır. Barlas (2012)'ye göre ülkemiz tersanelerinde gerçekleşen kazalar, diğer endüstri alanlarına kıyasla 3.5 kat daha fazladır. Barlas, söz konusu kazaları beş türde sınıflandırmıştır. Bu sınıflar:

- Yüksekten düşmek,
- Elektrik şokuna maruz kalmak,
- Yangın ve patlamalar,
- Cisimlerin çarpması
- Cisimler arasına sıkışmak veya ezilmek,

olarak sıralanır. Ayrıca, gerçekleşen ölümcül kazaların Pazartesi ve Cumartesi günlerinde daha fazla gerçekleştiği belirlenmiştir. Bununla birlikte yüksek sıcaklıkların yaşandığı Haziran ve Eylül aylarında kazaların sayısı daha yüksek olarak gerçekleşmektedir (Barlas, 2012).

Ülkemizde 2008 yılında 28 adet ölümlü tersane kazası gerçekleşmiş ve alınan çeşitli tedbirler neticesinde bu rakam 2013 yılında 8'e kadar düşmüştür. Rakamlar incelendiğinde ölümlü kazaların sayısının özellikle tersanelerdeki iş yoğunluklarının artış gösterdiği yıllarda daha sıklıkla gerçekleştiği görülmektedir. 2008 yılından itibaren izlenen düşüşün küresel çapta yaşanan ekonomik kriz ve buna bağlı olarak gemi inşası sektöründeki yavaşlama ve istihdam hacmindeki düşüş bir gösterge olarak değerlendirilebilir. Söz konusu kazaların çeşitleri incelendiğinde ise tersanelerde yüksekten düşme ve elektrik ile temas kazalarının en çok rastlanan tersane kazaları olduğu görülmektedir (Güner, 2013).

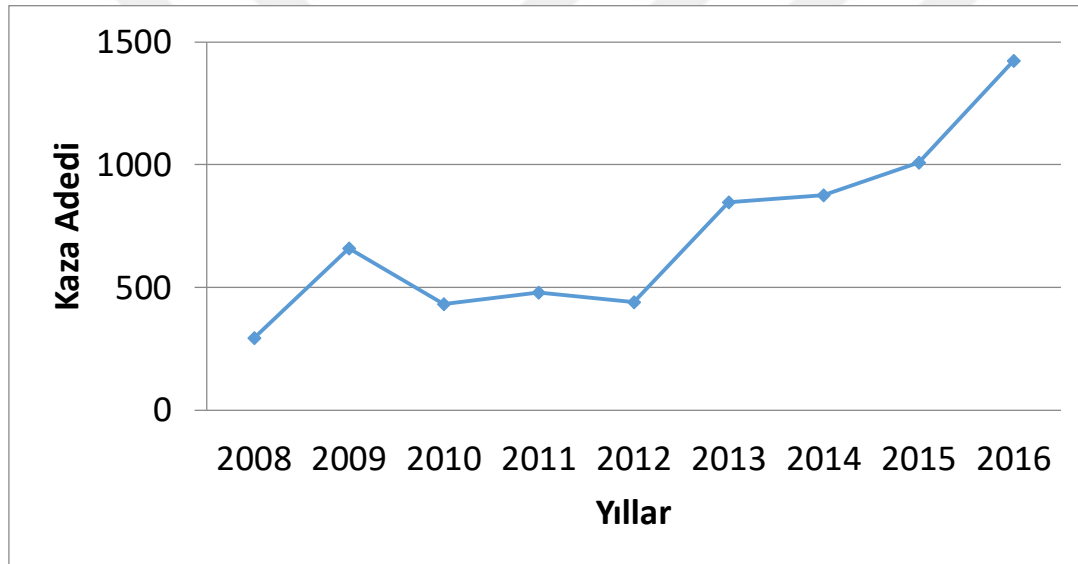
SGK verilerine göre ülkemizde gemilerin ve yüzen yapıların inşası ile eğlence ve spor amaçlı teknelerin yapımında gerçekleşen ve iş göremezlik sürelerine göre iş kazası geçiren sigortalı sayıları yıllara sâri olarak Çizelge 2.2'de gösterilmiştir. Söz konusu kazaların yıllara göre dağılımı grafiksel olarak Şekil 2.4'de gösterilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı üzere 2008-2013 yılından itibaren gerilemeye başlayan gemi inşaatı sektörü, istihdam sayılarında azalmaya neden olmuş ve çalışan sayısının azalması ile birlikte gerçekleşen kaza sayılarında düşüş yaşanmıştır. Buna

tersanelerde gerçekleşen ölümlerin basın yayın organlarında sıklıkla yer alması ve bu konuda alınan tedbirlerin artırılması da etkili olmuştur.

**Çizelge 2.2:** Tersanelerde Gerçekleşen İş Kazaları Sayıları

Yıllar	Türkiye
2008	293
2009	658
2010	432
2011	480
2012	439
2013	848
2014	877
2015	1009
2016	1423

**Kaynak:** SGK yıllık istatistikleri



**Şekil 2.4:** Tersanelerde Gerçekleşen İş Kazaları Sayıları

Ülkemizde 2007 yılından itibaren, tersane kazaları ve tersanelerde gerçekleşen ölümlü iş kazaları basın yayın organlarında sıklıkla yer almaktadır. Her ne kadar tersanede gerçekleşen ölümlerin sayısı son yıllarda oldukça düşük olarak seyrediyor olsa da, yaralanma ile sonuçlanan kazaların sayısı oldukça fazladır. Örneğin, Altundaş ve Topuzoğlu (2011) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, Tuzla'da bir tersane verileri incelenmiş ve tüm işçilerin yaklaşık %44'ünün en az bir kere kaza sonucu yaralandığı tespit edilmiştir. Bu kazaların ise %78'lik oranda taşeron olarak çalışan alt yüklenici firmalarda gerçekleştiği tespit edilmiştir. Ayrıca aynı araştırma sonucuna göre, üç yıldan daha kısa süre zarfında tersanede çalışan işçilerin üç yıl ve

daha fazla süredir bu sektörde çalışanlara göre 2,4 kat daha fazla tekrarlayan kaza geçirmekte olduğu belirlenmiştir.

Benzer şekilde Güner (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, taşeron olarak faaliyet yürüten firmaların genel olarak iş ve işçi güvenliği konusunda gerekli yatırımları yeteri kadar gerçekleştirmedikleri, ayrıca alt işverenin gerekli iş ekipmanlarını dahi sağlamadan işçilerinin tersanelerde çalıştırılması söz konusu kazaların gerçekleşmesindeki önemli etkenler arasındadır.

## **2.6 Türkiye İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatı**

Türkiye'nin 2005 yılında başladığı Avrupa Birliği üyelik müzakereleri kapsamında, iş sağlığı ve güvenliği mevzuatına uyum çalışmaları ve anlaşmalar gereğince İSG mevzuatı oluşturma çabaları, 20 Haziran 2012 tarihinde "6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun" kabul edilmesiyle neticelenmiştir. (Tambay 2018)

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununa dayanarak 2018 yılı sonuna kadar İSG mevzuatı incelendiğinde EK A da belirtilen Çizelge A.1 de düzenlemelerin oluşturulduğu görülecektir.

Tersanede yapılan işler, tehlikeler ve oluşabilecek riskler göz önünde bulundurulduğunda EK A da belirtilen Çizelge A.1 de yer alan yönetmeliklerden sektörü direkt ilgilendirenler Çizelge A.2 de nedenleri ile birlikte verilmiştir.

Çizelge A.2 de belirtilen İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliklerinde risk değerlendirmesine ilişkin hükümlerin hangi maddelerde bulunduğu Çizelge A.3'de verilmiştir.

## **2.7 Dünyada İş Sağlığı ve Güvenliği Mevzuatı**

Dünya da İSG ile ilgili çalışmalar 19.yy başlarına dayanır. Belirli bir disiplin halinde olmayan bu çalışmalar farklı ülkelerdeki kurum, kuruluşlar tarafından standardize hale getirilmeye çalışılmıştır. Bu organizasyonlardan bazıları, American Petroleum Institute (API), National Fire Protection Association (NFPA), American Society of Mechanical Engineers (ASME), Standards New Zealand (SNZ), British Standards Institute (BSI), Occupational Safety and Health Administration (OSHA), Occupational Safety and Health Service, NZ Chemical Industry Council, Standards Australia, International Organization for Standardization (ISO) olup, oluşturulmaya

çalışılan standartlar ise; QS 9000, BS 8800 (Guide To Occupational Health and Safety Management Systems), ILO (International Labor Organisation) İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Rehberi: 2001, ISA 2000, NPR 5001, OSHA AS/NSZ 4360, OSHA AS/NSZ 4804, OHSAS (Occupational Health and Safety Assessment Series) 18001, OHSAS 18002 Uygulama Rehberi ve ISO 45001:2018 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi Standardı'dır (Bilgi, 2018).



### 3. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ RİSK DEĞERLENDİRME SÜRECİ

Diğer tüm sanayi sektörlerinde olduğu gibi gemi inşaatı sektöründe de sıklıkla kazalar meydana gelmektedir. Her ne kadar, kazaların hiç oluşmadan bertaraf edilmesi ideal olarak hedeflense de bu durum çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Bu maksatla, gerçekleşmiş olan kazalardan dersler çıkarılarak risk alanlarının belirlenmesi ve kazaların henüz oluşmadan gerekli tedbirlerin alınması oldukça önemlidir. Bu çerçevede, iş sağlığı ve güvenliğinin korunması maksadıyla AB bünyesinde 20.yüzyılın sonlarında oldukça önemli adımlar atılmış olup ülkemizde de AB müktesebatı ile gerekli kanun ve yönetmelikler yürürlüğe konularak, çalışanların sağlıklarının ve güvenliklerinin korunması için risklerin önceden belirlenmesine yönelik uygulamalara başlanmıştır (Menteşe vd., 2017).

Ülkemizde iş sağlığı ve güvenliği hizmetlerinin sağlanması 2012 yılında çıkarılan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği kanunu ile hükme bağlanarak yürürlüğe konulmuştur. Söz konusu kanuna esas olarak AB Çalışma Sağlık ve Güvenliği İlişkin Çerçeve Direktifi (1989/391/EEC) temel alınmıştır (Centel, 2011). Söz konusu çerçeve kapsamında, çalışanların korunması ve işyerlerinde var olan risklerin önlenmesine yönelik olarak temel prensipler tanımlanmıştır. Bu çerçevede, işyerlerinde bulunan risklere yönelik olarak,

- Önleme politikalarının geliştirilerek uygulanması,
- Risk değerlendirmesinin yapılması ve risklerin bertaraf edilmesi,
- Gerçekleştirilen risk değerlendirmelerin yazılı olarak kaydedilmesi,

temel ilkeler olarak ihdas edilmiştir. Söz konusu ilkelerin uygulanmasında, risklerden mümkün olduğunca kaçınılmasını sağlamak, risklerin olduğu esas kaynakları hedeflemek, gelişen teknolojileri kullanarak tehlike doğuran faaliyetleri asgariye indirmek, tüm risk unsuru taşıyan faaliyetlerde önleme mekanizmalarını ihdas etmek, çalışanları bilinçlendirmek, eğitmek ve yönlendirmek vb. faaliyetlere özen gösterilmesi ve bu konularda çeşitli bilimsel ve sistematik yöntemlerden faydalanılması öngörülmüştür (Centel, 2011).

Bu maksatla çalışmanın bu bölümünde öncelikle risk kavramı ayrıntılı olarak açıklanacak, literatürde yer alan çeşitli risk değerlendirme yöntemleri örnek çalışmalar ile sunulacaktır. Ayrıca çalışmanın temelini oluşturmakta olan 5x5 L Tipi Risk Değerlendirme Karar Matrisi Yöntemi ele alınacaktır.

### 3.1 Risk Kavramı

Risk kavramının ilk olarak M.Ö. 400 yıllarında Yunan medeniyetinde kullanılmış olduğu bilinmektedir (Bernstein, 1996). Risk kavramı her ne kadar eski bir kavram olsa da risk değerlendirmesi ve risk yönetimi kavramları 1980’li yılların sonunda kullanılmaya başlanmıştır (Henley ve Kumamoto, 1981).

Literatürde risk kavramı için çeşitli tanımlar gerçekleştirilmiştir. Bu tanımlamalardan bazıları aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir (Aven, 2016). Buna göre risk kavramı:

- Beklenmedik ve istenmeyen olayların ortaya çıkma ihtimali,
- Bir hadisenin olumsuz sonuçları hakkındaki farkındalık,
- Belirli aktivitelerin sonuçları ve bu aktivitelere bağlı olan belirsizlikler,
- Beklenen ve arzulanan sonuçlarda oluşan belirsiz sapmalar,

şeklinde tanımlanabilmektedir. Görüldüğü üzere risk, temel olarak “hadiselerin gerçekleşmesinde ve ortaya çıkan sonuçlardaki belirsizliğin boyutu” olarak tanımlanmıştır. Bununla birlikte risk kavramı sürekli olarak belirsizlik kavramı ile birlikte ele alınmaktadır. Benzer bir tanımlamanın ise Uluslararası Standartlar Enstitüsü (ISO) tarafından da verildiği görülmektedir (ISO, 2009). Hâlihazırda risk konsepti, üretim, güvenlik, finans, sağlık, taşımacılık, tedarik zinciri yönetimi vb. birçok alanda caridir (Althaus, 2005).

Risk konseptine ait çeşitli kavramlar aşağıda kısaca tanıtılmıştır:

**Tehlike:** İşletmelerde ve iş yerlerinde insan sağlığına zarar verebilecek veya işyerinin faaliyetlerini olumsuz yönde etkileyecek unsurlardır. Söz konusu olumsuz etkilerin başlıcaları, yaralanma, sakatlanma, uzuv kaybı ve ölümdür. İş ortamlarında bulunan kimyasal maddeler, elektrik, yüksek platformlar, hareketli makine parçaları, kaygan zeminler vb. en fazla tehlike barındıran unsurlardır. Dikkat edileceği üzere gemi inşası faaliyetleri söz konusu tehlikeli unsurların tamamını barındırmaktadır.



**Önleme:** İşletmelerde ve iş yerlerinde bulunan tehlikelerin belirlenerek söz konusu tehlikelerden çalışanların sağlıkları ve güvenlikleri için risk barındıran unsurları ortadan kaldırmaktır. Ayrıca önleme, risklerin ortadan kaldırılmasının mümkün olmadığı hallerde ise riskleri minimize etmek için gerekli planlama faaliyetlerini ve alınacak tedbirlerin tümünü ifade eder.

**Risk Analizi:** İşletmelerde hâlihazırda var olan veya dış unsurlardan kaynaklanan çeşitli tehlikelerin belirlenmesi işlemidir. Risk analizinde öncelikle söz konusu tehlikelerin riske dönüşmesine neden olacak faktörlerin belirlenmesi ve bu faktörlerin dikkatlice incelenerek derecelendirilmesi gerçekleştirilir. Ayrıca, risk analizinde derecelendirilmiş olan risklerin önem derecelerine göre kontrol edilmesi maksadı ile gerekli olan tedbirler kararlaştırılır.

**Risk Değerlendirme:** Risk değerlendirmesi, sistematik bir yöntem kullanılarak riskin derecesini tahmin etmeye ve riskin ne ölçüde tolere edilebileceğini belirleme yöntemidir. Bu kapsamda öncelikle risk ve riskin büyüklüğü belirlenir ve söz konusu riskin kabul edilir olup olmadığı belirlenir. Risk değerlendirme kavramı ayrıntısı ile bir sonraki bölümde ele alınmıştır.

**Kabul Edilebilir Risk:** Herhangi bir işletmede iş sağlığı ve güvenliği politikalarının belirlenip uygulanması akabinde ortaya çıkabilecek olan risklerden tolere edilebilecek ve kabul edilebilecek düzeyde olan risklerdir.

**Ramak Kala Olay:** İşletmelerde ve iş yerlerinde, potansiyel olarak çalışanları veya işyerini herhangi bir şekilde zarara uğratma özelliğine sahip olan fakat bir şekilde çalışanlara veya işyerine bir zarar vermemiş olan olaydır.

**Risk Yönetimi:** Bir işletmede ortaya çıkmış veya çıkması muhtemel, istenmeyen çeşitli sonuçların belirlenmesi ve bu sonuçların tekrarlanmasını önlemek maksadı ile gerçekleştirilecek çalışmalardır. Bu maksatla yönetsel işlemlerde dokümantasyona ve karşılıklı iletişime önem verilir ve işletmenin tüm çalışanlarının bilinçlenmesi sağlanır. Risk yönetiminin amacı ise, meslek hastalıkları ve iş kazalarını oluşturan nedenleri gerekli olan tüm bilgileri toplayarak tehlikelerin ortaya çıkarılması ve kontrol edilmesidir.

**Olasılık:** Risk kavramı gelecekte ortaya çıkabilecek olumsuz olayları ifade eden bir kavramdır. Gelecekte yaşanacak olayların tam olarak tahmin edilemeyeceği için riskler olasılık olarak nitelendirilen sayısal bir değer ile ifade edilir. Bu değer

olayların oluşma ihtimalini ifade eden, ihtimal ile ifadeler arasındaki mantıksal ilişkidir.

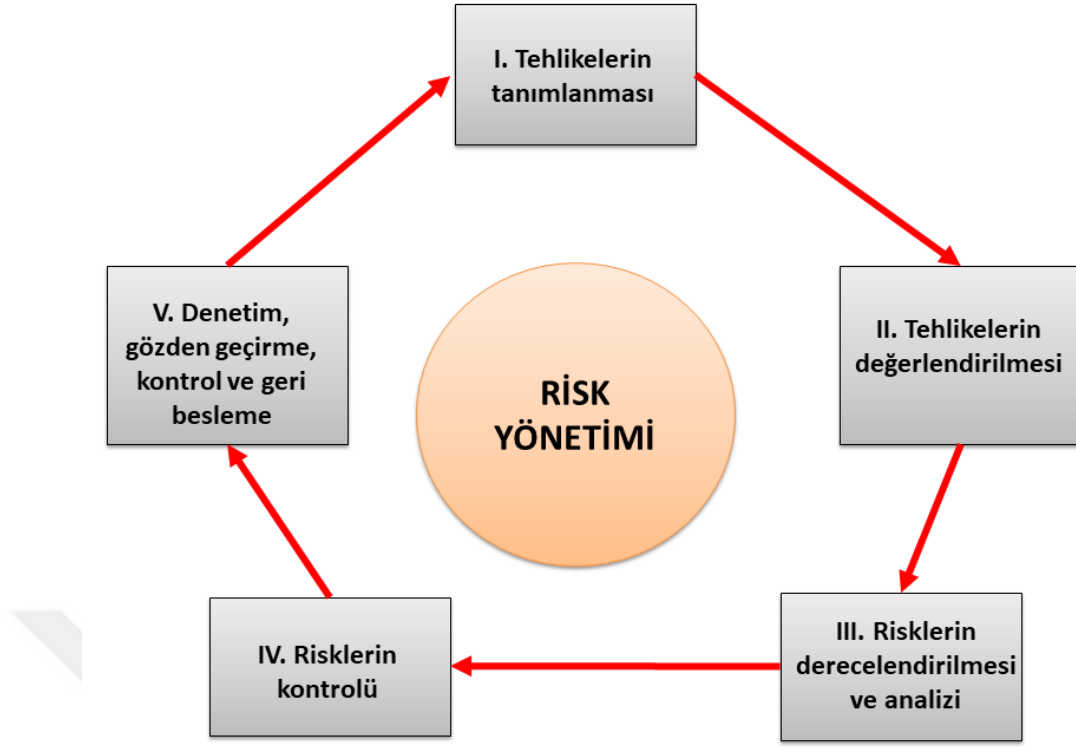
**şiddet:** Riskin yarattığı etkinin derecesini belirten bir kavramdır. İşletmelerde ortaya çıkan riskin kullanılan kaynakların kaç tanesine ne ölçüde zarar vereceğini ifade eder. şiddet, riskin derecesinin hesaplanmasında kullanılan iki parametreden bir tanesidir. İşletmelerde olayların karmaşıklığının artması ve sistem bileşenlerinin sayısının artması risklerin şiddetini arttırmaktadır.

### **3.1.1 Risk değerlendirme süreci ve aşamaları**

Risk değerlendirmesi kısaca, bilgi ve bilginin çeşitli bilimsel yöntemler kullanılarak karar vericilere yol göstermesi olarak tanımlanabilir (Aven, 2016). Söz konusu aşamalar ülkemiz bünyesinde İSG yönetmenliğinde ayrıntısı ile açıklanmıştır. Bu aşamalar sırası ile

- Tehlikelerin tanımlanması
- Tehlikelerin değerlendirmesi
- Risklerin derecelendirilmesi ve analizi
- Risklerin kontrolü
- Denetim, gözden geçirme, kontrol ve geri besleme

olarak tanımlanabilir. Söz konusu aşamaların bir yaşam döngüsü şeklinde gösterimi şekil 3.1'de gösterilmiştir.

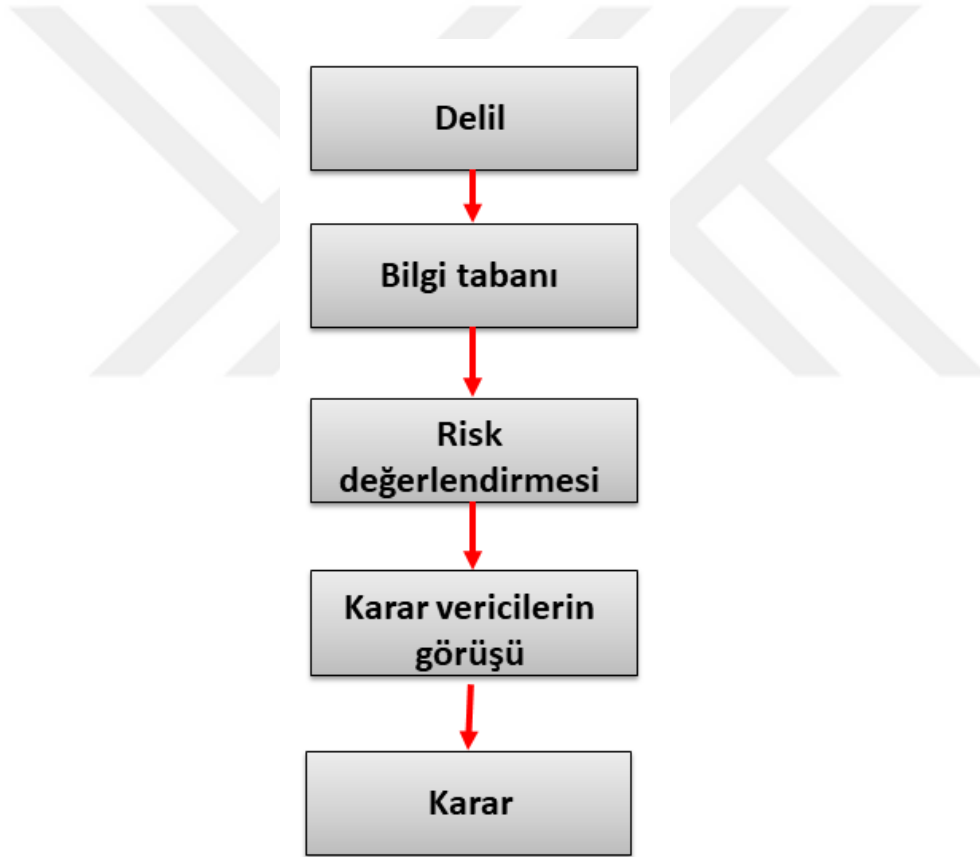


**Şekil 3.1:** Risk Değerlendirme Süreci Aşamalarına Ait Yaşam Döngüsü

Herhangi bir işletmede ve işyerinde risk değerlendirme süreci gerçekleştirilirken öncelikle tehlike sahaları belirlenir. Bu maksatla işyeri faaliyetleri ile işyerinde bulunan ekipmanlar, aletler, malzeme, çalışma sahaları, kullanılan maddeler, organizasyonun yapısı, çalışanların eğitim seviyeleri vb. dikkatle incelenir. Söz konusu unsurlardan tehlike arz edenler tanımlanır. Daha sonra söz konusu tehlike içeren unsurlar sınıflandırılır ve yazılı olarak tanımlanır. Akabinde söz konusu tehlikelerin ortaya çıkardığı riskler incelenerek derecelendirilir. Bu risklerin hangi sıklıkla meydana gelebileceği değerlendirilir ve riskler en yüksek risk seviyesine sahip olandan en düşük risk seviyesine sahip olana göre sıralanır. Akabinde belirlenen ve sıralanan riskler uygun bir planlama ile kontrol altına alınır. Bu maksatla risklerin ortadan kaldırılması veya asgari seviyeye indirilmesi için çeşitli alternatif hareket tarzları uygulanır ve riskler ile kaynağında mücadele etmek için uygun bir planlama yapılır. En son adımda, bu süreç içerisinde elde edilen veriler değerlendirilir ve alınan tedbirlerin ne ölçüde efektif olduğu alınan sonuçların hedeflere ulaşılmasındaki başarıya göre tekrar gözden geçirilmesi sağlanır.

Buna karşılık Hansson ve Aven (2014) tarafından geliştirilen ve ilk olarak Hertz ve Thomas (1983) tarafından önerilmiş olan bir modelleme çalışmasında risk

unsurlarına karşı karar verme yöntemlerinin uygulanması durumunda Şekil 3.2’da gösterilen adımların uygulanması önerilmiştir. Buna göre öncelikle özellikle geçmişte yaşanan çeşitli olaylardan faydalanılarak ve iş yerlerinde gerçekleştirilecek çeşitli analiz çalışmaları neticesinde risk unsurlarına ait deliller ortaya çıkarılır. Akabinde, söz konusu deliller bir bilgi tabanında toplanarak uzmanların ve bilim adamlarının daha ayrıntılı inceleyebilmeleri maksadı ile uygun şekillerde kaydedilir. Daha sonra uzmanlar, söz konusu bilgi tabanını kullanarak çeşitli yargılar geliştirir ve risk değerlendirmesi gerçekleştirirler. Akabinde uzmanlar tarafından, elde edilen bilgilerin değerlendirilmesi gerçekleştirilir ve uzmanların risk unsurları hakkındaki görüşleri ortaya çıkarılır. En nihayetinde hangi risklerin daha öncelikli ve müdahale gerektiren riskler olduğu sıralaması karar vericilerin görüşleri ile belirlenir.



**Şekil 3.2:** Risk Değerlendirmesi ve Karar Verme Süreci Aşamaları

### 3.1.2 Risk değerlendirme yöntemleri

Risk değerlendirmesi kısaca, bir işyerinde veya işletmede var olan risklerin belirlenmesi ve bu risklerin derecelerinin çeşitli bilimsel yöntemler kullanılarak değerlendirilmesi işlemidir (Menteş, 2015). Diğer bir tanıma göre ise risk değerlendirmesi, günümüzde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması maksadı ile uygulanan ve iş ortamlarında bulunan risklerin etkilerini, oluşum sıklıklarını ve insan aktivitelerine olan sonuçlarını belirlemeye yardımcı olan sistematik ve bilimsel yöntemdir (Duijne, 2008). Söz konusu değerlendirme sonucunda hangi risklerin diğerlerine göre daha önem arz ettiği veya hangi risklerin tolere edilebileceği bilgisine ulaşılır.

Risk değerlendirmesi, genel olarak karar vericiler için bir karar destek sistemi olarak kullanılır (Hansson, 2013). Bu kapsamda, değerlendirmenin gerçekleştirilmesi bilimsel yöntemlerin kullanılmasına oldukça bağlıdır. Söz konusu yöntemlerin kullanılmasında ise çeşitli uzman görüşlerine ve belirli kriterlere ihtiyaç duyulur. Uzmanların bu kriterler hakkında fikirlerini beyan etmeleri ve kalitatif (nitel) veya kantitatif (nicel) olarak bu kriterleri ağırlıklandırmaları beklenir. Söz konusu derecelendirilmedeki farklılık, kullanılacak risk değerlendirme yönteminin türünü belirler (Aven, 2016).

Belirsizlik (uncertainty) durumu, risk değerlendirmesindeki temel konsept olarak kabul edilmektedir (Flage vd. 2014). Belirsizliğin ne Şekilde açıklanacağı ve giderileceği konusu risk analizi literatüründe oldukça fazla tartışılan bir konudur. Bu konuda sıklıkla tercih edilen yöntemler *stokastik* ve *deterministik* risk analizi yaklaşımlarıdır (Marhavidas ve Koulouriotis, 2012). Şekil 3.3’de gösterildiği üzere deterministik risk değerlendirmesi *kalitatif*, *kantitatif* ve *hibrit* modeller olmak üzere üç ana yöntemde toplanmıştır. Stokastik yöntemler ise *istatistiksel analiz* ve *kaza tahmini analiz* olarak iki ana gruba ayrılır (Marhavidas ve Koulouriotis, 2011, 2012). Söz konusu ana ve alt gruplarda önerilen çeşitli analiz yöntemleri izelge 3.1’de özetlenmiştir.



Şekil 3.3: Risk Değerlendirmesi Yöntemleri

Çizelge 3.1: Literatürde Yer Alan Çeşitli Risk Değerlendirmesi Yöntemleri

	<b>Deterministik Yöntemler</b>	
<b>Kantitatif Yöntemler</b>	<b>Kalitatif Yöntemler</b>	<b>Hibrit Yöntemler</b>
The decision matrix risk assessment (DMRA)	Fine-Kinney method	Fault tree analysis (FTA)
The proportional risk assessment technique (PRAT)	Checklists	Human Error Analysis Techniques (HEAT)
The QRA (Quantitative Risk Assessment)	What-if analysis	The ETA method (Event Tree Analysis)
Quantitative assessment of domino scenarios (QADS)	Safety audits	The RBM Method (Risk-based Mainten)
The CREA (Clinical Risk and Error Analysis) method	Task Analysis	
The weighted risk analysis (WRA)	STEP technique	
	Hazard and Operability (HAZOP)	

**Çizelge 3.1 (devam):** Literatürde Yer Alan Çeşitli Risk Değerlendirmesi Yöntemleri

<b>Stokastik Yöntemler</b>	
<b>İstatistiksel Analiz</b>	<b>Kaza Tahmini Analizi</b>
Time at Risk Failure (TRF) Model	Bayesian Networks
The PEA (Predictive, Epistemic Approach) method	Time-Series Stochastic Processes/Time-Series Method (TSM)
Probability distributions of failure and reliability	Markov chain analysis
Constant Failure and Repair Rate Model (Rate Model)	Grey model
Mean Time to Failure and Repair Model (MTTF/MTTR Model)	Scenario analysis
Rate/MTTR Model	Regression method
	Neural networks

Kalitatif risk değerlendirme yöntemleri kullanılırken, risk derecelendirmesinde, *düşük riskli çok yüksek riskli, kabul edilebilir, kabul edilemez* vs gibi nitel değerler kullanılır. Dolayısı ile risklerin dereceleri sayısal değerler yerine sözel anlatımlardır. Bu yöntem genellikle hızlı ve basit değerlendirme değerlerine ihtiyaç duyulduğunda tercih edilir. Ayrıca bu yöntem değerlendirme için yeterli sayısal verinin olmadığı veya yetersiz olduğunda gereken risk derecelendirmesinin gerçekleştirilmesini sağlar (Radu, 2009; Akyıldız ve Barlas, 2015).

Kalitatif yöntemlerde ise kalitatif yöntemlerin aksine elde edilen verilerin olasılık değerleri ile ilgilenilmez. Bunun yerine potansiyel kayıpların tespit edilmesi hedeflenir. Risk derecelendirmesinde ölçülebilir ve objektif değerler kullanılır. Bu yöntemde öncelikler belirlenir ve genel olarak çok riskli durumlara odaklanılır. Bu yöntem analiz sonuçlarını belirleyen kriterlere göre değerlendiren bütüncül bir yaklaşımdır (Radu, 2009; Akyıldız ve Barlas, 2015). Bu matrislerde yer alan unsurlar,

- **Tehditler:** Sistemde ne gibi durumlar hata doğurabilir (örneğin yangın, hırsızlık vs.), neler ters gidebilir gibi sorulara cevap verir.
- **Açıklar:** Sistemde herhangi istenmeyen bir kaza durumunda kazanın etkisini arttıracak unsurlardır. Örneğin herhangi bir yangın anında kimyasal maddelerin yangını daha da arttırma ihtimali bulunduğundan işletmenin bir açığı olarak değerlendirilir.

- **Kontroller:** Tehditlere ve açıklara karşı alınmış önlemlerin neler olabileceği veya kazaların vuku bulması halinde ne gibi önleyici tedbirler alınması gerektiğini düzenler.

olarak sıralanabilir. Söz konusu unsurların bir işletmede veya işyerinde cari kılınması akabinde riskler önem derecelerine göre gruplanır ve oluşma ihtimalleri göz önünde bulundurularak bir matris gösteriminde derecelendirilir. Söz konusu matris gösterimi ilerleyen bölümlerde ayrıntısı ile incelenecektir (Radu, 2009).

### 3.1.3 Literatürde sıklıkla kullanılan risk değerlendirme yöntemleri

Bu bölümde literatürde diğer yöntemlere, kullanılması daha fazla tercih edilmiş olan bazı yöntemler kısaca tanıtılacak olup, özellikle gemi inşası sanayisi için tersanelerde gerçekleştirilen risk analizlerine örnekler 1.1 Literatür taraması başlığı altında verilmiştir. Çalışmanın devamında, Çizelge 3.1’de sunulan yöntemlerden, literatürde en çok kullanılan bir adet yöntem ayrıntısı ile incelenmiştir. Açıklanacak olan bu yöntemler aşağıda listelendiği gibidir:

#### Deterministik Yöntemler

- **Kantitatif Yöntem:** Risk Değerlendirme Karar Matrisi
- **Kalitatif Yöntem:** Fine-Kinney Yöntemi
- **Hibrit Yöntem:** Hata Ağacı Analizi

#### Stokastik Yöntemler

- **İstatistiksel Analiz:** Risk Zamanı Analizi
- **Kaza Tahmini Analizi:** Bayes Ağları ile Risk Analizi

#### 3.1.3.1 L-Tipi (5x5) Risk Değerlendirme Karar Matrisi (RADM)

Herhangi bir işletmeye veya iş yerine ait risk değerlendirmesi faaliyetleri gerçekleştirilirken, uygulanan bazı bilimsel ve sistematik yöntemlerde, risk değerlendirme karar matrislerinin kullanılması oldukça yaygındır. Söz konusu matrisler, genel olarak risklerin olasılık sıklıklarını ve risk derecelerini gösteren ve karar vericilere önemli bilgiler sunan matrislerdir.

Risk değerlendirme matrislerinin kullanılması ilk olarak ABD askeri standardı MIL-STD\_882-D kapsamında, sistem güvenlik programlarının gereksinimlerini karşılamak amacı ile geliştirilmiştir ve temel olarak iki veya daha çok değişkenin



aralarındaki ilişkiyi analiz etme maksadıyla veya risk ile riskin etkisinin derecesinin belirlenmesi (skorlanması) amacı ile kullanılır. Oldukça sade, anlaşılır, kolay ve hızlıca uygulanabilen bu yöntem, deterministik ve kantitatif bir risk değerlendirme yöntemidir (DoD, 2000).

Genel olarak risk (veya risk skoru) aşağıda verilen formül yardımı ile hesaplanır.

$$\text{Risk skoru} = \text{Riskin Gerçekleşme İhtimali} \times \text{Riskin Şiddeti}$$

Dolayısı ile bu yöntemlerde, sistemde bulunan ve risk unsuru taşıyan her ihtimale karşılık gelen şiddet dereceleri çarpılarak, söz konusu riskin derecesi bir değerlendirme matrisinde gösterilir.

Risk değerlendirmesinde karar matrisinin kullanıldığı başlıca üç adet yöntem bulunmaktadır, bunlar 5x5 Tipi (L Tipi) Karar Matrisi Metodu, 3x3 Tipi Karar Matrisi Metodu ve X Tipi Karar Matrisi Metodu olarak sıralanır. Literatürde en çok kullanılan yöntem ise 5x5 Tipi (L Tipi) Karar Matrisi Metodudur.

İşletmelerde risk analizi ve yönetimi süreçlerinin uygulanması ülkemizde 2003 yılında çıkarılan 4857 sayılı İş Yasası ve buna ilişkin yürürlüğe giren çeşitli yönetmeliklerle kesin olarak zorunlu hale getirilmiştir. Bu maksatla, işletmelerin risk analiz süreçlerine hızla adapte olabilmeleri, kolay ve anlaşılır bir değerlendirme yöntemine duyulan ihtiyaçtan ötürü ortaya çıkan L-Tipi Matris Karar Matrisi Yöntemi, bu özelliklerinden dolayı literatürde sıklıkla tercih edilmiş olan bir yöntem olmuştur. Ayrıca bu yöntem, işletmelerde aciliyet arz eden riskli unsurların tespit edilerek bir an önce bu risklere karşı gerekli önlemlerin alınması gerektiği durumlarda tercih edilir (Koltan vd., 2010).

Bu yöntemin temel hedefi, tehlikelerin oluşma olasılığı ile meydana gelmesi durumunda ortaya çıkacak zarar arasındaki ilişkiyi analiz etmektir. Dolayısı ile bu yöntemin sebepler ile sonuçlar arasındaki ilişkilerin derecelendirilmesinde kullanıldığı söylenebilir (Ceylan ve Başhelvacı, 2011).

Söz konusu analiz işlemlerinde temel olarak 5x5 boyutunda bir matris diyagramından faydalanılır. Matrisin elde edilmesinde öncelikle riskin oluşma ihtimali ve riskin şiddeti (etkisi) 1'den 5'e kadar puanlandırılır. Riskin oluşma ihtimali derecelendirmesinde kullanılan sayısal puanlar ve çeşitli açıklamalar Çizelge 3.2'te ve riskin şiddetinin derecelendirmesinde kullanılan sayısal puanlar ve çeşitli

açıklamalar ise Çizelge 3.3’de gösterilmiştir. Gerçekleştirilen bazı çalışmalarda ise logaritmik değerlerin kullanıldığı görülmektedir (ECO-REFITEC, 2011).

**Çizelge 3.2:** Riskin Oluşma İhtimalinin Derecelendirilmesinde Kullanılan Değerler

Değer	Derece
1	Çok düşük ihtimalle, hemen hemen hiç
2	Az ihtimalle, sadece olağanüstü durumlarda, yılda bir kez
3	Orta ihtimalle, yılda bir kez
4	Büyük ihtimalle, sıklıkla, ayda bir
5	Kesinlikle, çok sıklıkla, haftada bir veya her gün

**Çizelge 3.3:** Riskin Etkisinin Derecelendirilmesinde Kullanılan Değerler

Değer	Derece
1	Kullanılan bir adet kaynağa ya hiçbir zarar vermez veya çok az zarar verir. İş saati veya işgücü kaybına neden olmaz
2	Kullanılan bir adet kaynağa verdiği zarar kabul edilebilecek kadar düşüktür. İşgünü kaybı yoktur fakat ayakta tedavi gerektiren sonuçlar doğurur
3	Kullanılan bir ya da birkaç adet kaynağa verdiği zarar yapılan işi olumsuz etkiler. Hafif yaralanmalara neden olur, yatarak tedavi gerektirir.
4	Kullanılan birkaç adet kaynağa çok ciddi zarar verir, sistem kısa bir süre çalışmaz hale gelebilir. Ciddi yaralanma, uzun süreli tedavi ve meslek hastalığına yol açar
5	Sistemde kullanılan pek çok kaynağa çok ciddi zarar verir, sistem uzun bir süre durur ya da hiç çalışmayabilir. Organizasyonun durumunu ve ününü çok kötü etkiler. Ölümle sonuçlanır, sürekli olarak iş göremezliğe neden olur

Çizelgelerden de anlaşılacağı üzere en düşük puan olan 1 puan, riskin oluşma ihtimalinin veya etkisinin çok düşük olduğu ve 5 puan ise riskin oluşma ihtimalinin veya etkisinin çok yüksek olduğu anlamını taşımaktadır (Koltan vd., 2010; Çeliktaş ve Ünlü, 2018).

Risk değerlendirme formülüne göre ( $Risk = Olasılık \times Şiddet$ ), olasılık ve şiddet değerlerinin karşılıklı olarak çarpılması sonucunda, belirli bir risk unsuru için 1 ile 25 arasında bir skor elde edilecektir. Bu işlem sonucunda elde edilecek risk skor matrisi, Çizelge 3.4’te gösterilmiştir. Ortaya çıkan risk değerleri ise, en yüksekten en düşüğe doğru sıralanarak sınıflandırılmakta ve nicel olarak ifade edilebilmektedir.

**Çizelge 3.4:** Risk Skoru Değerlendirme Matrisi

Olasılık	Şiddet				
	1 (Çok Az)	2 (Hafif)	3 (Orta)	4 (Fazla)	5 (Çok Fazla)
1 (Çok Düşük)	1	2	3	4	5
2 (Düşük)	2	4	6	8	10
3 (Orta)	3	6	9	12	15
4 (Yüksek)	4	8	12	16	20
5 (Çok Yüksek)	5	10	15	20	25

Formülün uygulanması neticesinde elde edilen risk dereceleri ve riskin hangi nicel değere karşılık geldiği belirlenerek riskin kabul edilebilirlik dereceleri belirlenmiş olur. Bu değerlere ait risk sınıflandırması Çizelge 3.5’de gösterilmiştir. Örneğin genel olarak 20 ve 25 olarak skorlanan riskler kesinlikle kabul edilemez veya sonuçlarına katlanılamaz olan risklerdir. Bu durumda söz konusu risk bertaraf edilinceye kadar işbaşı yapılmamalı ve devam eden faaliyetler derhal durdurulmalıdır. 12, 15 ve 16 skorunu alan riskler ise genel olarak önemli olarak kabul edilir ve belirlenen riskin seviyesi düşürülünceye kadar iş başı yapılmamalıdır. Bu durumda Risk işin devam etmesi ile ilgiliyse acil önlem alınmalı ve bu önlemler sonucunda faaliyetin devamına karar verilmelidir. Elde edilen diğer sonuçlara göre, orta düzey risk durumlarında risklerin düşürülmesi için faaliyetlere başlanması gerektiği, katlanabilir risklerin varlığında ilave kontrol süreçleri yürütülmesi gerektiği ve önemsiz risklerde ise herhangi bir kontrol süreci yürütme ihtiyacının bulunmadığı sonucuna varılır (Stoneburner, 2002; Koltan vd., 2010; Çelikleş ve Ünlü, 2018).

**Çizelge 3.5:** Risk Skoru Sınıflandırması Tablosu

Risk Skoru	Risk sınıfı
1,2	Kabul edilebilir, Önlem gerektirmeyen risk
3,4,6	Dikkat edilmesi gereken, Uzun dönemde önlem alınabilecek risk
5,8,9,10	Önemli, Kısa sürede önlem alınması gereken risk
12,15,16	Yüksek derecede önemli, Derhal önlem alınması gereken risk
20,25	Kabul edilemez, Önlem alınmadan işe başlanmaması gereken risk

2011 yılında AB 7. Çerçeve Programı kapsamında gerçekleştirilen bir proje çalışmasında, tersanelerde gemilerin yeşil enerji kullanacak şekilde dönüştürülmesi ve doğaya daha uyumlu gemiler üretilmesi için yeni malzeme, yapı vs. temin edilmesi işlemlerinde ortaya çıkan riskler analiz edilmiştir (ECO-REFITEC, 2011). Genel olarak teknik olmayan faaliyetleri içeren bu çalışmada, risk değerlendirmesi ise genel olarak kullanılan  $Risk = Olasılık \times Şiddet$  formülü yerine  $\log (Risk) = \log$

(Olasılık)  $\times$  log (Şiddet) formülü ile logaritmik olarak skorlanmıştır. Çalışma sonucunda, elde edilen riskler;

- Ekonomik ve yasal faktörler,
- İnsan kaynakları problemleri,
- Ticari ilişkiler düzenlemeler,
- Yönetimsel faaliyetler,

Olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma sonucunda ekonomik krizlerin ve yetenekli işgücü eksikliğinin *yüksek*, sürdürülebilir ve tutarlı ticari ilişkilerin geliştirilememesi, kötü yönetim ve planlama faaliyetlerinin ise *orta* riskli unsurlar olduğu tespit edilmiştir.

### 3.1.3.2 Fine-Kinney yöntemi

Fine-Kinney yöntemi, işletmelerde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması maksadı ile gerçekleştirilen risk değerlendirmesinde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir. İlk olarak Kinney (1976) tarafından gerçekleştirilen bir çalışma ile literatüre sunulmuştur. Esasen bu yöntem, deterministik ve kalitatif yöntemdir. Bu yöntem risklerin derecelendirilmesi akabinde hangi işlem adımlarına öncelik verilmesi ve dolayısı ile eldeki kaynakların ne şekilde değerlendirilmesi gerektiği sonucuna ulaştıran bir yöntemdir.

Fine-Kinney yönteminde risk skoru, riskin oluşma olasılığı, riskin oluşma sıklığı ve riskin şiddeti olarak sıralan üç faktör kullanılarak hesaplama gerçekleştirilir. Bu hesaplama aşağıda verilen formülde gösterildiği gibidir:

$$\text{Risk skoru} = \text{Olasılık} \times \text{Sıklık} \times \text{Şiddet}$$

Fine-Kinney yönteminde işletmeye ait olan geçmiş veriler ve geleceğe ait olan öngörüler kullanılır. Dolayısı ile yöntemde kullanılan verilerin geçmiş kaza ve ramak kalay olaylara ait bilgiler içermesi elde edilecek sonucun tutarlılığını artırır. Ayrıca bu yöntemde, risk altında çalışanların tehlikeye maruz kalma sıklığı da dikkate alınabilmektedir. Bu nedenle, diğer risk değerlendirme yöntemlerinin birçoğuna göre daha güvenilir sonuçlar verdiği düşünülmektedir. Fine-Kinney yönteminde sıklık veya frekans, tehlikeden etkileneceği düşünülen kişilerin zaman içinde tehlikeye maruz kalma sayısını ifade eden bir değerdir. Fine-Kinney yöntemini matris yönteminden ayıran en büyük özellik de bu sıklık değerinin kullanılmasıdır (Oturakçı ve Dağsuyu,2017).

Bu yöntem kullanılarak gerçekleştirilen risk değerlendirmesinde kullanılan olasılık derecelendirme tablosu Çizelge 3.6’da, risklerin sıklığı puanlanması Çizelge 3.7’de ve etki derecelendirme tablosu Çizelge 3.8’de gösterilmiştir. Risk skoru sınıflandırması ise Çizelge 3.9’da listelenmiştir.

**Çizelge 3.6:** Riskin Oluşma Olasılığı Derecelendirilmesinde Kullanılan Değerler

Değer	Olasılık
0.1	Neredeyse İmkânsız
0.2	Pratik Olarak İmkânsız
0.5	Mümkün Ancak Beklenmeyen
1	Mümkün Ancak Düşük İhtimal
3	Mümkün
6	Oldukça Mümkün
10	Kesin, Beklenir

**Çizelge 3.7:** Riskin Sıklığının Derecelendirilmesinde Kullanılan Değerler

Değer	Sıklık
0,5	Çok Seyrek (Yılda bir veya daha az)
1	Seyrek (Yılda birkaç defa)
2	Nadiren (Ayda bir veya birkaç defa)
3	Ara Sıra (Haftada bir veya birkaç defa)
6	Sık (Günde bir veya birkaç defa)
10	Sürekli (Saatte birkaç defa)

**Çizelge 3.8:** Riskin Etkisinin Derecelendirilmesinde Kullanılan Değerler

Risk Skoru	Sıklık
20’den az	Önemsiz Risk – Kabul Edilebilir
20 – 70’den az	Olası Risk – Gözetim Altında Tutulmalıdır
70 – 200’den az	Önemli Risk – Uzun Dönemde İyileştirilmelidir
200 – 400’den az	Ciddi Risk – Kısa Sürede İyileştirilmelidir
400’den fazla	Kabul Edilemez Risk – İyileşene Kadar İşe Ara Verilmelidir

**Çizelge 3.9:** Risk Skoru Sınıflandırması Tablosu

Değer	Risk sınıfı
1	Ramak Kala – Çevresel Zarar Yok
3	Küçük Hasar, Yaralanma, İlk Yardım – Sınırlı Çevresel Etki
7	Önemli Hasar, Yaralanma, Tıbbi Tedavi- Geniş Çevresel Etki
15	Kalıcı Hasar, Sakatlık, Uzun Süreli Tedavi – Önemli Çevresel Etki
40	Ölüm – Ciddi Çevresel Etki
100	Birden Fazla Ölüm – Çevresel Felaket

### 3.1.3.3 Hata Ağacı Analizi (FTA)

Diğer risk analizi yöntemlerine göre geçmişi daha eskilere dayanan bu yöntem ilk olarak Bell laboratuvarları çalışanlarından Watson (1961) tarafından kıtalar arası roketlerin kontrol sistemlerinin risk değerlendirilmesinin gerçekleştirilmesi maksadı ile geliştirilmiş olan ve sistemdeki hatalar ile istenmeyen olaylar arasındaki bağlantıyı çeşitli diyagramlar kullanılarak ortaya çıkaran deterministik ve hibrit bir yöntemdir. Literatürde, genellikle çok karmaşık sistemler için kullanılan, ayrıntılı ve etkili risk değerlendirme yöntemlerinden birisidir (Erdoğan, 2015).

Hata Ağacı Analizi yönteminde genel olarak tek bir kaza olayına odaklanılır ve bu olayın risklerinin tespit edilmesine yönelik olarak adımlar atılır. Bu işlem gerçekleştirilirken oluşturulan diyagramda olayları ve hataları ve geçişleri tanımlayan çeşitli geometrik şekiller kullanılır. Basit olaylar, kazalara neden olan teknik hataları ifade ederken, ara olaylar teknik hataları doğuran operatör hatalarını gösterir. Hata ağaçlarında kullanılan kapılar ise, kazalar ile makineler ve insanlar arasındaki bağlantının şeklini ifade eder. Örneğin VE (AND) kapısı herhangi bir olayın gerçekleşmesi için iki unsurun da mutlaka gerçekleşmesi gerektiğini belirtir. VEYA (OR) kapısı ise olayın gerçekleşmesi için bu unsurlardan sadece bir tanesinin gerçekleşmesinin yeterli olduğunu belirtir. Hata analizinde kullanılan VEYA kapısı ise elde bir delil olmadığını gösterir (Ericson, 2005).

Hata Ağacı Analizi yöntemi hem kalitatif hem de kantitatif özellikleri barındıran hibrit bir yöntemdir. Yöntemin kalitatif analiz aşamasında, sistemde oluşması muhtemel asıl kazaların tespit edilmesi işlemleri gerçekleştirilir. Bu değerlendirme yapılırken “minimal cut set” kullanılarak en yüksek ihtimalle meydana gelmesi istenmeyen olaya ait olan en kısa hata ağacı tespit edilir. Kantitatif analizde ise hatanın olasılığı belirlenir, hatanın olasılığı ile güvenilirlik arasındaki ilişki kurulur ve bir mantık kapısından diğer mantık kapısına yayılma şekli belirlenir (Marhaviyas vd., 2014).

Ortaya çıkan analiz sonucunda elde eden sonuçlardan en ciddi etkiye sahip olan olay (toksik zehirlenme, patlama, elektrik çarpması, vs.) *en yüksek olay* (top event) olarak belirlenir. Yöntem, teknik hatalar ile insan hatalarını ilişkilendirebildiğinden, bu ilişkilerin en yüksek olaya götüren yol yolları da belirlenebilmektedir (Erdoğan, 2015).

#### 3.1.3.4 Risk zamanı analizi

Stokastik ve istatistiksel analize dayalı olan bu yöntem ilk olarak Marhavidas ve Koulouriotis (2011) tarafından geliştirilmiştir. Yöntem kullanıcılara, riskin zamanını veya riskte geçirilen zaman aralığını tespit edilmesinde yol gösterir. Bu işlem sistemin ömrü kavramından farklı ve bağımsızdır.

Risk Zamanı Analizinde genellikle sistemdeki bir unsurun arızasına ve bu arızanın sistem bozulmasına etkisi incelenir. Söz konusu arıza sistemin yaşam sürecinde herhangi bir zaman diliminde, fazında veya bir görev süresi içerisinde gerçekleşebilir. Bu modelde hatanın oluşma olasılığı ile  $Q(t) = 1 - e^{-\lambda t}$  ile hesaplanır. Burada  $\lambda$  değeri hatanın sıklığını, T değeri ise hataya maruz kalman süreyi belirtir. Ayrıca bu modelde kullanılan diğer bir veri, *hatalar arasındaki ortalama zaman* (mean time between failures, MTBF) değeridir.  $\lambda$  değeri hesaplanırken,  $\lambda = 1/MTBF$  formülü kullanılır (Marhavidas ve Koulouriotis, 2012).

Diğer yöntemlere nazaran oldukça matematiksel bir hesaplama sistemi bulunan bu stokastik yöntemin literatürde, gemi inşası veya tersane işlemlerinde ortaya çıkan risklerin değerlendirilmesi için kullanılması çalışmasına rastlanmamıştır.

#### 3.1.3.5 Bayes ağları ile risk analizi

Bayes ağları (Bayesian Networks) kullanılarak gerçekleştirilen risk analizi yöntemi stokastik ve diyagram kullanılarak uygulanan bir kaza tahmin yöntemidir. Yöntemde, *değişkenler* düğüm olarak ve değişkenler arasındaki olasılıksal *bağlantılar* yönlü oklar ile gösterilir ve bir ağ yapısı oluşturulur. Bu Ağda iki düğüm birbirine ok ile bağlandığında okun başlangıcında bulunan düğüm ebeveyn düğüm, okun bitişinde bulunan düğüm ise çocuk düğüm olarak adlandırılır. Bununla birlikte bu yöntemde değişkenlerin ait koşullu olasılıklarının ifade edildiği bir tablo da kullanılır. Bayes Ağlarının risk analizinde kullanılırken sadece tek bir çıktıya değil sistemdeki tüm değişkenlerin birbirleriyle olan olasılıksal bağımlılığı göz önünde bulundurulur. Dolayısı ile bu yöntem, özellikle belirsizliklere sahip olan karmaşık sistemlerin analizinde büyük bir avantaj sağlamaktadır (Çinicioğlu vd., 2013).

Bayes ağının avantajları aşağıdaki şekilde özetlenebilir (Heckerman, 2004);

- Bayes ağları eksik veri setlerini işler. Eğer bir veri gözlenmemişse ya da kaybolmuşsa Bayes ağları giren değişkenler arasında korelasyonu kodladıkları için gözlenmemiş ya da kaybolmuş veriyi üretirler.
- Bayes ağları nedensel ilişkileri öğrenmemizi sağlar. Bu sayede sorun ile ilgili bir anlayiş kazanılarak süreci daha yararlı hale getirilir ve/veya nedensel ilişkileri bilmek bize tahminde bulunabilme şansı verecektir.
- Bayes istatistiksel tekniklerle birlikte kullanılan Bayes ağları, alan bilgisi ve verinin kombinasyonunu kolaylaştırır.
- Bayes ağları olasılıklarla nedensel ilişkilerin gücünü kodlar.





## 4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

### 4.1 Karar Teorisi

Genel olarak karar verme yeteneği, insanları diğer canlı türlerin ayıran en temel özelliklerin başında yer almaktadır. Birden çok alternatifin bulunduğu durumlarda hedefe yönelik seçim gerçekleştirmek için sergilenen davranışlar olarak tanımlanan *karar verme* işleminde var olan seçim alternatiflerinin arasından optimum sonuçları verebilecek alternatifin bulunması hedeflenir. Karar teorisi ise, seçenekler arasında birçok alternatifin bulunması halinde optimum sonuçların elde edilebilmesi maksadı ile gerçekleştirilecek hareket tarzını belirlemek için kullanılan çeşitli yöntemler ile ilgilenen çok disiplinli bir çalışma alanıdır (Tryfos, 2001). Bu çerçevede, karar teorisinin kapsama alanı içerisinde, mantıksal olarak gerçekleştirilen seçimlerin modellendiği birçok matematiksel teorem ve yaklaşım yer almaktadır. Diğer bir ifade ile karar teorisi karar verme sürecinin teorisi olarak bilinir (Buchak, 2018).

Bireyler günlük hayatlarının her aşamasında çeşitli kararlar vermek zorunda kalırlar. Dolayısı ile karar teorisinin faaliyet alanı ve temel dayanağı insan davranışlarıdır. Buna karşılık karar teorisi, insan davranışlarının bütününe elde almaktan ziyade insanın özgür iradesi ile sonuç odaklı olarak seçim yapmak zorunda olduğu durumlara odaklanır. Böylece, karar teorisinin birden çok alternatifin bulunduğu durumlarda hedefe yönelik seçim gerçekleştirmek için sergilenen davranışlar ile ilgilendiği söylenebilir. Genel olarak karar teorisi, mantıksal sonuçlar elde edebilmek için kararın *ne olması* gerektiği ile değil, *nasıl* alınması gerektiği veya bu kararların *ne şekilde* alınması gerektiği ile ilgilenir (Hansson, 2005).

Karar teorisi üzerine çalışmaların, 17. yüzyılın ortalarına doğru yaygınlaşmış olduğu görülür. Olasılık teorisi çalışmalarında kat edilen önemli mesafeler karar teorisine zemin hazırlamıştır (Gilboa, 2009). Örneğin olasılık teorisinin kurucularından olan Blaise Pascal, çalışmalarının ilerleyen safhalarında karar teorisinin temellerini oluşturan birçok unsuru ilk defa olarak açıklamıştır (Hacking, 1975). Bugün bile karar verme metotlarının birçoğunda kullanılan karar matrisi (decision matrix), kişilerin düşüncelerini modellemek için kullanılan durumlar arasındaki subjektif

olasılıklar, beklenen faydanın maksimizasyonu vs. kavramlar Pascal tarafından geliştirilmiştir. Bununla birlikte, her ne kadar karar teorisi müşahhas olarak bir bilim dalı olarak kabul ediliyor olsa da, geliştirilmesine birçok ana bilim dalı tarafından katkıda bulunmuş ve üzerinde çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Böylelikle karar teorisinin çok disiplinli bir çalışma alanı olduğu söylenebilmektedir. Bu konu kapsamında geliştirilen çalışmalar sonucu elde edilen yöntemler ise istatistik, psikoloji, sosyal bilimler, yönetim bilimi, felsefe, endüstri mühendisliği vb. birçok alanda sıklıkla kullanılır hale gelmiştir (Hens, 2016).

Diğere taraftan karar teorisine eleştirel olarak yaklaşan çalışmalar da mevcuttur. Örneğin, Herbet Simon (1957) çalışmasında “sınırlı rasyonellik (bounded rationality)” olarak adlandırdığı bir kavram ortaya atmış ve insanların esasen karar verirken bir optimizasyon gerçekleştirmediği fakat kararlarında tatmin olmayı ön plana aldıklarını savunmuştur. İnsanların geçmişte aldıkları kararlar neticesinde ihtiyaçları ve arzuları belirli bir sınır düzeyinde tatmin edici olarak sonuçlanmış ise, insanlar genel olarak önceki seçimlerine devam etme eğilimindedir. Önlerindeki diğer seçenekleri ise insanlar ancak ve ancak beklenen tatmin elde edilemeyeceği anlaşıldığında değerlendirmeye alır. Herbert Simon’un bu düşünceleri karar teorisi alanında çalışmalar gerçekleştiren (özellikle optimizasyon alanındaki) bilim adamlarınca uzun yıllardır tartışılmaktadır (Gilboa, 2009).

Her ne kadar karar teorisi rasyonel karar teorisi ve sınırlı rasyonellik ile tanımlanmış olsa da bunların yanı sıra birçok yaklaşım benimsenmiş ve zamanla bu teoriler çeşitli çalışmalar ile birlikte geliştirilmiştir. Buna karşılık halen, karar verme nosyonunun temelinde ilk olarak H. Simon ve akabinde C. Lindblom vd. tarafından önerilen sınırlı rasyonellik kavramı bulunmaktadır (Tozlu, 2016).

Çoğu zaman günlük hayatta karşılaşılan problemler pratik olarak gerçekleştirilemeyeceklerinden ötürü bu problemlerin çözümünde modeller geliştirilir ve problemler bu model ile çözülmeye çalışılır. Esasen model, gerçek hayatta var olan nesnelere veya durumların soyut bir şekilde matematiksel olarak ifade edilmesidir. Bu anlamda, modellerin gerçek sistemleri daha iyi anlaşılır kılan araçlar olduğu düşünülebilir. Genel olarak karar teorisinde, insanların bir karara varma ve çıkarım gerçekleştirme süreçleri ise iki ana model ile incelenir, bunlar *rasyonel* (mantıksal) karar verme modeli ve *sezgisel* modeldir. Karar teorisinde rasyonel kararlar bazen

*normatif (normative) kararlar* ve sezgisel kararlar ise *betimsel (descriptive) kararlar* olarak anılır (Ünnü, 2014).

Normatif kararlar herhangi bir karar alınırken mantıksal sonuçlar elde etmek için *nasıl* davranılması gerektiği ile ilgilenirken betimsel kararlar, karar alırken *hangi* davranışları sergilemek gerektiği ile ilgilenir (Buchak, 2018). Her ne kadar karar teorisinin bu iki durum arasında şekillendiği düşünülmekte ise de literatürde bu iki kavramın birbirlerine sıklıkla karıştırıldığı ve çeşitli kavram kargaşaları yaşandığı gözlenmiştir (Hansson, 2005).

Çalışmanın takip eden alt bölümlerinde sırası ile rasyonel (mantıksal) karar verme modeli ve sezgisel modeller anlatılacak, akabinde karar verme süreçlerinde yoğun olarak kullanılan beklenen fayda teorisi açıklanacaktır.

#### **4.1.1 Rasyonel (Mantıksal) karar modeli**

İnsanların karar verirken göz önünde bulundurması gereken en önemli faktör alınan kararların rasyonel (mantıksal, akılcı) olması gerekliliğidir. Genel olarak insanlar ihtiyaçlarının karşılanması için gerçekleştirdikleri faaliyetlerde faydalarını maksimize etmek veya riskli durumlarla karşılaştıklarında sorunlarını minimize etmek eğilimindedir (Krabuanrat, 2011). Ancak, farklı alternatiflerle karşılaşıldığında alternatifler arasında nasıl seçim yapılacağı önemli bir problem olarak ortaya çıkar (Keeney and Raiffa,1976). Bu maksatla geliştirilmiş olan rasyonel karar verme modeli, kişilerin var olan alternatiflerden sistemli bir yaklaşımda değerlendirmeler gerçekleştirerek faydalarını ve beklentilerini azami derece tatmin edecek veya zararlarını ve risklerini asgari seviyeye indirgeyecek şekilde karar vermelerine yardımcı olur. Söz konusu yaklaşım, karar vericilerin karar verme sürecindeki davranış şekillerinin belirlendiği bir süreçtir.

Temelleri, ilk olarak Balise Pascal (1623–1662) tarafından atılan rasyonel karar teorisi daha sonraları Daniel Bernoulli (1700–1782) ve çağdaşları tarafından geliştirilmeye başlanmıştır. En nihayetinde ise bu düşünce Herbert Simon’u ortaya koyduğu rasyonel karar verme modeli ile tüm dünyada geçerli olan bir teori olarak algılanmaya başlanmıştır (Tozlu, 2016).

Günümüze kadar geliştirilmiş olan tüm karar verme teorileri rasyonel karar verme modelini referans almıştır (Fredrickson, 1984). Bu model niceliksel (kantitatif) bir modeldir ve sayısal analize dayanır. Söz konusu analizlerin gerçekleştirilmesi için

öncelikle problem matematiksel olarak formülize edilir ve probleme ait bir model oluşturulur. Söz konusu modeller genelde matematiksel, istatistiksel ve mühendislik yaklaşımları ile oluşturulur.

Genel olarak kabul edilen rasyonel modelin özellikleri aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır (Krabuanrat, 2011):

Problemin tanımlanması ve matematiksel olarak modellenerek formülize edilmesi:

- Hedeflerin belirlenmesi ve önemlerine göre sıralanması,
- Alternatif seçeneklerin ve kriterlerin belirlenmesi,
- Verilen kriterlere göre alternatiflerin değerlendirilmesi,
- Tercih edilen alternatiflerin seçimi.

Bu modelin işleyişinde öncelikle problemin tanımlanması ve formülize edilmesi aşaması gerçekleştirilir. Problemin iyi bir şekilde tanımlanması neticesinde sorun berraklaşmakta ve isabetli kararlar alınması kolaylaşmaktadır. Bu durumun sağlanmaması ise mantıksız ve uygulanmasında hedeflenen neticelerin elde edilemeyeceği kararların alınmasına yol açar. Daha sonra, elde edilmek istenen sonuçlara götüreceği değişik seçenekleri dikkate alarak hedeflerin dikkatlice ortaya konması ve bu hedeflerin önem derecelerine göre sıralanması adımı gerçekleştirilir. Akabinde alternatifler ve kriterler ortaya konur, seçenekler değerlendirilir ve en nihayetinde karar vericiler tarafından bir alternatif seçilir (Nilsson ve Dalkmann, 2001).

Yukarıda, aşamaları zikredilen modele göre insanın rasyonel bir karar verici olduğu ve faaliyetlerinde probleme ait olan bilgilerin tamamına sahip olduğu, kararlarını alırken her zaman mantıklı ve tutarlı olduğu kabul edilir. Her ne kadar rasyonel karar modeli çeşitli problemler için başarılı sonuçlar veriyor olsa da bu model gerçek hayatın bulanık, çoğu zaman çetrefilli ve birbirleri ile çelişen kısıtların ve kriterlerin bulunması nedeni ile yeteri kadar iyi sonuçlar üretememektedir (Krabuanrat, 2011).

Bu nedenle rasyonel karar verme modeli gerçek uygulamalarda pekiyi netice vermeyen bir modeldir. Bunun sebebi karar vericilerin alternatiflerin, kriterlerin belirlenmesinde ve gerçekleştirilen seçim aşamalarında çoğu zaman kendi tecrübelerini, duygularını ve sezgilerini de kullanmak istemelerinden kaynaklanır (Ünnü, 2014).

#### 4.1.1.1 Sınırlı rasyonellik

Özellikle 1930'lu yıllardan itibaren kabul edilmeye başlanan ve klasik rasyonel karar teorisinin temel unsurlarının kabul edilip çeşitli geliştirmelerle şekillendirilen neo-klasik dönemde, karar vermenin salt rasyonel karar verme yaklaşımı ile açıklanamayacağı fikri yaygınlaşmıştır. Bunun temel nedeni, insanın doğasında var olan duyguların ve sezgilerin de karar alınmasında etkin bir rol üstlenmesi ve gelecekte de var olacak sorunların ve ortaya çıkacak olan sonuçların da değerlendirmeye alınması ihtiyacının var olmasıdır. Bu durumda bireylerin mantıksal kararlar almak için matematiksel modeller oluşturup hesaplamalar ile karar vermek yerine sezgisel olarak da karar vermelerine olanak sağlayan modellere ihtiyaç duyulmuştur (Augier ve Kreiner, 2000: 665).

Günümüzde, gerçek hayatta karşılaşılan problemler için rasyonel karar teorisi yaklaşımı mutlak manada uygulanamamaktadır. Bu duruma neden olan temel etmen, karar vericilerin ilgili probleme dair bütün unsurlara hakim olmalarının imkansızlığıdır. Diğer bir ifadeyle karar vericiler probleme ait alternatifleri, karar vermeyi etkileyen faktörleri, kriterleri ve kararın sonuçlarını bir bütün olarak değerlendirememektedir. Bu durum ise yanlış, mantıksız ve uygulanması çok zor olan kararlar vermeye neden olabilmektedir. Ayrıca insanları duygularından bağımsız olarak karar vermeye zorlamak da istenilen nihai sonuçların elde edilememesine neden olur. Dolayısı ile neo-klasik dönemde rasyonel yaklaşımın sınırlandırılmasına ihtiyaç duyulmuştur. "Sınırlı Rasyonellik" olarak tanımlanan bu yeni yaklaşım esasen *tatminkârlık* temelini esas alır ve gerçekleştirilen karar verme süreci sonunda yeterli derecede iyi bir çözüm bulunduğunda, nihai çözüm olarak o alternatif belirlenir.

Sınırlı rasyonellik teorisi kapsamında, karar vericilerin sınırlı hesaplama ve hafıza kabiliyetleri olmasından ötürü, söz konusu özelliklerin karar verme üzerinde etkisi olduğu değerlendirilmektedir (Augier ve Kreiner, 2000). Ayrıca *tatminkârlık* hedefinin bireylerin mantıksal olarak karar vermelerinde bütün çevresel değişkenleri göz önünde bulunduramayacakları, var olan alternatiflerin tam olarak değerlendiremeyecekleri ve en nihayetinde en uygun çözüme ulaşamayacağı savunulmuştur (Ünnü, 2014).

#### 4.1.2 Sezgisel karar modeli

Günümüz toplumsal yapısının çok değişkenli, belirsizlik esaslı ve çok dinamik ve değişken bir yapıya sahip olması nedeni ile günlük hayatta karşılaşılan problemler genel olarak aniden ortaya çıkan, kısıtları ve kriterleri sürekli olarak değişen ve sonuçları farklılıklar gösteren çeşitli karmaşık özelliklere sahiptir. Böylelikle insanın her zaman, kararlar alırken rasyonel davranacağı, problemi tam anlamıyla tanımlayarak bütün etkenleri değerlendirerek bir karara varabileceği anlayışının kabul edilemez olduğunu göstermektedir. Esasen insan her zaman her durumu tam olarak kavrayamaz ve bu durumda insanlardan mantıksal kararlar vermesi beklenemez (Krabuanrat, 2011).

Doğası gereği insanlar verdikleri kararlarda, önceki kararlarının etkisi, yaşadıkları tecrübeler, içinde buldukları duygusal durum ve düşüncelerinin etkisi altındadır. Bu durum insanların her zaman rasyonel olarak karar vermeleri önündeki en büyük engeldir. Buna karşılık söz konusu unsurların da karar verme sürecine bir şekilde dahil edilmesi gereklidir (Krabuanrat, 2011).

Bilgi ve iletişim teknolojilerinde yaşanan hızlı değişimlerle birlikte dünya, yirminci yüzyılın ikinci yarısından itibaren hızlı bir küreselleşme sürecine girmiştir. Bu süreçte, işletmelerin ve ekonomilerin pazarlarının sınırları tüm dünya geneline yayılmaktadır. Bununla birlikte gerek sosyal gerekse kültürel alanlarda sürekli değişen ve dinamik bir yaşam biçimi oluşmaktadır (İlgaz, 2002).

Bu çerçevede, özellikle işletmelerin karşılaştıkları problemlerin vasfı da değişmiş, hızla değişen yenedünya düzeninde hızlı ve etkin kararlar almak hayati önemi haiz olmuştur. Önceki bölümde de açıklandığı üzere, rasyonel karar teorisi söz konusu dinamik ortamlarda karar vermede yeteri kadar başarılı olamamaktadır (Krabuanrat, 2011). Bu maksatla son 40 yılda literatürde sezgisel karar teorisi tartışılır olmuş ve başlangıçta yapay zekâ ve uzman sistemlerin bir alt kolu olarak değerlendirilen bu çalışma alanında gün geçtikçe, gerek sosyal gerekse fen bilimleri alanlarında sıklıkla kullanılan çeşitli sezgisel yöntemler türetilmiştir (Krabuanrat, 2011).

Sezgisel karar teorisi niteliksel (kalitatif) karar verme yöntemlerinin kullanıldığı sezgi, yargı ve deneyimi temel olarak alan bir yaklaşımdır. Bu teoride, kişilerin sezgileri ve karar vermenin davranışsal boyutları öne çıkar. Dolayısı ile insanların karar vermesinde sahip oldukları tecrübelerin, geçirdikleri zihinsel ve psikolojik

evrelerin ve duygularının önemli ölçüde etkili olmasından ötürü karar verme aşamalarında bu unsurlar da dikkate alınır. Rasyonel karar verme teorisi ile sezgisel karar verme teorisini birbirinden ayıran en temel özellik budur.

Günümüzde sezgisel karar modelinin uygulanmasında ve optimum sonuçların aranmasında çok çeşitli sezgisel ve metasezgisel algoritmalar geliştirilmiştir. Bilgi sistemleri ve bilgisayar programcılığındaki ilerlemeler sayesinde bu algoritmaların kullanılması da oldukça yaygındır. Genel olarak verilen bir problemde optimal veya optimale en yakın olan çözümün elde edilmesi maksadı ile geliştirilmiş olan söz konusu algoritmalar aşağıda kısaca ele alınmıştır.

#### **4.1.2.1 Sezgisel algoritmalar**

Esasen optimizasyon işlemi, bir problemde veya bir sistemde faydanın maksimize edilerek ve/veya zararın minimize edilerek uygun olan en iyi çözüme ulaşma süreci olarak tanımlanır. Bu maksatla geliştirilen algoritmaların ise verilen bir zaman dilimi içerisinde en iyi çözümü üretmesi beklenir. Buna karşılık gerçek hayatta karşılaşılan problemlerin birçoğu mantıklı bir süre içerisinde optimum çözüme ulaşılabilmesini imkansız kılacak kadar geniş çözüm uzayına sahip olabilmektedir. Bu maksatla, tam ve kesin çözümün elde edilmesi yerine yeterince iyi (optimum) çözümlerin elde edilmesi karar vericiler açısından, çoğunlukla kabul edilebilir bir durumdur (Nyarko vd., 2014).

Genel olarak arama işlemlerinde kullanılan sezgisel algoritmalar, çözümün en optimum çözüm olup olmadığı ile ilgilenmez. Buna karşılık çeşitli alternatiflerden etkin olanları makul süre zarfında bulmayı garanti eder. Yöneylem araştırmaları içerisinde değerlendirilebilecek olan sezgisel algoritmalarda öncelikle problemin bir matematiksel modeli oluşturulur.

Literatürde yer alan ve en sıklıkla kullanılan sezgisel algoritmalara örnek olarak, *Lokal Arama Algoritması*, *Parçala Fethet Algoritması*, *Branch and Bound Algoritması* ve *Dinamik Programlama*, verilebilir (Darwish, 2014; Desale, 2015)

#### **4.1.2.2 Metasezgisel algoritmalar**

Bu algoritmalar ise genel olarak sezgisel algoritmalara kıyasla çok daha karmaşık olan problemlerin çözümünde kullanılır. Esasen sezgisel algoritmalar problem spesifik algoritmalar yani bu algoritmalar sadece belirli tip problemlerin çözümünde daha iyi performans göstermektedir. Metasezgisel algoritmalar ise hemen

hemen tüm problem sahalarında kullanılan çok daha kapsayıcı yöntemlerdir. Bunun sebebinin ise problemlerde optimum sonucun araştırılmasında, belirli bir iterasyon esnasında mevcut çözümlerle birlikte bu çözümlerin komşuluğundaki çözümlerin de incelenmesi, bazı sonuçların sonraki iterasyonlarda da kullanılmasının sağlanması, bazı çözümlerin yasaklanması, vb. yöntemlerinde uygulanıyor olmasından kaynaklanır. Bu tür algoritmalar kesin çözümü garanti etmez, bunun yerine optimuma en yakın çözümler üretirler (Alp vd, 2003).

Literatürde sıklıkla kullanılan metasezgisel algoritmalara örnek olarak *Tavlama Benzetimi Algoritması*, *Tabu Arama Algoritması*, *Genetik Algoritmalar*, *Parçacık Sürü Optimizasyonu*, *Karınca*, *Yapay Arı*, vs. *Koloni Algoritması* vb., verilebilir (Onan, 2013).

Sezgisel ve metasezgisel algoritmaların, belirli kısıtların mevcudiyeti ile çözüm uzayındaki alternatiflerin sayısının çok fazla olduğu durumlarda optimum sonuçların elde edilmesi için oldukça başarılı algoritmalar olmalarına karşılık, bir çok kriterin ve alternatifin bulunduğu çeşitli problemlerde çok daha kolay anlaşılır ve uygulanabilir olan ÇKKV tekniklerinin kullanılması daha yaygındır. Bu maksatla çalışmanın takip eden bölümlerinde ÇKKV yaklaşımı ve literatürde sıklıkla kullanılan çeşitli yöntemler incelenecektir.

## **4.2 Çok Kriterli Karar Verme**

Karar verme, çeşitli alternatif seçenekler ile karşılaşıldığında rasyonel veya sezgisel olarak seçim verme eylemidir. Bu seçim işlemi ise mantıksal sonuçlara ulaşabilmek maksadı ile göz önünde bulundurulması gerekli olan birçok kriterin de bulunduğu problemler için de geçerlidir. Birden çok ve birbirleri ile çelişen kriterler bulunduğu karar verme süreçlerinde çeşitli yöntemlerin ve işlemlerin uygulanması çalışmaları olarak tanımlanan ÇKKV yöntemleri, 1960'li yıllardan itibaren üzerinde oldukça fazla çalışılan bir konudur (Churchman ve Ackoff, 1954; Zardari, 2014).

Genel olarak günlük hayatta karşılaşılan problemlerde bireyler kendi sezgilerine ve tecrübelerine istinaden seçim yapma eğilimindedir (Ünnü, 2014). Bununla birlikte çeşitli stratejik kararlar alınırken çoğu zaman göz önünde bulundurulması gereken ve birbirleri ile çelişen birçok kriter bulunur. Sonlu sayıda kriterin ve alternatiflerin bulunduğu bu gibi durumlar için uygulanan çok kriterli karar verme (ÇKKV)



yöntemleri, karar vericilere optimuma en yakın sonuçlara ulaşılması maksadıyla çeşitli metotlar tanımlamaktadır (Kumar, 2017).

Çalışmanın bu bölümünde öncelikle ÇKKV yöntemlerinin karakteristik özellikleri incelenmiş daha sonra literatürde sıklıkla kullanılan çeşitli yöntemler ayrıntılı olarak incelenmiştir.

#### 4.2.1 Çok kriterli karar verme problemleri

Her ne kadar literatüre kazandırılmış ve çeşitli problemlerde başarı ile uygulanmış birçok ÇKKV yöntemi mevcut olsa da, genel olarak her ÇKKV yönteminde bulunan dört temel unsur mevcuttur. Bunlar,

- Karar vericiler,
- Amaçlar ve hedefler,
- Kriterler,
- Alternatifler,

olarak sıralanır. Bu unsurlara bağlı olarak ise genel olarak tüm ÇKKV yöntemlerinde takip edilen çeşitli karar verme adımları mevcuttur (Güner, 2005). Bu adımlar ise Şekil 4.1 deki gösterildiği gibi sıralanabilir.



Şekil 4.1: Çok Kriterli Karar Verme Süreci

ÇKKV problemlerinde genellikle kriterlerin ve kriter ağırlıklarının belirlenmesi nihai seçimi etkileyen çok hassas işlemlerdir. Bu işlemlerin gerçekleştirilmesinde genellikle uzman kişilerin görüşüne ve değerlendirmelerine başvurulur. Bazı durumlarda ise literatüre ve genel istatistiki yöntemlere de başvurulabilir. Bununla birlikte, çoğu zaman uzman kişilerin, kriterlerin ağırlıklandırılması konusunda bazen cevap vermediği veya veremediği gözlenir. Bazen de kriter ağırlıkların matematiksel olarak ifade edilemeyecek şekilde sözel ifadelerle açıklanmasına ihtiyaç duyulur. Bu da kriterlere atanan ağırlık değerlerinin eşit olarak dağıtılamamasına ve mantıklı seçimler gerçekleştirilmesinin zorlaşmasına yol açar (Ünal, 2011).

Ayrıca, verilen alternatifleri birbirleri ile kıyaslayarak, belirlenen kriterlere göre seçim yapmak el yordamı ile, zihinden veya kağıt üzerinde çözülemeyecek kadar yoğun işlemler gerektiren bir süreçtir. Bu maksatla ÇKKV yöntemleri genellikle bilgi sistemleri kullanılarak kodlanan algoritmalar ile gerçekleştirilir (Gratl, 2017). Söz konusu algoritmalar çeşitli seçim, sınıflama ve sıralama problemlerinde başarı ile uygulanmaktadır.



**Şekil 4.2:** Çok Kriterli Karar Verme Problemleri

#### **4.2.1.1 Seçim, sınıf ve sıralama problemleri**

ÇKKV yöntemleri genel olarak seçim (choice), sınıflama (ranking) ve sıralama (sorting) problemlerinde kullanılır. Seçim problemlerindeki amaç, var olan birçok alternatif içerinden en iyi veya en uygun olanın seçilebilmesidir. Sınıflandırma problemlerinde ise alternatiflerin belirli girdilere veya kriterlere göre sınıflandırılması işlemleri gerçekleştirilir. Sıralama problemlerinde ise var olan

alternatifler karar vericilere uygun bir çözüm önerisi sunabilmek için iyiden kötüye, en uygundan en az uyguna veya en verimliden en az verimliye vs. şeklinde sıralanır.

Sınıflama ve seçim problemleri için genel olarak;

- AHS
- AAS
- MAUT/UTA
- MACBETH
- PROMETHEE
- TOPSIS

Yöntemleri tercih edilir. Sınıflama problemlerinde ek olarak ELECTRE III, seçim problemlerinde ise ek olarak ELECTRE I yöntemleri kullanılır. Sıralama problemlerinde ise en çok tercih edilen yöntemler AHS ve ELECTRE-Tri yöntemleridir (Yıldırım ve Önder, 2014).

**Çizelge 4.1:** Çok Kriterli Karar Verme Problemleri ve Teknikleri

Seçim Problemleri	Sınıflama Problemleri	Sıralama Problemleri
AHP	AHP	AHPSort
AAS	AAS	UTADIS
MAUT/UTA	MAUT/UTA	FlowSort
MACBETH	MACBETH	ELECTRE-Tri
PROMETHEE	PROMETHEE	
ELECTRE I	ELECTRE III	
TOPSIS	TOPSIS	
Hedef Programlama		

**Kaynak:** Yıldırım ve diğerleri (2015)

### 4.3 Çok Kriterli Karar Teknikleri

ÇKKV yöntemleri genellikle bilgi sistemleri kullanılarak kodlanan algoritmalar ile gerçekleştirilir. Literatürde, karar verme işlemlerinde ortaya çeşitli zorluklara çözüm getiren birçok ÇKKV yöntemi geliştirilmiştir (Gratl, 2017). Her ne kadar bir çok farklı yöntem bulunuyor olsa da, tüm yöntemlerde, alternatifler ve kriterlerden başka

ortak olan iki temel kavram mevcuttur (Chen, 1992). Bunlar, *kriter ağırlıkları* ve *karar matrisi* olarak sıralanır.  $n$  adet kriterin bulunduğu bir problem için:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (4.1)$$

olarak verilir. Burada  $w_i$  değeri  $i$ 'nci kriter için bir uzman tarafından atanan ağırlık değeridir. (4.1)'de gösterildiği üzere *kriter ağırlıkları* toplamı her zaman 1'e eşittir. *Karar matrisi* ise genellikle satırlarda var olan alternatifler, sütunlarda ise kriterler bulunan bir matristir. Dolayısı ile  $m$  adet alternatifin ve  $n$  adet kriterin bulunduğu bir problemde karar matrisinin boyutu  $m \times n$  olacaktır.

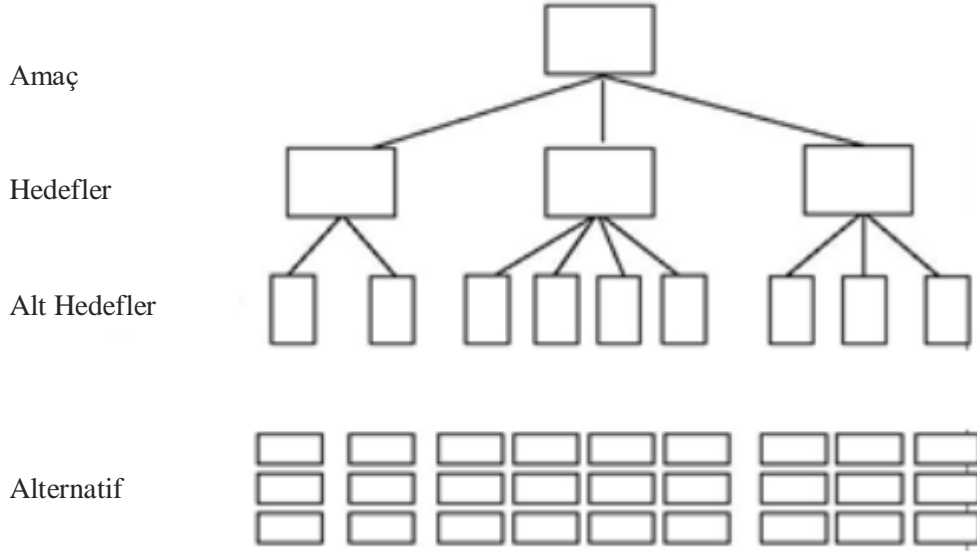
Bu bölümde literatürde başarı ile uygulanmış çeşitli yöntemler ayrıntıları ile incelenmiştir.

#### **4.3.1 Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierachy Process)**

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemi, literatürde ilk olarak Churchman ve Ackoff (1954) tarafından uygulanan basit ağırlıklı toplamlar (Simple Weighted Sum) yönteminden sonra en çok kullanılan yöntemlerin başında gelir. AHS yöntemi ilk olarak Myers ve Alpert (1968) tarafından önerilmiş olup akabinde Saaty (1980) tarafından gerçekleştirilen çalışmalar ile geliştirilmiştir. Gerçekleştirdiği çalışmalar ile Saaty 1 ile 9 arasında bir ölçeklendirme kriteri geliştirmiş ve günümüzde de kullanılan AHS yönteminin temellerini oluşturmuştur. Bu yöntemin, basit ağırlıklar toplamı yönteminden temel farkı ise karar verme sürecine hem nicel hem de nitel düşüncelerin dâhil edilmesine imkân sağlamasıdır (Eroğlu, 2007).

Genel olarak AHS yöntemi dört aşamada gerçekleştirilir (Zahedi, 1986). Söz konusu aşamalara ait kısa bilgilendirmeler aşağıda maddeler halinde sunulmuştur:

**Probleme ait hiyerarşik bir yapı oluşturulması:** Öncelikle problem ile ilgili kriterler ve alternatif seçenekler belirlenir. Uzmanların görüşlerine veya literatür araştırması sonuçlarına göre bu kriterlere ağırlıklar atanır. Kriterler ve varsa alt kriterler hiyerarşik olarak tanzim edilir. Söz konusu hiyerarşi karar vericilerin karar vermelerini kolaylaştırmak için kullanılır (Eroğlu, 2007).



**Şekil 4.3:** AHP'nin Hiyerarşik Yapısı

**Kaynak:** Sarul ve Eren, 2016

**İkili karşılaştırma matrisinin elde edilmesi:** Hiyerarşinin oluşturulmasını takiben kriterler ikili olarak önem değerlerine göre *eşit önemde*, *az önemli*, *oldukça önemli*, *çok önemli* ve *son derece önemli* ölçekleri ile değerlendirilir. İkili karşılaştırmada kullanılan değerlendirme ölçeği Çizelge 4.2' de verilmiştir. Gerçekleştirilen ikili karşılaştırmalar ile kriterlerin birbirlerine göre önem dereceleri tespit edilir (Saaty, 1980).

**Çizelge 4.2:** Karşılaştırmada Kullanılan Önem Dereceleri (1-9 Önem Skalası)

Önem Derecesi	Sınıflama Problemleri	Sıralama Problemleri
1	Eşit Önemli	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunur
3	Birinin diğerine göre çok az önemli olması	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine çok az derecede tercih ettirir
5	Kuvvetli derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine kuvvetli bir şekilde tercih ettirir
7	Çok kuvvetli düzeyde önemli	Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih edilir ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülür
9	Aşırı derecede önemli	Bir faaliyetin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük bir güvenilirliğe sahiptir
2,4,6,8	Ortalama değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere yukarıda listelenen yargılar arasına düşen değerler
	Reciprocal	Tersi karşılaştırmalar için

**Kaynak:** Senger ve Albayrak (2016)

**Kriter ağırlıklarının tutarlılığının hesaplanması:** Karar vericinin kriterler arasında karşılaştırma yaparken tutarlı davranıp davranmadığının belirlenmesi için karşılaştırma matrisinin tutarlılık (CR) değeri hesaplanır (Hafeez vd., 2007). Bu değer 0.10 üzerinde olması halinde uzman kişinin tutarsızlığından dolayı kriterlere atadığı matrise girdiği değerleri tekrar gözden geçirmesi gerekmektedir.

**Çizelge 4.3:** Tutarlılık İndeks Değerleri

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	1,51	1,48	1,56	1,56	1,59

**Kaynak:** Sarul ve Eren, 2016

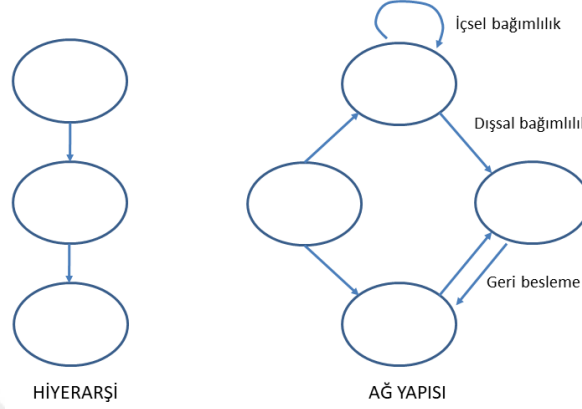
**Nihai öncelik değerine göre alternatiflerin seçilmesi:** Değerlendirmeler sonucunda bir ikili karşılaştırma matrisi elde edilir bu matris yardımı ile en uygun alternatif belirlenir (Hafeez vd., 2007). AHP yönteminin son adımı olan bu her alternatif puanlanır ve bir öncelik vektörü oluşturulur. Tüm öncelik vektörlerinin değerlendirilmesi ile bir karma öncelik vektörü elde edilir ve bu vektör nihai kararın alınmasında kullanılır. Sonuç olarak karar verici, elde edilen bu nihai karar vektörünü baz alarak seçim işlemini gerçekleştirir (Zahedi, 1986: 99-100).

#### 4.3.2 Analitik Ağ Süreci (Analytic Network Process)

ÇKKV problemlerinde sıklıkla kullanılan diğer bir yöntem ise Analitik Ağ Süreci (AAS) yöntemidir. İlk olarak Saaty (1990), tarafından önerilmiş olan bu yöntem literatürde birçok problem için başarı ile uygulanmıştır. Bir önceki bölümde ele alınan AHS yönteminden temel farkı ise karar vermeye yardımcı olmak maksadı hiyerarşik bir yapıdan ziyade bir ağ yapısının kullanılıyor olmasıdır.

Bir önceki başlıkta belirtildiği üzere, AHP yönteminde problem bileşenlerine ayrılarak hiyerarşik bir şekilde modellenir ve kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yapılarak sonuca ulaşılır. Ayrıca değerlendirmelerde nicel değerlerinin yanı sıra nitel değerler de göz önünde bulundurulur. AAS yönteminde ise kriterlerin arasında var olan ilişkilerle bu ilişkilerin yönleri tanımlanarak problemin amacına yönelik bir ağ yapısı şeklinde modellenir. Bu çerçevede AAS yönteminin AHS yöntemine göre en bariz farklılığın, tavandan tabana doğru bir hiyerarşik yapısı kurulması yerine tüm ilişkilerin tanımlandığı ve kriterlerin birbirleri ile etkileşiminin gösterildiği bir ağ yapısı kullanılıyor olmasıdır (Dağdeviren ve Yüksel, 2007; Timor, 2011).

AHS yönteminde kullanılan hiyerarşi yapısı ile AAS yönteminde kullanılan ağ yapısı arasındaki farklılık Şekil 4.4’de gösterilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı üzere AAS yönteminde kriterler arasındaki ilişkiler çok daha geniş kapsamlı ve ayrıntılı olarak ele alınabilmekte ve böylelikle karmaşık yapıda olan problemlerin modellenmesi çok daha ayrıntılı bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir.



**Şekil 4.4:** AHS Yöntemindeki Hiyerarşi Yapısı ile AAS Yöntemindeki Ağ Yapısı Örneği

AAS yöntemi hiyerarşik olarak yapılandırılmayacak dolayısı ile AHS yöntemi ile çözülemeyecek karmaşık problemlerin çözümünde kullanılır. Bunun temel nedeni ise AAS yönteminde karara etki edecek sınırsız çevresel faktörlerin var olduğu durumlarda, kriterler arasındaki ilişkiler göz önüne alınır ve sadece tek bir yöne bağlı kalınmadan karar verme işlemi kolaylaştırılır (Ömrübek ve Tunca, 2013).

Bu yöntemin uygulanmasında öncelikle kriterler çeşitli kümelerle ayrılır ve kümelerin diğer kriterlere bağımlılıkları veya kendi içlerinde bağımlı olmaları ile değerlendirilir. Bir kriter kümesinin diğer bir kriter kümesi ile olan bağımlılığı *dış bağımlılık*, küme içerisinde olan bağımlılık ise *iç bağımlılık* olarak adlandırılır. AAS yönteminde söz konusu bağımlılıklar ve geri besleme ilişkileri birlikte olarak değerlendirilmeye alınır (Dağdeviren ve Yüksel, 2007).

Bu yöntemin uygulanmasında öncelikle probleme ait model oluşturulur ve problem matematiksel olarak formülize edilir. Daha sonra, uzman görüşlerine başvurularak belirlenen kriterler arasında ikili karşılaştırmalar gerçekleştirilir. Söz konusu karşılaştırmalar AHS yönteminde de uygulanan puanlama skalasına göre (1 ile 9 arasında) gerçekleştirilir (Saaty, 1980). Akabinde bu karşılaştırma sonuçları bir ağırlıklar matrisi ile ifade edilir ve matriste yer alan her eleman, her sütuna karşılık gelen toplam değerine bölünür ve *süper matris* olarak adlandırılan ikinci bir matris

elde edilir. Süper matris ise çözüm için en iyi alternatifin seçiminde kullanılır. AAS yöntemini AHS yönteminden ayıran yöntemsel farklılıklardan bir tanesi de AAS yönteminde bu süper matrisin oluşturuluyor olmasıdır (Aytürk, 2006).

#### 4.3.3 Gri İlişkisel Analiz (Grey Incidence Analysis)

Sistem bilimleri araştırmalarında kullanılan teorilerin geliştirilmesi çoğunlukla yirminci yüzyılın son dönemlerine rastlamaktadır. Bu dönemde geliştirilen bilgi teorisi (information theory), bulanık mantık teorisi (fuzzy logic theory), kaos teorisi (chaos theory) vs. ile birlikte gri sistem teorisi (grey system theory) de, özellikle bulanık mantık teorisine bir alternatif olarak ilk defa Deng (1989) tarafından şekillendirilmiştir. Gri sistem teorisini esas alan gri ilişkiler analizi yönteminde ise belirsizliklerin sayısallaştırılması amaçlanmıştır (Aydemir vd., 2013).

Gri ilişkiler analizi yaklaşımı, olasılıksal ve bulanık yöntemler yardımı ile sonuçlandırılmayacak şekilde belirsizlikler içeren ve sınırlı sayıda veri kullanılmasının gerekli olduğu çeşitli problemlerde en iyi seçimlerin gerçekleştirilmesi maksadı ile kullanılmaktadır. Söz konusu durumlarda oldukça efektif sonuçlar üreten bu yöntem, endüstriyel, sosyal bilimler, ekonomi, yönetim ve organizasyon, eğitim ve askeri sistemler gibi birçok alanda sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir (Liu ve Lin, 2010).

Gri sistem teorisinde bilginin ne derece açıklık getirdiğini ve ne kadar net olduğunu tanımlamak üzere bilgi, temel olarak *beyaz*, *gri* ve *siyah bilgi* olmak üzere üç grupta incelenmektedir. Bu çerçevede *beyaz bilgi* tamamen bilinen, *gri bilgi* kısmi olarak bilinen ve *siyah bilgi* ise bilinmeyen bilgileri temsil eder. Gri sistem teorisinde kullanılan *siyah*, *beyaz* ve *gri* sistemlerin karşılaştırılması Çizelge 4.4’ de verilmiştir.

**Çizelge 4.4:** Siyah, Beyaz, Gri Sistemlerin Karşılaştırılması

	<b>Siyah</b>	<b>Gri</b>	<b>Beyaz</b>
Bilgi bakımından	Bilinmiyor	Tam değil	Biliniyor
Görünüm bakımından	Karanlık	Gri	Aydınlık
Süreç bakımından	Yeni	Geçiş dönemi	Eski
Özellik bakımından	Düzensiz	Kompleks	Düzenli
Yöntem bakımından	Olumsuz	Değişken	Olumlu
Davranış bakımından	Hoşgörü	Tolerans	Katı
Sonuç bakımından	Sonuç yok	Birden çok çözüm	Tek çözüm

**Kaynak:** Yıldırım ve Önder, 2014



Bununla birlikte *gri sayılar* ise değeri tam olarak bilinmeyen fakat sayıların alabileceği değer aralıklarının tanımlanabildiği sayılardır (Aydemir vd.,2013: 190). Buna göre 0 ile 100 arasında ifade edilen gri sayılar Çizelge 4.5’ de verilmiştir.

**Çizelge 4.5:** Sübjektif Kriterlere Göre Değerlendirme Skalası

Değerlendirme	Gri Sayı Karşılığı
Çok Zayıf (VP)	[0,10]
Zayıf (P)	[10,30]
Orta Derecede Zayıf (MP)	[30,40]
Ortalama (F)	[40,50]
Orta Derecede İyi (MG)	[50,60]
İyi (G)	[60,90]
Çok İyi (VG)	[90,100]

**Kaynak:** Senger ve Albayrak (2016)

Gri ilişkiler analizi yöntemi aşağıda belirtilen adımlardan oluşur (Peker ve Baki, 2011);

- Karar matrisinin oluşturulması,
- Referans serisinin oluşturulması,
- Verilerin normalize edilmesi,
- Mutlak değer tablosunun oluşturulması,
- Geri ilişki derecesinin hesaplanması,

**Karar matrisinin oluşturulması** aşamasında öncelikle  $(m \times n)$  boyutunda bir *karar matrisi* ( $A$ ) oluşturulur. Bu matrisin satırları var olan alternatifleri ve sütunları ise kriterleri temsil eder. Oluşturulan karar matrisi (4.2)’de gösterilmiş olup matris elemanları olan  $a_{ij}$  değeri,  $A$  matrisindeki  $i$ . alternatifi  $j$ . kriter göz önüne alındığında atanan değeri gösterir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (4.2)$$

**Referans serisinin oluşturulması** aşamasındaki temel hedef, var olan alternatifler arasından referans serisine en yakın olanın bulunmasıdır. Bu işlem genellikle karar

matrisinde yer alan her sütundaki en büyük değerler referans alınarak tanımlanan bir dizidir. Dolayısı ile referans serisi aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.

$$A_0 = A_0(1), A_0(2), \dots, A_0(n) \quad (4.3)$$

**Verilerin normalize edilmesi** aşaması ise kriterlerin değerlendirilmesinde birbirlerinden farklı ölçütlerin kullanılması durumlarında adil bir karşılaştırma yapabilmek için gerçekleştirilir. Normalizasyon işleminde (4.4) (en büyüklerin en iyisi), (4.5) (en kötülerin en iyisi) ve (4.6) (ideal en iyi) denklemlerden bir tanesi kullanılır.

$$X_i(k) = [x_i(k) - \min x_i(k)] / [\max x_i(k) - \min x_i(k)] \quad (4.4)$$

$$X_i(k) = [\max x_i(k) - x_i(k)] / [\max x_i(k) - \min x_i(k)] \quad (4.5)$$

$$X_i(k) = 1 - |x_i(k) - x_{idl}(k)| / \max |x_i(k) - x_{idl}(k)| \quad (4.6)$$

Burada  $x_{idl}(k)$  ideal değeri göstermektedir.

**Mutlak değer tablosunun oluşturulması** aşamasında kriterlerin katsayı farklılıkları hesaplanır. Bu işlem normalize edilmiş karar matrisinden referans serisinin ( $A_0$ ) çıkartılması ile gerçekleştirilir.  $\Delta$  matrisi ile ifade edilen katsayı farklarının hesaplanması aşağıda formül ile hesaplanır:

$$\Delta X_i(k) = |A_0(k) - X_i(k)| \quad (4.7)$$

**Geri ilişki derecesinin hesaplanması** aşamasında  $\Delta enb$  ve  $\Delta enk$  olarak adlandırılan ve sırası ile en büyük değişim değerleri ile en küçük değişim değerlerini gösteren veri dizileri hesaplanır. Akabinde, farklı veri dizilerinin oluşturduğu gri ilişkiler katsayı matrisi aşağıda verilen formüle göre hesaplanır:

$$K(j) = (\Delta enb + \delta \Delta enk) / (\Delta i(j) + \delta \Delta enb) \quad (4.8)$$

Burada  $\Delta i(j)$  değeri,  $\Delta i$  fark veri dizisindeki  $j$ 'nci değeri gösterir.  $\delta$  katsayısı ise  $\Delta enb$  veri dizisi içerisindeki en uç değerini azaltmak için kullanılır ve genel olarak 0.5 alınır. En nihayetinde ise gri ilişki derecesinin hesaplanması:

$$\Gamma_i = \frac{1}{m} \sum_{n=1}^m K(n) \quad (4.9)$$

formülü yardımı ile gerçekleştirilir. Bu formül  $i$ 'nci alternatife ait gri ilişki derecesini temsil etmektedir. Kriterler arasında farklı ağırlık değerlerinin bulunması durumunda ise gri ilişkisel derece aşağıda verilen şekilde hesaplanır:

$$\Gamma_i = \frac{1}{m} \sum_{n=1}^m K(n)w(n). \quad (4.10)$$

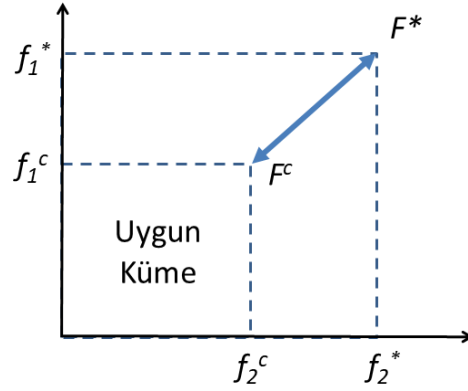
Burada  $w(n)$ ,  $n$ 'nci kritere ait ağırlık değerini göstermektedir.

#### **4.3.4 VIKOR ((Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje)**

İlk olarak 1998 yılında Opricovic tarafından önerilmiş olan VIKOR (Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşmalı Çözüm) yöntemi, ÇKKV tekniklerinin uygulanmasını gerektiren karmaşık problemlerin çözümü için geliştirilmiştir (Opricovic ve Tzeng, 2004).

VIKOR yönteminin en temel özelliği alternatifler ve kriterler arasında, ideal çözüme en yakın olan bir uzlaşık çözümün oluşturulmasıdır. Yöntemin uygulanmasında, var olan alternatiflerin sıralanması maksadı ile bir indeks oluşturulur ve tanımlanan koşullar altında ideal çözüme en yakın olan alternatifin seçilmesi sağlanır. Yöntemde, tüm alternatiflerin ideal olan alternatife olan yakınlıkları hesaplanır ve bu yakınlıkların karşılaştırılması ile uzlaşık sıralama adı verilen bir sıralama elde edilir. Diğer bir ifadeyle VIKOR yöntemi, bir sonraki bölümde anlatılan TOPSİS yönteminde olduğu gibi ideal olan çözüm alternatifine yakınlığın seçilmek için daha ön planda olduğu sıralama indeksi yöntemini esas alır. Buna göre, problemde birbirleri ile çelişen kriterlerin bulunması durumlarında alternatif kümesinden birinin seçilmesi veya alternatiflerin sıralanması söz konusudur.

Bu yöntemdeki ideal ve uzlaşık çözümlerin durumları Şekil 4.5'de gösterilmiştir (Zhang ve Wei, 2013). Şekildeki düşey eksen birinci kriteri yatay eksen ise ikinci kriteri göstermektedir.



**Şekil 4.5:** VİKOR Yönteminde Tanımlanan İdeal ve Uzlaşık Çözümler

VIKOR yönteminin uygulanması genel olarak beş adımda gerçekleştirilir. Bu adımlar aşağıda kısaca açıklanmıştır:

**1. Adım:** VİKOR yönteminde öncelikle tüm kriterler için en iyi ve en kötü sonuçları üreten değerler belirlenir. Fayda olarak tanımlanmış olan kriterlere ait en iyi ve en kötü değerler aşağıda belirtildiği gibi ifade edilir.

$$f_i^* = \max_j f_{ij}, f_i^- = \min_j f_{ij} \quad (4.11)$$

burada,  $i$  kriter numarasını belirtmektedir.

**2. Adım:** Kriter ağırlıkları ( $w_i$ ) belirlenir ve buna göre  $S_j$  ve  $R_j$  değerleri aşağıda verilen formüllere göre hesaplanır:

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-) \quad (4.12)$$

$$R_j = \max_i [w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i^-)] \quad (4.13)$$

**3. Adım:** Her bir alternatif veya değerlendirme birimi için  $Q_j$  değerleri hesaplanır.

$$Q_j = \frac{v(S_j - S^*)}{S^- - S^*} + (1 - v)(R_j - R^*) / (R^- - R^*) \quad (4.14)$$

Burada,  $S^* = \min_j S_j$ ,  $S^- = \max_j S_j$ ,  $R^* = \min_j R_j$ ,  $R^- = \max_j R_j$  olarak belirlenir.  $v$  değeri ise kriterlerin çoğunluğunun ağırlığını, bir başka deyişle maksimum grup faydasını gösterir ve genellikle 0.5 olarak alınır.  $(1 - v)$  değeri ise karşıt görüştekilerin minimum pişmanlığının ağırlığını ifade eder.

**4. Adım:** Yukarıdaki adımlarda verilen formüller ile hesaplanan  $Q_j$ ,  $S_j$  ve  $R_j$  değerleri kendi içlerinde sıralanır. En düşük  $Q_j$  değerine sahip değerlendirme birimi alternatif grubu içerisindeki en iyi seçenek olarak belirlenir.

**5. Adım:** En düşük  $Q_j$  değerlerinin en iyi veya en uygun olarak değerlendirilebilmesi için  $Q_j$  değerinin iki adet koşulu sağlanması gerekir.

Birinci koşula göre (4.15) ile verilen eşitsizliğe bakılır:

$$Q(P_2) - Q(P_1) \geq D(Q), \{D(Q) = 1/(j - 1)\} \quad (4.15)$$

Burada,  $P_1$  en düşük  $Q$  değerine sahip olan birinci en iyi alternatifi ve  $P_2$  ise en iyi ikinci alternatifi gösterir. Alternatiflerin sayısı dörtten küçükse  $D(Q)$  değeri 0.25 olarak alınır (Chen, 2009).

İkinci koşula göre en iyi  $Q$  değerine sahip olan birinci en iyi alternatif olan  $P_1$  değeri  $S$  ve  $R$  değerlerinin az bir tanesinde en iyi skoru elde etmiş olmalıdır. Belirtilen iki koşuldan bir tanesi sağlanamazsa uzlaşık çözüm kümesi şu şekilde önerilir:

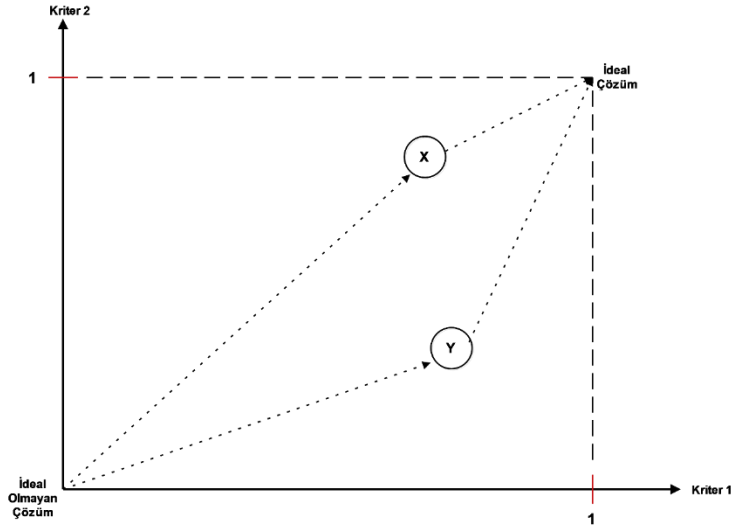
Birinci koşulun sağlanmaması durumunda;  $P_1, P_2 \dots P_M$  alternatifleri  $Q(P_M) - Q(P_1) \geq D(Q)$  eşitsizliği,

İkinci koşulun sağlanmaması durumunda;  $P_1$  ve  $P_2$  alternatifleri, dikkate alınarak ifade edilir (Opricovic, 2004).

#### **4.3.5 TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)**

Literatürde Hwang ve Yoon (1981) tarafından geliştirilen ve “Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution” (TOPSIS) olarak adlandırılan bu yöntemde, alternatifler ideal olan çözüme en yakın veya en uzak olarak sıralanır ve karar verme işleminde bu uzaklık göz önünde bulundurulur. Bu uzaklığın hesaplanması aşamasında pozitif-ideal çözüme olan uzaklık ile negatif-ideal çözüme olan uzaklık değerleri beraberce göz önünde bulundurulur (Alp ve Engin, 2011).

TOPSIS yöntemi ile sunulan en iyi çözüm, **ideal çözüm** veya **pozitif ideal çözüm** olarak adlandırılmaktadır. Örneğin Şekil 4.6’ da X ve Y gibi iki alternatif söz konusu olsun; burada alternatiflerden X’in ideal çözüme yakın olması ve aynı şekilde negatif ideal çözümden uzak olması karar verici açısından Y’ye göre X’in tercih edilme sebebidir. (Yıldırım ve Önder, 2014).



**Şekil 4.6:** TOPSIS Yönteminde Tanımlanan İdeal Çözüm

**Kaynak:** Yıldırım ve Önder, 2014

Genel olarak bu yöntemin kullanıldığı problemler fayda kriterlerinin maksimize edilmesi ve aynı zamanda maliyet kriterlerinin ise minimize edilmesi istenilen problemlerdir. Diğer ÇKKV yöntemleri ile karşılaştırıldığında TOPSIS yöntemi, sade, kolay anlaşılır ve hesaplama yeteneği güçlü olan bir yöntem olarak nitelendirilebilir. Bununla birlikte bu yöntemde, alternatiflerin ideal duruma göre nümerik değerlerle karşılaştırılıyor olmasından ötürü, seçenekler arasındaki farklılıklar ile kriterlerin hangi derecelerde farklılık göstermekte olduğu kolaylıkla tespit edilebilmektedir (Çağlı, 2010).

TOPSIS yöntemi, alternatiflerin sıralanması hususunda diğer yöntemlere göre oldukça etkin çözümler üretir. Çoğu ÇKKV yönteminde bulunmayan pozitif ideal çözüme en yakın olan ve negatif ideal çözüme en uzak olan çözümün en iyi çözüm olması prensibine dayanır. Anlaşılması ve uygulanması oldukça basit bir algoritmaya sahiptir. Buna karşılık, TOPSIS yönteminin çeşitli dezavantajları da bulunur. Örneğin, uygulanmasındaki karar aşamasında karşılaşılan en önemli dezavantaj, başlangıçta her kriter için bir değer atanması mecburiyetinin bulunmasıdır. Dolayısı ile karar kriterlerinde belirsizlik bulunmaması gereklidir. Ayrıca verilen ağırlık değerlerinin küçük olması durumunda kriterler arasındaki mesafe azalmakta ve sıralama gücü oluşmaktadır (Vatansever, 2013: 160).

TOPSIS yönteminin uygulanmasında altı adet aşama mevcuttur. Bu aşamalar (Ustasüleyman, 2009):

- Karar matrisinin oluşturması,
- Karar matrisinin normalize edilmesi,
- Ağırlıkların belirlenmesi,
- Pozitif ve negatif ideal çözümün elde edilmesi,
- Ayrım ölçütlerinin hesaplanması,
- İdeal çözüme olan yakınlık değerinin belirlenmesi,

olarak sıralanır.

**Karar matrisinin oluşturması** aşamasında öncelikle  $(m \times n)$  boyutunda bir *karar matrisi* ( $A$ ) oluşturulur. Bu matrisin satırları var olan alternatifleri ve sütunları ise kriterleri temsil eder. Oluşturulan karar matrisi (4.16)'da gösterilmiş olup matris elemanları olan her alan her  $a_{ij}$  değeri,  $A$  matrisindeki  $i$ . alternatifin  $j$ . kriter göz önüne alındığında atanan değeri gösterir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (4.16)$$

**Karar matrisinin normalize edilmesi** aşamasında ise (4.17) formülü kullanılarak karar matrisinin her elemanı normalize edilir ve (4.18) ile gösterilen *normalize edilmiş karar matrisi* ( $R$ ) elde edilir.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad (4.17)$$

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (4.18)$$

**Ağırlıkların belirlenmesi** adımında öncelikle, her alternatifin mevcut kriterlere göre ağırlıkları belirlenir. Genel olarak ağırlık belirleme işlemi, alanında uzman olanların görüşleri alınarak, literatür incelemesi gerçekleştirerek veya çeşitli istatistiksel

metotlar kullanılarak yapılmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken husus, verilen ağırlık değerlerinin toplamının 1 olması gerekliliğidir. Ağırlık değerlerinin  $w$  ile gösterildiği varsayıldığında, her  $w_{ij}$  değeri,  $i$ 'nci alternatifin  $j$ 'inci kritere göre ağırlığını gösterir. Ağırlıkların belirlenmesi akabinde normalize edilmiş karar matrisinin ( $R$ ) her elemanı (4.19)'da gösterildiği üzere belirlenen ağırlık değerleri ile çarpılır ve sonuçta *ağırlıklı standart karar matrisi* ( $V$ ) elde edilir (Jadidi vd., 2008):

$$V = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (4.19)$$

**Pozitif ve negatif ideal çözümün elde edilmesi** aşamasında ideal çözüm seti ( $A^+$ ,  $A^-$ ) elde edilir. Çözüm setinin hesaplanmasında ( $V$ ) matrisinde yer alan sütun değerlerinin en yüksek değere sahip olanlar belirlenir. Bu işlem (4.20) ve (4.21)'de gösterilmiş olup çözüm setinin elemanları olan pozitif ideal çözümler ( $A^+$ ) ile negatif ideal çözümler ise ( $A^-$ ) gösterilmiştir.

$$A^+ = \left\{ \left( \max_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left( \min_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \right\} \quad (4.20)$$

$$A^- = \left\{ \left( \min_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left( \max_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \right\} \quad (4.21)$$

Burada,  $J$  değeri fayda ölçütünü,  $J'$  ise maliyet ölçünü temsil etmektedir. Yukarıda verilen formüllere göre pozitif ideal çözümler  $A^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+\}$ , ve negatif ideal çözümler ise  $A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}$  şeklinde gösterilir.

**Ayrım ölçütlerinin hesaplanması** aşamasında tüm karar noktaları için belirlenen değerlendirme değerinin ideal ve negatif ideal çözüm setinden ne derece sapış olduğu Öklit uzak formülü ile hesaplanır (Alp ve Engin, 2011). Bu sapma değerleri, pozitif ideal ayırım ( $S_i^+$ ) ve negatif ideal ayırım ( $S_i^-$ ) olarak iki grupta incelenir. Bu ayırım değerlerinin hesaplanması aşağıda verildiği gibidir:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (4.22)$$



$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (4.23)$$

**İdeal çözüme olan yakınlık değerinin belirlenmesi** aşaması yöntemin son aşamasıdır. Bu aşamada mevcut karar noktalarının ideal çözüme olan uzaklığı ( $C_i^*$ ) ayrı ayrı hesaplanır. Hesaplama için faydalanılan ölçüt, negatif ideal ayırım ölçüsünün toplam ayırım ölçüsü içerisindeki pay değeridir. Böylelikle, ideal çözüme görelî yakınlık değerinin hesaplanması aşağıda belirtilen formül yardımıyla tamamlanır (Alp ve Engin, 2011).

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad 0 \leq C_i^* \leq 1$$

(4.24)

Formülden de anlaşılacağı üzere elde edilen uzaklık değerleri 0 ile 1 arasında olacaktır. Dolayısı ile karar noktası 1 değerine ne kadar yakın ise ideal çözüme o kadar yakın, 0 değerine ne kadar yakın ise ideal çözüme o derece uzaktır. Böylelikle karar vericiler bu uzaklık değerlerini inceleyerek mevcut alternatifler arasından seçim gerçekleştirmiş olurlar (Jadidi vd., 2008: 56).

#### 4.3.6 ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la REalité)

ÇKKV yöntemlerinden sıklıkla kullanılan diğ er bir yöntem ise ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la REalité veya Elemination and Choice Translating Reality English) yöntemidir. İlk olarak Beneyoun (1966) tarafından önerilen bu yöntemde, her bir değerlendirme faktörü için alternatif karar noktaları arasında ikili üstünlük kıyaslamaları gerçekleştirilmesi temeline dayanır. Diğ er yöntemlerden farklı olarak ELECTRE yönteminde her bir ölçüt için bir verimlilik ve önem derecesi belirlenir. Söz konusu ölçüler yardımı ile her bir alternatif puanlanır ve en nihayetinde karar verici bu puanlamaya göre seçimini gerçekleştirir (Sambulas vd., 1999; Govindan, 2016).

Günümüze kadar ELECTRE yönteminin birçok versiyonu literatüre kazandırılmıştır. Bunlar, ELECTRE I, II, III, IV, IS, A ve tri olarak sıralanabilir. Genel olarak ELECTRE I, seçim problemlerinde, ELECTRE II, III ve IV sıralama problemlerinde ve ELECTRE IS ve A ise atama problemlerinde kullanılır (Menteş, 2000).

Yukarıda sıralanan ELECTRE yöntemlerinde bir üst derecelendirme ilişkisi kullanılır. Sonuç olarak alternatifler kümelere ayrılır, derecelendirilir ve *kabul edilebilir* veya *kabul edilemez* gibi çeşitli sınıflara ayrılır. Bununla birlikte ELECTRE metodunda temel olarak yürütülen adımlar aşağıda belirtilmiştir (Yücel ve Ulutaş, 2009):

- Alternatiflerin ve kriterlerin yer aldığı karar matrisi düzenlenmesi,
- Standart karar matrisi elde edilmesi,
- Standart karar matrisi ağırlıklandırılması,
- Uyum ve uyumsuzluk kümelerinin tespit edilmesi,
- Uyum ve uyumsuzluk matrislerinin elde edilmesi,
- Uyum üstünlük ve uyumsuzluk üstünlük matrislerinin elde edilmesi,
- Toplam baskınlık matrisinin elde edilmesi,
- Alternatiflerin önemlerine göre sıralanması.

Yöntemin uygulanmasında öncelikle, diğer ÇKKV yöntemlerinin hemen hemen hepsinde olduğu üzere ( $m \times n$ ) boyutunda bir *karar matrisi* oluşturulur. Bu matrisin satırları var olan alternatifleri ( $m$  adet) ve sütunları ise kriterleri ( $n$  adet) temsil eder. Öte yandan, her bir kritere, diğer kriterlere kıyasla taşıdığı öneme göre ağırlık değerleri atanır. Akabinde, alternatiflerin birbirleri ile karşılaştırılmasını sağlayan uyumluluk ve uyumsuzluk kümeleri ve ilgili matrisler elde edilir. Daha sonra uyumluluk ve uyumsuzluk matrisleri için belirlenen eşik değerlerine göre bu iki matris toplam baskınlık matrisi olarak adlandırılan bir matriste birleştirilir ve en uygun olan alternatif belirlenmiş olur.

#### **4.3.7 PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method For Enrichment Evaluations)**

Diğer bir ÇKKV yöntemi ise PROMETHEE olarak adlandırılmış olan ve ilk olarak Brans (1982) tarafından önerilen yöntemdir. Çalışmasında Brans (1982), PROMETHEE I ve PROMETHEE II olarak adlandırdığı iki adet versiyon sunmuştur. İlerleyen süreçte ise PROMETHEE III, IV, V ve VI versiyonları geliştirilmiştir (Brans ve Mareschal, 2005).

PROMETHEE yöntemi çoğu ÇKKV yöntemlerinde olduğu üzere, birbirleri ile çelişen birden çok kriterin ve seçim için birçok alternatifin mevcut olduğu durumlarda kullanılır. Ayrıca bu yöntemin bir avantajı, karar verme süreci içerisinde

başlangıçta belirlenen ağırlık değerlerinin istenildiği şekilde değiştirilebilmesidir. Diğer yöntemlerden farklı olarak PROMETHEE yönteminde alternatif kümeleri bulunur ve seçim işleminin gerçekleştirilebilmesi için bir tercih fonksiyonuna ihtiyaç duyulur. İkili karşılaştırmalar gerçekleştirilirken her bir değerlendirme ölçütü için farklı fonksiyonlar kullanılabilir.

PROMETHEE yönteminin uygulanmasında temel olarak yedi adet adım mevcuttur. Bunlar, (Yücel ve Ulutaş, 2009):

- Alternatiflerin, kriterlerin ve ağırlıkların belirlenmesi
- Kullanılacak tercih fonksiyonlarına karar verilmesi,
- Ortak tercih fonksiyonunun ve tercih indekslerinin belirlenmesi,
- Pozitif ve negatif üstünlük değerlerinin hesaplanması,
- Alternatiflerin kısmi olarak sıralanması,
- Net öncelik değerlerinin hesaplanması,
- Alternatiflerin sıralanması,

olarak sıralanır.

#### **4.3.8 MOORA (Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis)**

İlk olarak Brauers ve Zavadskas (2006) tarafından önerilmiş olan MOORA yöntemi diğer ÇKKV yöntemlerine kıyasla literatürde daha yeni bir yöntem olarak değerlendirilmektedir. Farklı öngörülerin gruplanmasını hedefleyen bu yöntemde tüm alternatifler, amaçlar ve amaçlar arasında bulunan tüm ilişkiler bir bütün olarak ele alınır. Ayrıca bu yöntemde ağırlık değerlerinin subjektif olarak kullanılması yerine subjektif olmayan yönsüz değerler kullanılır. Ayrıca MOORA yöntemi diğer ÇKKV yöntemleri ile kıyaslandığında hesaplama zamanı çok daha az, basit, minimum seviyede matematiksel işlem gerektiren ve güvenilir bir yöntem olarak karşımıza çıkar (Brauers ve Zavadskas, 2012).

Literatürde çeşitli MOORA metotları bulunmaktadır. Bunlar;

- MOORA-Oran Metodu
- MOORA-Referans Noktası Yaklaşımı
- MOORA-Önem Katsayısı
- MOORA-Tam Çarpım Formu
- MULTI-MOORA (Ersöz & Atav, 2011).

Bu metotlar temel olarak birinci sırada yer alan Oran Metodu ile başlar (Tam Çarpım Formu Hariç). Ancak geliştirilen bu metotlar sayesinde model dayanıklılığı arttırılmıştır. MULTI – MOORA kendi başına bir metot ya da model olmayıp; farklı MOORA metotları sonucu yapılan sıralamaları en son baskınlıklarına göre değerlendirerek son bir değerlendirme yapılmasını sağlamakta ve mevcut Çok Amaçlı Karar Verme Metotları arasında dayanıklılık (robustness) açısından en üst noktaya taşımaktadır. (Ersöz & Atav, 2011)

Literatürde, MOORA yönteminin iki farklı uygulaması sıklıkla kullanılır. Bunlar *oran sistemi yaklaşımı* ve *referans noktası yaklaşımı* olarak adlandırılmıştır. MOORA-Oran yöntemi olarak da adlandırılan oran sistemi yaklaşımında, öncelikle alternatiflerin başlangıç verileri kriterlere göre normalize edilir. Diğer bir ifade ile her bir alternatif, ilgili kriter ile ilgili tüm alternatiflerin temsil edildiği bir payda (bölen) ile karşılaştırılır. Söz konusu paydanın hesaplanması, aşağıdaki formül ile gösterilmiştir.

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m x_{ij}^2}} \quad (4.25)$$

Burada,  $m$  alternatiflerin sayısını göstermek üzere  $x_{ij}$ ,  $i$ 'inci kriter için  $j$ 'inci alternatifin aldığı değeri ifade eder.  $x_{ij}^*$  değeri ise  $i$ 'inci kriter için  $j$ 'inci alternatifin aldığı normalize değeri ifade eden boyutsuz bir değerdir. Daha sonra, optimizasyon için normalize değerlerden maksimizasyon durumunda olan değerlerin toplamından minimizasyon durumunda olanların toplamı çıkartılır. Bu işlem:

$$y_j^* = \sum_{i=1}^g x_{ij}^* - \sum_{i=g+1}^n x_{ij}^* \quad (4.26)$$

şeklinde ifade edilir. Burada,  $y_j^*$  tüm amaçlara göre normalize edilmiş  $j$ 'inci alternatifin değerlendirmesi indeksidir. 1 ile  $g$  arasında yer alan kriterler fayda (maksimize edilecek kriterler),  $g + 1$  ile  $n$  arasındaki kriterler ise maliyet (minimize edilecek olan) kriterleridir. Karar verme aşamasında ise  $y_j^*$  değeri incelenir.  $y_j^*$  değeri en yüksek olan alternatif en iyi,  $y_j^*$  değeri en düşük olan alternatif ise en kötü alternatiftir (Brauers ve Zavadskas, 2009).

Referans noktası yaklaşımında oran sistemi yaklaşımında elde edilen normalize edilmiş veriler ( $x_{ij}^*$ ) kullanılır. Bu yaklaşımda, problemin bir maksimizasyon problemi olduğu durumlarda alternatifler arasından en iyi değer, minimizasyon olduğu durumunda ise en düşük değer referans noktası ( $r_i$ ) olarak belirlenir.

Akabinde aşağıda verilen formül kullanılarak, alternatiflerin referans noktasından ne uzaklıkta saptamakta olduğu belirlenir.

$$d_{ij} = |r_i - x_{ij}^*| \quad (4.27)$$

Her seçeneğin en yüksek değerinin hesaplanmasında ise aşağıda verilen formül kullanılır:

$$P_i = \min_i(\max_j d_{ij}) \quad (4.28)$$

Sonuçta seçenekler sıralanır ve birinci sıradaki alternatif en iyi seçenek olarak belirlenir (Brauers ve Zavadskas, 2006).

#### 4.3.9 MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique)

İlk olarak Costa, Vansnick ve Corte tarafından 1990 yılında önerilmiş olan bu yöntem, karar vericilerin tercihlerini direkt olarak sayısal değerlerle ifade edilmesini engelleyen nicel bir yöntemdir. Bu durum, gerçekleştirilen ikili karşılaştırmalarda karar vericilerin takdirine dayanan bilginin varlığını gerektirmektedir. Ayrıca kullanılan kriter ağırlıkları da yapılan ikili karşılaştırmalar neticesinde belirlenmektedir. Böylelikle karar vericilerin takdire dayalı nicel bilgileri kullanılarak alternatiflerin göreceli çekiciliği (en cazip, en az çekici vs. gibi) hesaplanır ve böylelikle karar verme işlemi kolaylaştırılmış olur (Burgazoğlu, 2015).

MACBETH yönteminde çeşitli alternatiflerin önceliklendirilmesi mümkündür. Bu durum, takdir yetkisi karar vericilerde olan seçme işleminde bireysel ve grup değerlendirme süreçlerinin kullanılmasına olanak sağlar. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde ise yedi adet dilsel kategori kullanılır. Üstünlüğün varlığının derecesinin niteleyen bu kategoriler, *yok*, *çok zayıf*, *zayıf*, *orta*, *kuvvetli*, *çok kuvvetli* ve *aşırı kuvvetli* olarak sıralanır (Costa vd., 2008).

**Çizelge 4.6:** MACBETH Anlamsal Kategori

Anlamsal Kategoriler	Kantitatif Ölçek	Açıklama
Yok ( <i>No</i> )	0	Alternatifler arası fark yok
Çok Zayıf ( <i>Very Weak</i> )	1	Bir alternatif diğerine göre çok zayıf derecede önemli
Zayıf ( <i>Weak</i> )	2	Bir alternatif diğerine göre zayıf derecede önemli
Orta Derece ( <i>Moderate</i> )	3	Bir alternatif diğerine göre orta derecede önemli
Güçlü ( <i>Strong</i> )	4	Bir alternatif diğerine göre güçlü derecede önemli

#### Çizelge 4.6 (devam): MACBETH Anlamsal Kategori

Anlamsal Kategoriler	Kantitatif Ölçek	Açıklama
Çok Güçlü ( <i>Very Strong</i> )	5	Bir alternatif diğerine göre çok güçlü derecede önemli
Aşırı ( <i>Extreme</i> )	6	Bir alternatif diğerine göre aşırı derecede önemli

**Kaynak:** Ercan ve Kundakçı, 2017

Bu yöntemin kullanılmasında temel olarak, aşağıda maddeler halinde özetlenen 7 adet aşama bulunmaktadır (Kundakçı, 2016):

Problem modelinin oluşturulması, karar kriterlerinin belirlenmesi ve değer ağacının oluşturulması.

Alternatiflerin ve her alternatifin kriterlere karşılık gelen performans seviyelerinin belirlenecek en yüksek ve en düşük referans değerlerine göre takdir edilmesi (örneğin 100 en yüksek 0 en düşük gibi).

Alternatiflerin sayısının  $m$  olmak üzere,  $m \times m$  boyutunda bir matris oluşturulması ve soldan sağa ve yukarıdan aşağı olarak alternatiflerin en önemliden en az önemliye göre yerleştirilmesi. Aynı işlemin kriterler için de tekrarlanması.

Kriterlerin çekicilik skalası baz alınarak göre alternatiflerle ikili olarak karşılaştırılması.

Karar vericilerin tutarlılıklarının kontrol edilmesi ve tutarsızlık bulunan karar verici takdirlerinin tespit edilmesi.

Lineer programlama modeli yöntemleri ile karar vericilerin tutarlı takdirlerinin nümerik olarak sıralanması.

Alternatiflerin sıralanması.

#### 4.3.10 MAUT (Multi Attribute Utility Theory) ve UTA (UTilités Additives)

Çok nitelik fayda teorisi olarak da adlandırılan MAUT yöntemi, geçmişi 1960'lı yıllara dayanan ve özellikle birbirleri ile çelişen kriterlerin bulunduğu ÇKKV problemlerinde başarı ile uygulanagelmış bir yöntemdir. Karşılaşılan problemlerde, öznel olan verilerin sayısallaştırılarak faydası en yüksek olan alternatifin bulunması amaçlanır. Bununla birlikte MAUT yönteminde, gerek kalitatif gerekse kantitatif kriterler beraber olarak kullanılabilir (Keeney ve Fishburn, 1974).

Bu yöntemin dayanmış olduğu hipoteze göre, her karar verici bilinçli olarak veya bilinçaltında tüm bakış açılarını bir araya getirir ve verilen problemi optimize etmeyi hedefler. Verilen kararlar fayda fonksiyonu göz önünde bulundurularak alınır. Bu fonksiyon ise alternatifin tercih edilirlilik derecesini gösteren bir fonksiyondur. Bu fonksiyonun karar vericiler tarafından karar verme süreci başlangıcında bilinmesi zorunluluğu yoktur. Fayda fonksiyonu, alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılacak çeşitli kriterler oluşturulmasını sağlar (Ishizaka ve Nemery, 2012).

MAUT yönteminin uygulanmasında aşağıda verilen adımlar izlenir (Ishizaka ve Nemery, 2012):

Karar probleminde kullanılacak kriterler ile kriterlerin seçilmesinde yardımcı olacak nitelikler belirlenir.

Kriterlere ait ağırlık değerleri uzman görüşleri alınarak tespit edilir. Bu ağırlık değerlerinin toplamının 1 olmasına dikkat edilir.

Kriterlerin nicel veya nitel olarak değerlendirme puanları belirlenir. Nitel kriterler için yüzlük veya beşlik skala kullanmak yaygındır. Nitel değerlendirmelerde ise ikili karşılaştırmalar gerçekleştirilir.

Değerlendirme puanlarının atanmasını takiben karar matrisi oluşturulur ve matris normalize edilir. Değerlerden en iyisi 1, en kötüsü 0 ve diğer değerler ise 1 ile 0 arasında bir sayı değerine sahip olacaktır.

Alternatiflerin fayda değerleri hesaplanır ve değeri en yüksek olan alternatif en uygun olarak seçilir.

UTA yöntemi ise MAUT yöntemini esas alan bir yöntemdir. Jacquet-Lagrange and Siskos (1982) tarafından geliştirilmiş olan bu yöntem, verilen bir referans alternatifler kümesinden bir veya daha fazla toplamsal değer fonksiyonu çıkarmak için kullanılan bir fayda teorisi modelidir. Söz konusu fonksiyonların optimal olarak elde edilebilmesi için lineer programlama teknikleri kullanılır.

#### **4.3.11 Diğer yöntemler**

Yukarıda metodolojileri ve uygulama alanlarından kısaca bahsedilmiş olan ÇKKV yöntemleri literatürde en sık olarak kullanılan yöntemler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunların yanı sıra literatürde seyrek de olsa kullanılan çeşitli başarılı yöntemler mevcuttur. Bu yöntemlere örnek olarak, STEM (Step Model), PAPRIKA

(Pairwise Rankings of Alternatives), üstünlük tabanlı kaba küme analizi ve veri zarflama analizi yöntemleri, sıralanabilir (Benayoun vd., 1971; Johnson, 1976; Pawlak ve Skowron, 1994; Charnes, 1978).

#### **4.3.12 ÇKKV yöntemlerinin karşılaştırılması**

Ayrıntılarıyla birlikte açıklanan çok kriterli karar verme yöntemleri EK B' de karşılaştırılmıştır.





## 5. YÖNTEM VE UYGULAMA

### 5.1 Yöntemin Yenilikçi Tarafı ve Çalışmada Uygulanacak Yöntemler

Bu çalışmada; çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierachy Process) (AHP) ile ağırlıklandırma ve 5x5 Tipi (L Tipi) Risk Değerlendirme Metodundan yararlanılarak yeni bir risk değerlendirme yönteminin 3 adet tersaneye uygulanması denenmiştir. Tersaneler X, Y ve Z olarak adlandırılacaktır.

Uygulamaya tersanede görev alan iş güvenliği uzmanları, işyeri hekimleri, planlama yöneticileri ve üretim yöneticileri dahil edilerek görüş ve uygulama verileri toplanmıştır.

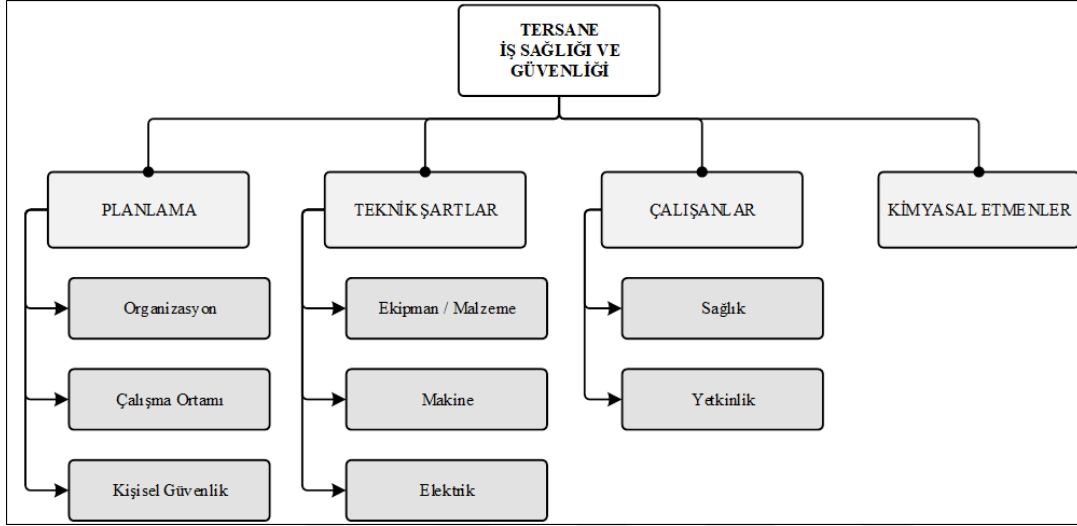
Her bir tersane için ayrı ayrı excel veri analiz sayfaları (*X, Y ve Z Tersanesi Risk Değerlendirme Tablosu*) oluşturulmuş ve Tersanelere ait “Genel Risk Skorları” belirlenmiştir.

### 5.2 Veri Kaynakları ve Uygulama

#### 5.2.1 Tehlikelerin belirlenmesi ve AHP hiyerarşisinin oluşturulması

Çalışma içeriğinde tüm tersane içeriğinde ortaya çıkabilecek tehlike belirlenmesi yapılmıştır. Yönetici, iş güvenliği uzmanı, işyeri hekimi ve çalışan görüşlerinden yararlanılarak 381 adet tehlike tanımlaması ve T.001, T.002, ..., T.381 olarak kodlaması yapılmıştır. 381 adet tehlike maddesinden tersanede bir ya da birkaçının faaliyete göre bulunmaması durumu çalışmada değerlendirilmiş olup, tehlikenin mevcut olmaması durumunda maddenin hesaplanma zorunluluğu ortadan kaldırılmıştır. Örneğin X tersanesinin asbest söküm işlemlerini yapmadığı ve bu nedenle faaliyetten kaynaklı doğabilecek tehlikeleri bünyesinde bulundurmadığı hesaba katılmış, 381 adet tehlike maddesi yerine 353 adet tehlike maddesi üzerinden hesaplanma yapılmıştır.

Belirlenmiş tehlikeler; *Planlama, Teknik Şartlar, Çalışanlar ve Kimyasal Etmenler* olmak üzere 4 adet ana kriter ve bu bunlara bağlı 8 adet alt kritere ayrılarak tersanelere ilişkin Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) kapsamında Şekil 5.1’de sunulan AHP Hiyerarşisi oluşturulmuştur. Tehlike tanımlamaları ve her bir tehlikeye ait ana ve alt kriter belirlemeleri EK C Çizelge C.1 de gösterilmiştir.



Şekil 5.1: AHP Hiyerarşisi.

### 5.2.2 Önlem alternatifleri ve puanlamalarının belirlenmesi

Tehlikelerin ana ve alt kriterlere ayrılması işleminden sonra önlem alternatifleri belirlenmiş ve her bir tehlike maddesine alınması gereken önlem alternatiflerinin ataması yapılarak excel de oluşturulan “*Risk Değerlendirme Tablosu*” içeriğine kaydedilmesi sağlanmıştır. Bir tehlike maddesine birden fazla sayıda önlem alternatifi ataması yapılmasına imkân tanınmıştır.

Bu işleme sonrasında, Çizelge 5.1’de sunulan önlem alternatiflerine ilişkin puanlama sistemi oluşturulmuş ve her bir tehlike maddesi için öngörülen önlem alternatiflerinin puanlanması yapılarak excelde oluşturulan “*Önlem Alternatifleri ve Puanlama Sistemi*” modeli içeriğine kaydedilmiştir. “*Önlem Alternatifleri ve Puanlama Sistemi*” excel modelinin bir kısmı Çizelge 5.2’de sunulmuştur.

**Çizelge 5.1: Önlem Alternatifleri ve Atanan Puanlar**

Alternatif Kodu	Önlem	Puan
A1	İç Eğitim	6
A2	Dış Eğitim	6
A3	Tatbikat	4
A4	Uyarı İkaz Levhaları	4
A5	Makine - Ekipman Yenileme	9
A6	Toplu Koruma Teşkili	9
A7	KKD Kullanımı	9
A8	Ergonomik Düzenleme	3
A9	Saha Kontrolü	12

**Çizelge 5.1 (devam): Önlem Alternatifleri ve Atanan Puanlar**

Alternatif Kodu	Önlem	Puan
A10	Alternatif Malzeme / Kimyasal (İkame)	3
A11	İş Uygulama Planlamaları	10
A12	Periyodik Sağlık Kontrolü	3
A13	İş İzin Sistemi	12
A14	Bakım / Periyodik Kontrol	10

**Çizelge 5.2: Z Tersanesi Önlem Alternatifleri ve Atanan Puanlar Excel Modeli**

Alternatif Kodu	Önlem	Öneri Puan	T.001	T.002	T.003	T.004	T.005	...	...	T.381
A1	İç Eğitim	6	6	6	6	6	6	6	6	6
A2	Dış Eğitim	6	6	6	6	6	6	6	6	6
A3	Tatbikat	4	4	4	4	4	4	4	4	4
A4	Uyarı İkaz Levhaları	4	4	4	4	4	4	4	4	4
A5	Makine - Ekipman Yenileme	9	9	9	9	9	9	9	9	9
A6	Toplu Koruma Teşkili	9	9	9	9	9	9	9	9	9
A7	KKD Kullanımı	9	9	9	9	9	9	9	9	9
A8	Ergonomik Düzenleme	3	3	3	3	3	3	3	3	3
A9	Saha Kontrolü	12	12	12	12	12	12	12	12	12
A10	Alternatif Malzeme / Kimyasal (İkame)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
A11	İş Uygulama Planlamaları	10	10	10	10	10	10	10	10	10
A12	Periyodik Sağlık Kontrolü	3	3	3	3	3	3	3	3	3
A13	İş İzin Sistemi	12	12	12	12	12	12	12	12	12
A14	Bakım / Periyodik Kontrol	10	10	10	10	10	10	10	10	10
A15	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A16	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>***TOPLAM PUANIN 100 OLMASI ESASTIR</b>		100	100	100	100	100	100	100	100	100

Çalışmada; tüm önlem alternatiflerine atanan puan değerlerinin toplamının 100 olması esastır. Risk değerlendirmeye katılan ekibe; verilen puanlar üzerinde değişiklik yapma ve/veya yeni bir önlem alternatifi ekleme imkânı tanınmıştır.

Sonrasında, incelenen tersane tarafından her bir tehlike maddesine karşı alınması gereken önlemler ve gerçekte alınan önlem alternatifleri excel de oluşturulan “Risk Değerlendirme Tablosu” modeline girilmiştir. “Risk Değerlendirme Tablosu” excel modelinin bir kısmı Çizelge 5.3’de sunulmuştur.

**Çizelge 5.3:** Z Tersanesi Önlem Alternatifleri ve Yüzdelik Puan Hesaplamaları.

Tehlike Kodu	Tehlike Tanımlaması	Alınması Önerilen Önlemler				Alınan Önlemler				Toplam Önlem (%) (TÖ)	Uygulanan Önlem (%)	Uygulanmayan Önlem (%) (İÖ)		
		A1	A9	A11	A13	A1	A9	A11	A13					
T.001	Takarya konumlandırma planının yapılmaması / uygun yerleştirilmemesi	A1	A9	A11	A13	A1	A9	A11	A13	100	100	0		
T.002	Takaryaların aşınması/hasarlı olması	A1	A9	A13	A14	A1	A9	A13	A14	100	100	0		
T.003	Takaryaların uygun olmayan malzemeden yapılmış olması	A1	A14			A1	A14			100	100	0		
T.004	Geminin / yatın denize inişi sırasında römorkörler tarafından halat ile çekilmesi sırasında kopması	A1	A2	A11	A13	A14	A1		A11	A13	A14	100	86	14
T.005	Gemi / yat bağlantı elemanlarının (zincir, halat vb.) kopması	A9	A14				A9	A14				100	100	0
T.006	Geçiş platformlarının hasarlı olması	A9	A13	A14			A9	A13				100	71	29

Şekil 5.4’de gösterilen Z Tersanesi için; “T.001 - Takarya konumlandırma planının yapılmaması/uygun yerleştirilmemesi” tehlike maddesi için A1, A9, A11 ve A13 olmak üzere 4 adet önlem alternatifi belirlenmiş, bu önlem alternatiflerine sırasıyla 6, 12, 10 ve 12 olmak üzere toplam 30 puan derecesi atanmıştır (Şekil 5.3). Sonrasında tersanenin incelenen tehlike maddesi için belirlenmiş önlem alternatiflerini uygulayıp uygulamadığına bakılmış ve tersanenin 4 önlem alternatifini de uyguladığı tespit edilmiştir. Geliştirilen modelde her bir tehlike maddesi için alınan önlem alternatifi sayısı farklı olacağı ve bu farklılığının tehlikenin puanlamasında eşitsizliğe ve tutarsızlığa sebep olacağından her bir tehlike için belirlenmiş önlem alternatifleri için atanan puan dereceleri yüzdelik dilim üzerinden yeniden belirlenmiştir. Bu örnekte incelenen tehlike maddesi için belirlenmiş önlem alternatiflerine atanmış toplam 40 puanlık puan derecesi 100 eşitlenmiş ve belirlenen her bir alternatife yüzdelik dilim üzerinden yeni bir puan derecesi atanmış (A1:15 puan, A9:30 puan, A11:25 puan ve A13:30 puan) ve uygulanmayan önlem yüzdelik dilim üzerinden hesaplanmıştır.

Başka bir örnekle; Z tersanesi için T.006 tehlike maddesi için belirlenmiş önlem alternatiflerini uygulayıp uygulamadığına bakılmış, tehlikeyi bertaraf etmek için uygulanması önerilen A9, A13, A14 önlem alternatiflerinden A14'ü uygulamadığı tespit edilmiştir. Şekil 5.3'e göre tehlike maddesi için belirlenmiş önlem alternatiflerine atanmış toplam 34 puanlık puan derecesi 100 eşitlenmiş ve belirlenen her bir alternatife yüzdelik dilim üzerinden yeni bir puan derecesi atanmış (A9: 35,3 puan ve A13: 35,3 puan) ve uygulanmayan önlem yüzdelik dilim üzerinden %29 olarak hesaplanmıştır.

### 5.2.3 İş kazası verilerinin AHP'ye entegrasyonu

X, Y ve Z tersanelerinde yaşanan iş kazaları verileri alınmış, iş kazalarına ait kök nedenler AHP Hiyerarşi tablosunda belirtilen ana kriter ve alt kriterlere ayrılmıştır. X, Y ve Z tersanelerine ait İş Kazaları verileri Ek C sırasıyla Çizelge C.2, C.3 ve C.4 de verilmiştir.

Ana ve alt kriterler kriterler için 1-9 önem dereceleri skalası (Çizelge 4.2) kullanılarak X,Y ve Z tersaneleri için karşılaştırma matrisi (Şekil 5.2, Şekil 5.3 ve Şekil 5.4) oluşturulmuştur.

	Planlama	Çalışanlar	Teknik Şartlar	Kimyasal Etmenler
Planlama	1,00	0,33	5,00	7,00
Çalışanlar	3,00	1,00	7,00	9,00
Teknik Şartlar	0,20	0,14	1,00	3,00
Kimyasal Etmenler	0,14	0,11	0,33	1,00
Toplam	4,34	1,59	13,33	20,00

Şekil 5.2: Ana Kriterler İçin Karşılaştırma Matrisi (X Tersanesi).

	Planlama	Çalışanlar	Teknik Şartlar	Kimyasal Etmenler
Planlama	1,00	0,20	1,00	5,00
Çalışanlar	5,00	1,00	5,00	9,00
Teknik Şartlar	1,00	0,20	1,00	5,00
Kimyasal Etmenler	0,20	0,11	0,20	1,00
Toplam	7,20	1,51	7,20	20,00

Şekil 5.3: Ana Kriterler İçin Karşılaştırma Matrisi (Y Tersanesi).

	Planlama	Çalışanlar	Teknik Şartlar	Kimyasal Etmenler
Planlama	1,00	3,00	5,00	7,00
Çalışanlar	0,33	1,00	3,00	5,00
Teknik Şartlar	0,20	0,33	1,00	3,00
Kimyasal Etmenler	0,14	0,20	0,33	1,00
Toplam	1,68	4,53	9,33	16,00

**Şekil 5.4:** Ana Kriterler İçin Karşılaştırma Matrisi (Z Tersanesi).

Daha sonra bahse konu karşılaştırma matrisleri normalize edilmiş ve öncelik vektörleri (ağırlık) hesaplanmıştır (Şekil 5.5, Şekil 5.6, Şekil 5.7). Karşılaştırma matrisini normalize etmek için matristeki her bir sütunun toplam değeri 1'e eşitlenmiş ve oran orantı kullanılarak her bir sütundaki her elemanın değeri yeniden hesaplanmıştır. Öncelik Vektörünü hesaplamak için ise normalize edilmiş matristeki satırların ortalama değeri bulunmuştur.

	Planlama	Çalışanlar	Teknik Şartlar	Kimyasal Etmenler	Öncelik Vektörü (Ağırlık)
Planlama	0,23	0,21	0,38	0,35	0,29
Çalışanlar	0,69	0,63	0,53	0,45	0,57
Teknik Şartlar	0,05	0,09	0,08	0,15	0,09
Kimyasal Etmenler	0,03	0,07	0,03	0,05	0,04

**Şekil 5.5:** Ana kriterler için Normalize Edilmiş Karşılaştırma Matrisi ve Öncelik Vektörü (X Tersanesi)

	Planlama	Çalışanlar	Teknik Şartlar	Kimyasal Etmenler	Öncelik Vektörü (Ağırlık)
Planlama	0,14	0,13	0,14	0,25	0,17
Çalışanlar	0,69	0,66	0,69	0,45	0,63
Teknik Şartlar	0,14	0,13	0,14	0,25	0,17
Kimyasal Etmenler	0,03	0,07	0,03	0,05	0,04

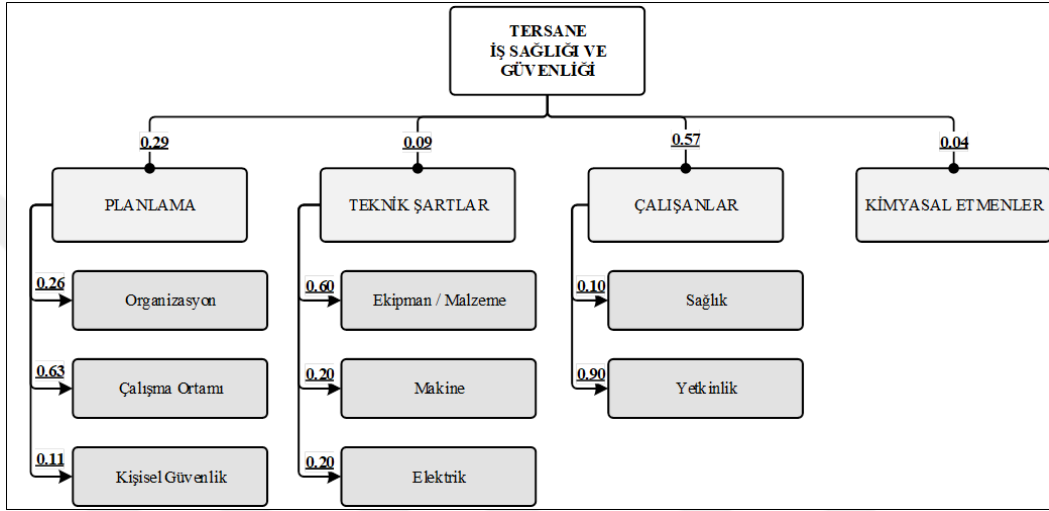
**Şekil 5.6:** Ana kriterler için Normalize Edilmiş Karşılaştırma Matrisi ve Öncelik Vektörü (Y Tersanesi)

	Planlama	Çalışanlar	Teknik Şartlar	Kimyasal Etmenler	Öncelik Vektörü (Ağırlık)
Planlama	0,60	0,66	0,54	0,44	0,56
Çalışanlar	0,20	0,22	0,32	0,31	0,26
Teknik Şartlar	0,12	0,07	0,11	0,19	0,12
Kimyasal Etmenler	0,09	0,04	0,04	0,06	0,06

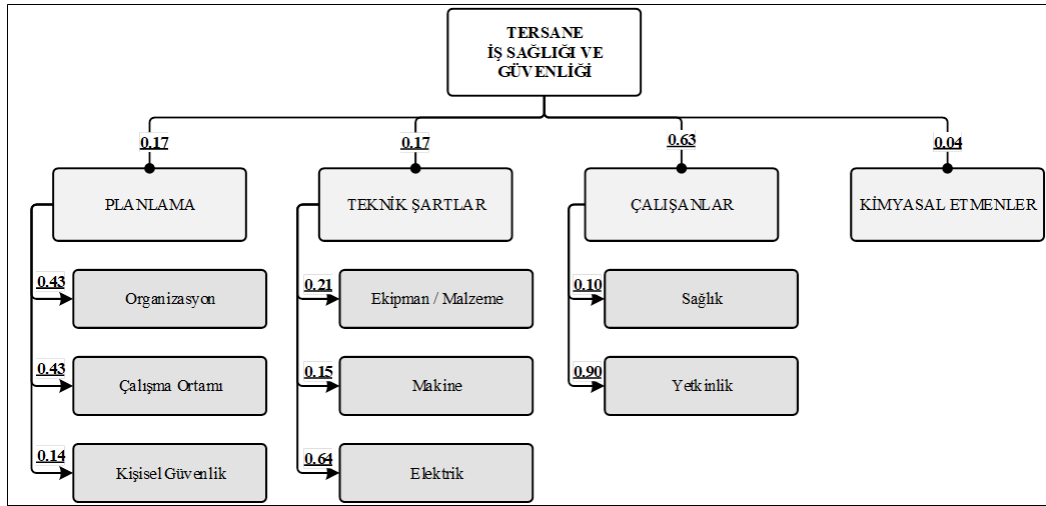
**Şekil 5.7:** Ana kriterler için Normalize Edilmiş Karşılaştırma Matrisi ve Öncelik Vektörü (Z Tersanesi)

Benzer şekilde alt kriterler için de karşılaştırma matrisleri oluşturulmuş, sonrasında söz konusu matrisler normalize edilmiş ve öncelik vektörleri (ağırlık) hesaplanmıştır. X, Y ve Z Tersaneleri ana ve alt kriterler için oluşturulan ikili karşılaştırma matrisleri ve öncelik vektörleri Ek C sırasıyla Şekil C.1, C.2 ve C.3’de verilmiştir.

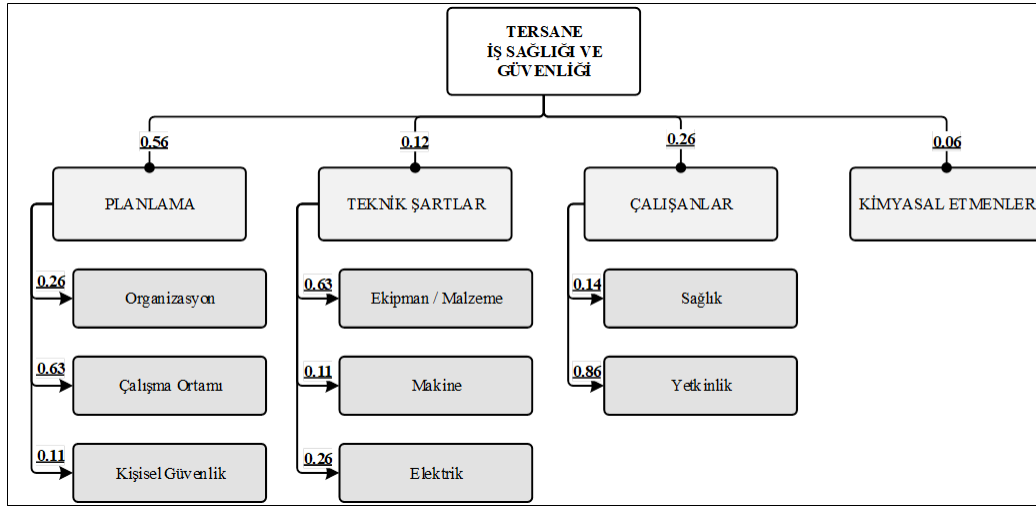
Bu işlem sonrasında her bir tersane için (X, Y, Z) AHP hiyerarşisindeki her bir ana ve alt kriterin ağırlıkları belirlenmiştir. Ağırlıklandırılmış AHP hiyerarşisi Şekil 5.8, Şekil 5.9 ve Şekil 5.10’ de sunulmuştur.



Şekil 5.8: Ağırlıklandırılmış AHP Hiyerarşisi (X Tersanesi)



Şekil 5.9: Ağırlıklandırılmış AHP Hiyerarşisi (Y Tersanesi)



Şekil 5.10: Ağırlıklandırılmış AHP Hiyerarşisi (Z Tersanesi)

### 5.2.4 AHP ağırlık değerlerinin tehlike maddelerine atanması

Hesaplanan ana kriter ve alt kriter ağırlık değerlerine uygun olarak her bir tehlike maddesine AHP değerleri atanmıştır. Her bir tersane için AHP ağırlık değerlerinin tehlike maddesine atanması için oluşturulan çizelgeler Çizelge 5.4, Çizelge 5.5 ve Çizelge 5.6 içeriğinde gösterilmiştir.

Çizelge 5.4: AHP Ağırlıklarının Tehlike Maddelerine Paylaştırılması (X Tersanesi)

Ana Kriter	Alt Kriter	Ana Kriter sayısı	Alt Kriter Sayısı	Her bir tehlike maddesine düşen AHP ağırlığı
Planlama	Organizasyon	161	113	0,180941
Planlama	Çalışma Ortamı	161	39	0,180941
Planlama	Kişisel Güvenlik	161	9	0,180941
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	78	37	0,115722
Teknik Şartlar	Makine	78	28	0,115722
Teknik Şartlar	Elektrik	78	13	0,115722
Çalışanlar	Sağlık	102	3	0,562693
Çalışanlar	Yetkinlik	102	99	0,562693
Kimyasal	Kimyasal	12	12	0,370614

Çizelge 5.5: AHP Ağırlıklarının Tehlike Maddelerine Paylaştırılması (Y Tersanesi)

Ana Kriter	Alt Kriter	Ana Kriter sayısı	Alt Kriter Sayısı	Her bir tehlike maddesine düşen AHP ağırlığı
Planlama	Organizasyon	162	113	0,101872
Planlama	Çalışma Ortamı	162	40	0,101872
Planlama	Kişisel Güvenlik	162	9	0,101872
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	80	39	0,206291



**Çizelge 5.5 (devam):** AHP Ağırlıklarının Tehlike Maddelerine Paylaştırılması (Y Tersanesi)

Ana Kriter	Alt Kriter	Ana Kriter sayısı	Alt Kriter Sayısı	Her bir tehlike maddesine düşen AHP ağırlığı
Teknik Şartlar	Makine	80	28	0,206291
Teknik Şartlar	Elektrik	80	13	0,206291
Çalışanlar	Sağlık	102	3	0,612905
Çalışanlar	Yetkinlik	102	99	0,612905
Kimyasal	Kimyasal	12	12	0,373094

**Çizelge 5.6:** AHP Ağırlıklarının Tehlike Maddelerine Paylaştırılması (Z Tersanesi)

Ana Kriter	Alt Kriter	Ana Kriter sayısı	Alt Kriter Sayısı	Her bir tehlike maddesine düşen AHP ağırlığı
Planlama	Organizasyon	162	113	0,344378
Planlama	Çalışma Ortamı	162	40	0,344378
Planlama	Kişisel	162	9	0,344378
	Güvenlik			
Teknik Şartlar	Ekipman	82	41	0,148625
Teknik Şartlar	Malzeme			
Teknik Şartlar	Makine	82	28	0,148625
Teknik Şartlar	Elektrik	82	13	0,148625
Çalışanlar	Sağlık	102	3	0,258181
Çalışanlar	Yetkinlik	102	99	0,258181
Kimyasal	Kimyasal	12	12	0,474082

381 adet tehlike maddelerinin ana ve alt kriterlerine uygun olarak Örneğin Z tersanesi için kimyasalın ağırlığı 0,06 hesaplanmış (Şekil 5.7) ve belirlenmiş 381 adet tehlikenin sadece 12 tanesi kimyasal ana kriterinde değerlendirilmiştir. Buradan 0,06/12'den her bir kimyasal tehlikenin ağırlığı 0,005 olarak hesaplanmıştır.

Çalışmada belirtilen 381 adet tehlike maddesinden (T.001, T.002 .... T.381) bir grubun (birkaçının) tersanede bulunmaması durumunda madde kodunun kaldırılmasına olanak tanınmıştır. Tehlikenin tersanede olmadığı var sayıldığında her bir tehlike maddesinin AHP ağırlık dağılımlarının değiştiği göz önünde bulundurulmuştur.

### 5.2.5 Olasılık ve şiddet değerleri

Bu aşamaya kadar; Geliştirilen modelde üç farklı tersane modele sokulmuştur. Belirlenen tehlike maddelerinin ağırlıkları hesaplanırken modele sokulan üç tersanenin iş kazaları verilerinden yararlanılmıştır. Söz konusu kaza verileri AHP hiyerarşisinde belirlenmiş kriter ve alt kriterler göre sınıflandırılmış ve ilişkili olduğu

tehlike maddesinin AHP ağırlığı hesaplanırken dikkate alınmıştır. Modelde kazaların ilişkili olduğu tehlike maddelerine daha yüksek AHP ağırlığı verilmiştir.

Bundan sonra ise her bir tehlike için iş güvenliği uzmanları tarafından belirlenmiş olasılık ve şiddet faktörleri ile planlama birimi tarafından standardizasyonun sağlanması için faaliyet süresi (adam\*saat) modele girilmiştir. Burada olasılık ve şiddet faktörlerinin derecelendirilmesinde 5x5 Tipi (L Tipi) Karar Matrisi Metodundan faydalanılmıştır. Olasılık ve şiddet derecelendirmelerinde Çizelge 3.2 ve Çizelge 3.3 kullanılmıştır.

### 5.2.6 Tehlike risk skorunun ve genel risk skorunun tayini

Değerlendirme yapılan tersane için her bir tehlikenin tehlike risk skoru aşağıdaki denklem ile excel de oluşturulan “*Risk Değerlendirme Tablosu*” içeriğinde hesaplanmıştır.

$$\text{Tehlike Risk Skoru} = \text{Olasılık} * \text{Şiddet} * \text{AHP} * \frac{\text{Uygulanmayan Önlem}}{\text{Toplam Önlem}} * \frac{\text{Toplam Çalışma Süresi}}{\text{Faaliyet Süresi}} \quad (5.1)$$

Her bir tehlike için hesaplanan risk skorları toplanarak incelenen tersanenin 5.2’de gösterilen denklem ile genel risk skoru yüzdeler dilim üzerinden hesaplanmıştır.

$$\text{Tersane Genel Risk Skoru (\%)} = R1 + R2 + R3 + \dots + R381 \quad (5.2)$$

Ayrıca Tersane Genel Risk skoru yüzdeler dilimi her bir tehlike satırına paylaştırılmış ve *Risk Değerlendirme Tablosu Risk Skor Payı* sütununa eklenmiştir. Bu sayede tehlike maddesinin % risk skor payına etkisi analiz edilebilmektedir.

### 5.3 Verilerin Doğruluğu – Validasyon

Karar vericinin kriterler arasında karşılaştırma yaparken tutarlı davranıp davranmadığının belirlenmesi amacıyla karşılaştırma matrisinin tutarlılık (*CR*) değerinin hesaplanması gerekmektedir. Bu maksatla ana ve alt kriterler için karşılaştırma matrisleri ile öncelik vektörleri bölünerek temel değerler (*E*) elde edilmiştir.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (5.3)$$

Temel değerlerin de aritmetik ortalaması alınarak karşılaştırmaya ilişkin temel değer elde ( $\lambda$ ) edilmiştir.

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (5.4)$$

$\lambda$  hesaplandıktan sonra tutarlılık göstergesi ( $CI$ ) aşağıda belirtilen denklemden yararlanarak hesaplanmıştır.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (5.5)$$

Bu aşamadan sonra karşılaştırma matrislerinin tutarlılık ( $CR$ ) değeri hesaplanmalıdır. Bu değer ise;

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (5.6)$$

denklemi ile hesaplanmaktadır.  $RI$  değerleri için Çizelge 4.3'teki tutarlılık indeks değerleri kullanılmıştır.

X, Y ve Z Tersaneleri için uygulanan tutarlılık hesaplamaları ayrıntılı olarak Ek C Şekil C.3, Şekil C.4 ve Şekil C.5' de verilmiştir.

Bu işlemler sonucunda X tersanesinin  $CR$  değerleri ana kriterler için 0.062, planlama ana kriterinin alt kriterleri için 0.033, teknik şartlar ana kriterinin alt kriterleri için 0 ve çalışanlar ana kriterinin alt kriterleri için 0 bulunmuştur. Bu değerler 0.10'dan küçük olması sebebiyle modelde karar vericilerin yani uzmanların tutarlı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Y tersanesinin  $CR$  değerleri ana kriterler için 0.05, planlama ana kriterinin alt kriterleri için 0, teknik şartlar ana kriterinin alt kriterleri için 0 ve çalışanlar ana kriterinin alt kriterleri için 0 bulunmuştur. Bu değerler 0.10'dan küçük olması sebebiyle modelde karar vericilerin yani uzmanların tutarlı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Z tersanesinin  $CR$  değerleri ana kriterler için 0.043, planlama ana kriterinin alt kriterleri için 0.036, teknik şartlar ana kriterinin alt kriterleri için 0.033 ve çalışanlar ana kriterinin alt kriterleri için 0 bulunmuştur. Bu değerler 0.10'dan küçük olması sebebiyle modelde karar vericilerin yani uzmanların tutarlı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.



## 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

### 6.1 Elde Edilen Bulgular

Geliştirilen model X, Y, Z tersaneleri için uygulanmış ve söz konusu tersanelerin Tersane Genel Risk Skorları sırasıyla % 34.3 % 0.001 % 13.8 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara istinaden X tersanesi en yüksek riske, Y tersanesi ise en az riske sahip tersane olarak sıralanmıştır. (X Tersanesi Genel Risk Skoru > Z Tersanesi Genel Risk Skoru > Y Tersanesi Genel Risk Skoru ) Ayrıca risk skorları incelendiğinde X tersanesi için en yüksek riske sahip olan tehlikenin “T.022- Dış yüzey su jeti ile yıkama işlemlerinin personeller tarafından bilinmemesi / yetkin personelin görevlendirilmemesi”, Y tersanesi için en yüksek riske sahip olan tehlikenin “T.380 - Çalışanların, uzun süre aynı pozisyonda kalması veya fiziksel anlamda zorlayıcı hareketlerde bulunması.” ve Z tersanesi için en yüksek riske sahip olan tehlikenin “T.250- İşe başlamadan önce platform ve ekipmanının (kumanda, sepet vb.) genel kontrolünün yapılmaması” olduğu tespit edilmiştir.

### 6.2 Çalışmanın Bilime Katkısı

Yapılan çalışma ile çok kriterli karar verme yöntemi dikkate alınarak tersaneler için yeni bir risk analiz yöntemi oluşturulmuştur. AHP katsayıları iş kazaları verilerine entegre edilmiştir. 5x5 Tipi (L Tipi) Risk Değerlendirme Metoduna elde edilen ağırlık değerleri ve yeni çarpanlar dahil edilerek tersanelerin risk analizi için mevcut her bir tehlikenin riskini ve genel risk seviyesi ortaya koyacak gerçekçi bir yöntem ortaya koyulmuştur. Elde edilen yöntem ile tersanelerin birbiri içerisinde risk bazlı sıralanması sağlanabilmektedir.

Bu yöntemde Analitik Hiyerarşi Süreci'nden (AHP) ağırlıklandırmadan faydalanılmıştır. Ayrıca uzman değerlendirmelerinin yönteme ithal edilmesi için L-Tipi (5x5) Risk Değerlendirme Matrisi (RADM) kullanılmıştır.

Geliştirilen yöntemde tersaneler için belirlenen her bir tehlike için önlem alternatifleri ortaya konulmuş, incelenen tersanelerin söz konusu önlem

alternatiflerini uygulayıp uygulamadığı ve önceki dönemlerde meydana gelmiş olan kazalara ilişkin veriler dikkate alınmıştır.

Bunun yanı sıra yöntemde her bir tehlike için, tehlikenin önlenmesi amacıyla ayrılan süre göz ardı edilmemiştir. Böylece her bir tehlikenin tek başına oluşturduğu risk konusunda gerçekçi bir veri ortaya konmuştur. Ayrıca iş sağlığı ve güvenliği uzmanlarına modele girilen olasılık, şiddet, önlem alternatifleri gibi veriler üzerinde değişiklik yapma hakkı tanınarak tecrübe/görüşlerini modele yansıtma imkânı sağlanmıştır.

Ayrıca her bir tehlikenin oluşturduğu risk toplanarak tersanenin genel risk skoru elde edilmiştir. Bu da tersaneler arasında risk sıralaması yapılabilmesine olanak tanımaktadır. Yapılan çalışmada X, Y ve Z tersanelerin geliştirilen yöntemle genel risk skorları hesaplanmıştır. Çalışma neticesinde yapılan sıralamada X tersanesi en riskli, Y tersanesi en az riske sahip tersane olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmada;

- Tersanelerin iş sağlığı ve güvenliği riski analizinde, çok kriterli karar verme yöntemlerinin uygulanmasının risk değerlendirmesini daha gerçekçi sonuca yaklaştıracacağı,
- L-Tipi (5x5) Risk Değerlendirme Matrisi (RADM) yöntemine iş kazaları neticesinde elde edilen AHP ağırlıklandırmasının entegre edilmesinin risk skorunu değiştireceği,
- Tehlike büyüklüklerinin ağırlıklandırılması ile risklerin önceliklendirmesini değiştirebileceği,
- Her bir tehlike büyüklüklerinin belirlenmesi ile tersanelerde alınacak iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin doğru kurgulanması, önceliklendirilmesi ve bu sayede önemli derecede istihdam sağlayan ve ülke ekonomisine katkıda bulunan tersanelerin iş sağlığı ve güvenliği giderlerinin doğru yönetilmesine katkı sağlayacağı,
- Karar vericilerin tutarlılığının test edilmesinin çalışma sonuçlarına olan güveni artıracığı sonucuna varılmıştır.

Geliştirilen model ile bir tersanenin iş sağlığı ve güvenliği açısından taşıdığı risk tehlike bazında ve tersanenin bütünü için değerlendirilebilmektedir. Böylece karar

vericilere hangi alanda ve hangi tehlikeye yönelik önlem almaları gerektiği konusunda yardımcı olacak gerçekçi bir yöntem sunulmaktadır.

Genel itibari ile tersanelerde iş sağlığı ve güvenliği konusunda risk analizine ilişkin çalışmalarda AHP ve 5x5 Tipi (L Tipi) Risk değerlendirme matrisinin birlikte kullanıldığı modele rastlanmamaktadır. Bu modelde, AHP'nin sağladığı nitel/nicel görüş/düşüncelerin dikkate alınması avantajı ile 5x5 Tipi (L Tipi) Risk değerlendirme matrisinin sadelik, anlaşılabilirlik ve kolay uygulanabilme gibi avantajları birleştirilmiştir. Böylece tersanelerin risk değerlendirilmesinde kullanılabilecek güvenilir ve pratik bir model oluşturulması hedeflenmiştir.

Tersanelerde uygulanan risk analizi yöntemleri ve çalışmaları incelendiğinde aşağıda belirtilen çalışmalara rastlanmıştır.

Lee vd. (2009) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada Güney Kore'deki büyük gemi inşaat projelerinin risk değerlendirmesi Bayes Ağı gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında 11 farklı firmada çalışan 252 uzmandan alınan görüşler analiz edilerek 26 adet temel risk unsuru tespit edilmiştir. Bu risklerden en öne çıkanları tasarım, işgücü, hammadde temini, üretim aşaması riskleri ve harici riskler olarak gruplandırılmıştır. Ayrıca büyük firmalar ile küçük firmaların barındırdığı riskler karşılaştırılmıştır. Büyük firmalar için teslimatlarda yaşanan gecikme riskinin ve küçük firmalarda ise bütçe aşımı riskinin en önemli riskler olarak ortaya çıktığı görülmüştür.

Bir diğer çalışmada, Basuki vd. (2014) tarafından tersane sektörü için bir Bayes yöntemi önerilmiştir. Çalışma gemi inşası süreci tasarım, malzeme ve üretim olmak üzere üç segmente ayrılmış ve her segmentin kendine has olan riskleri ortaya konulmuştur. Çalışma neticesinde, malzeme temini ve gövde imalatı aşamalarının üretimde gecikmeye neden olabilecek en yüksek seviyede riskler barındırdığı belirlenmiştir. Analiz sonucunda elde edilen rakamlara göre gemi tasarım aşamasındaki risklerin % 5, malzeme temini ile ilgili risklerin % 65 ve üretim aşamasındaki risklerin ise %30 oranında gecikmeye neden olabileceği belirlenmiştir.

Bayes ağları (Bayesian Networks) kullanılarak gerçekleştirilen risk analizi yöntemi stokastik ve diyagram kullanılarak uygulanan bir kaza tahmin yöntemidir. Yöntemde, değişkenler düğüm olarak ve değişkenler arasındaki olasılıksal bağlantılar yönlü oklar ile gösterilir ve bir ağ yapısı oluşturulur. Bayes Ağlarının risk analizinde

kullanılırken sadece tek bir çıktıya değil sistemdeki tüm değişkenlerin birbirleriyle olan olasılıksal bağımlılığı göz önünde bulundurulur. Dolayısı ile bu yöntem, özellikle belirsizliklere sahip olan karmaşık sistemlerin analizinde büyük bir avantaj sağlamaktadır (Çinicioğlu vd., 2013).

Okumuş ve Barlas (2016) tarafından Tuzla'da bir özel tersanenin sac işleme CNC atölyesi ile ön imalat atölyesi için 5x5 risk değerlendirme matrisi yöntemi ve Fine-Kinney yöntemi kullanılarak bir risk değerlendirmesi çalışması gerçekleştirilmiştir. Çalışma neticesinde elektrik donanımlarından kaynaklanan tehlikeler ile cırcır, kurt ağız ve kriko kullanımından kaynaklanan riskler, yetkisiz kişiler tarafından bakım yapılması ve tezgâhtaki sacın kesimi esnasında oluşan sıcak çapakların göz ile teması riskleri, kabul edilemez riskler olarak belirlenmiştir. Ağır malzemelerin elle taşınması ve kaynak dumanına maruz kalma riskleri ise orta derecede riskli durumlar olarak belirlenmiştir. Aynı çalışmanın sonucu olarak geçmiş kazaların da değerlendirmeye alınmış olmasından ötürü Fine-Kinney yönteminin daha ayrıntılı sonuçlar verdiği belirtilmiştir.

1976 Kinney tarafından literatüre sokulan bu yöntem risklerin derecelendirilmesi sonrasında hangi işlem adımlarına öncelik verilmesi ve dolayısı ile eldeki kaynakların ne şekilde değerlendirilmesi gerektiği sonucuna ulaştıran bir yöntemdir. Esasen deterministlik ve kalitatif bir yöntem olan Fine-Kinney yönteminde risk skoru; riskin oluşma olasılığı, riskin oluşma sıklığı ve riskin şiddeti olarak sıralan üç faktör kullanılarak hesaplama gerçekleştirilir. Bu yöntemde işletmeye ait olan geçmiş veriler ve geleceğe ait olan öngörülerin yanı sıra çalışanların tehlikeye maruz kalma sıklığı da kullanılabilir (Oturakçı ve Dağsuyu, 2017).

Genel itibarıyla tersanelerde iş sağlığı ve güvenliği risk analizinde bu çalışmada kullanılan analiz yöntemlerinin yanı sıra Fine-Kinney, Hata Ağacı Analizi, Bayes Ağları gibi yöntemler kullanılmaktadır.

Çalışma sonucu tersanelerde uygulanan risk analiz yöntemlerine ilişkin yapılan çalışmaların sonuçları ile kıyaslandığında;

- Tersanelerde risk analizine ilişkin yapılan çalışmalarda genel olarak Fine-Kinney, Hata Ağacı Analizi ve Bayes Ağı yöntemleri kullanıldığı gözlenmiştir. Fine-Kinney yönteminde meydana gelmiş iş kazasının sıklığı risk hesabına katıldığından 5x5 Tipi (L Tipi) Risk değerlendirme matrisine



göre daha güvenilir sonuç verdiği söylenebilir. Ancak geliştirilen modelde AHP ağırlıklandırması sürecinde meydana gelmiş kazaların dikkate alınmasından dolayı bu eksikliğin giderildiği değerlendirilmektedir.

- Tek bir kaza olayına odaklanan Hata Ağacı Analizi bir tehlikeyi ayrıntılı bir olarak analiz etmeyi imkan verir; ancak tersanelerin kendi aralarında sıralanmasını sağlayacak sayısal veri ortaya koymamaktadır. Bu nedenle çalışmada ulaşılması istenen amaçlardan biri olan tersaneler arasında karşılaştırma yapılması açısından geliştirilen modelin Hata Ağacı Analizine nazaran daha uygun olduğu değerlendirilmektedir.
- Tüm değişkenlerin birbirleriyle olan olasılıksal bağımlılığı göz önünde bulunduran Bayes Ağları ile risk Analizi yöntemine göre bu çalışmada geliştirilen modelin daha sade ve kolay olduğu değerlendirilmektedir.

### **6.3 Sonraki Çalışmalar İçin Öneriler**

Gelecek dönem çalışmacıların; benzer tipte bir çalışmayı diğer sektörlerde uygulayarak seçtikleri sektörler içerisinde İş sağlığı ve güvenliği açısından işletmeleri risk skorlarına göre sıralayabileceği önerilebilir. Ayrıca literatür taramalarında da görüldüğü üzere inşaat ve maden gibi riskli bulunan sektörlerde çok sayıda çalışmalar mevcuttur. Ancak; istihdamın en yoğun olduğu, ülke ekonomisine oldukça büyük katkıları olan ve endüstriyel potansiyeli yüksek olan Gemi İnşaat sanayisinde alan çalışmalarının artırılması çalışmanın geliştirilmesi bakımından önem taşımaktadır.



## KAYNAKLAR

- Accola, W.L.** (1994), "Assessing Risk and Uncertainty in New Technology Investments", *Accounting Horizons*, 8 (3), 19-35.
- Akyıldız, H. ve Barlas, B.**, (2015). Tersanelerde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönünden Risk Analizi Yöntemleri. İTÜ Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi, *Teknik Rapor*, DEN 2015/02.
- Alp, S. ve Engin, T.** (2011), 'Trafik Kazalarının Nedenleri ve Sonuçları Arasındaki İlişkinin TOPSİS ve AHP Yöntemleri Kullanılarak Analizi ve Değerlendirilmesi', *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 10 (19), 65-87.
- Althaus, C. E.**, (2005). "A disciplinary perspective on the epistemological status of risk". *Risk Analysis*, 25(3), 567-588.
- Altundaş, E. ve Topuzoğlu, A.**, (2011). Tuzla Tersaneler Bölgesindeki Bir Tersanede Gerçekleşen Yaralanmayla Sonuçlanan Kazalar ve Risk Faktörleri. *Türk Tabipleri Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*. 2:26-34.
- Aminbakhsh, S., Gündüz, M. ve Sönmez, R.** (2013), 'Safety Risk Assessment Using Analytic Hierarchy Process (AHP) During Planning and Budgeting of Construction Projects', *Journal of Safety Research*, Vol: 46, pp: 99-105.
- ASBAŞ**, (2018). Antalya Serbest Bölge Kurucu ve İşleticisi A.Ş. [http://www.asbas.com.tr/asbas\\_firmalarimiz.asp](http://www.asbas.com.tr/asbas_firmalarimiz.asp). Erişim Tarihi: 15 Eylül 2018
- Atıcı, K. B. & Ulucan, A.** (2009), 'Enerji Projelerinin Değerlendirilmesi Sürecinde Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımları ve Türkiye Uygulamaları', *H.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27(1), s.:161-186.
- Augier, M. & Kreiner, K.** (2000), "Rationality, Imagination and Intelligence: Some Boundaries in Human Decision-Making", *Industrial and Corporate Change*, 9(4): 659-681.
- Aven, T.**, (2016). Risk Assessment and Risk Management: Review of Recent Advances on Their Foundation. *European Journal of Operational Research*.: 1-13
- Aydemir, E., Bedir, F. ve Özdemir, G.** (2013), 'Gri Sistem Teorisi ve Uygulamaları: Bilimsel Yazın Taraması', *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 18(3), s.187-200.
- Aytürk, S.** (2006), *Askeri Savunma Sistemlerinde Analitik Hiyerarşi ve Analitik Şebeke Prosesi ile Hafif Makineli Tüfek Seçimi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bak, O.A.** (1998), *Denizcilik Sektöründe Risk Analizi ve Uluslararası Güvenli Yönetim Kodu*, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.
- Barlas, B.**, (2012). "Shipyard fatalities in Turkey", *Safety Science*, 50: 1247-1252.
- Basuki, M., Djauhar, M., Nugroho, S. ve Dinariyana, A.A.B.**, (2014). Probabilistic risk assessment of the shipyard Industry using the Bayesian Method. *International Journal of Technology*. 1: 88-97.

- Benayoun, R., Montgolfier, J. D., Tergny, J. ve Laritchev, O.** (1971), 'Linear Programming with Multiple Objective Functions: Step Method (Stem)', *Mathematical Programming*, 1(1), pp. 366–375.
- Benayoun, R., Roy, B. ve Sussman, B.** (1966), "Une Méthode Pour Guider Le Choix En Présence De Points De Vue Multiples", *Note De Travail 49*, Semametra, Direction-Scientifique.
- Bernstein, P. L.**, (1996). *Against the Gods. The Remarkable Story of Risk*. New York: Jhon Wiley & Sons.
- Bhushan, N. ve Rai, K.** (2004), "Strategic Decision Making: Applying The Analytic Hierarchy Process", *Springer Science & Business Media*.
- Bilgi, R.** (2018). "Türkiye'deki İş Sağlığı ve Güvenliğinin Bulanık Mantık Yöntemi ile Analizi", Yüksek Lisans Tezi, T.C. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu, Türkiye.
- Brans, J.P. & Mareschal, B.** (2005), 'Promethee Methods', *Multiple Criteria Decision Analysis, State of the Art Survey*, New York, Springer Science.
- Brans, J.P.** (1982), 'L'ingenierie De La Decision: Elaboration D'instruments D'aide A La Decision. La Methode Promethee', *Universite Laval, Colloque d'aide a la Decision*, Quebec, Canada, ss.183-213.
- Brauers, W.K. & Zavadskas, E.K.** (2006), 'The MOORA Method and its Application to Privatization in a Transition Economy', *Control and Cybernetics*, 35(2), s.:445-469.
- Brauers, W.K. & Zavadskas, E.K.** (2009), 'Robustness of The Multi- Objective MOORA Method with A Test for The Facilities Sector', *Technological And Economic Development of Economy*, 15(2), s.:352-375.
- Brauers, W.K. & Zavadskas, E.K.** (2012), 'Robustness of Multimoora: A Method for Multi- Objective Optimization', *Informatica*, 23(1), s.: 1-25.
- Buchak, L.** (2018), "Decision Theory", *The Oxford Handbook of Philosophy and Probability*, Forthcoming.
- Burgazoğlu, H.** (2015), "Macbeth", B. F. Yıldırım, E. Önder (Ed.), "Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri", Bursa, Dora Yayınları.
- Centel, T.**, (2011). *Türk Borçlar Kanunu'nda Genel Olarak İşçinin Kişiliğinin Korunması*, Sicil, Aralık, S. 24, 13-18.
- Ceylan, H. and Bashelvacı, V.S.** (2011). Risk Analysis with Risk Assessment Matrix Method: An Application. *International Journal of Engineering Research and Development*, 3, pp. 25- 33.
- Chang, K.H.** (2015), 'A Novel General Risk Assessment Method Using The Soft Topsis Approach', *Journal of Industrial and Production Engineering*, 32(6), pp:408-421.
- Charnes, W.C. & Rhodes, E.** (1978), 'Measuring the Efficiency of Decision Making Units' *European Journal of Operations Research*, 2, 429-444.
- Chen, S.J. and Hwang, C.L.** (1992), "Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Methods. In: Fuzzy Multiple Attribute Decision Making". *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, vol 375, Springer, Berlin, Heidelberg.
- Chen, L.Y. & Wang, T.** (2009), Optimizing Partners' Choice in IS/IT Outsourcing Process: The Strategic Decision of Fuzzy Vikor, *International Journal of Production Economics*, 120(1), 233-242.
- Churchman, C.W. & Ackoff, R.L.** (1954), "An Approximate Measure of Value", *Ops. Res.* 2.

- Corporate-Tech Planning Inc.**, (1978). A Manual on Planning and Production Control for Shipyard Use. *Production Oriented Planning Executive Summary*.
- Costa, C.B., Oliveira, C.S. and Vieira, V.** (2008), ‘Prioritization of Bridges and Tunnels in Earthquake Risk Mitigation Using Multi Criteria Decision Analysis: Application to Lisbon’, *Omega*, 36, 442-450.
- Çağlı, A.İ.** (2010), *Bireysel Emeklilik Sisteminin Genel Yapısı ve Emeklilik Şirketlerinin Fon Performanslarına Göre TOPSIS Yöntemi İle Değerlendirilmesi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi - Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü, İstanbul.
- Çelikleş, B. ve Ünlü, N.**, (2018). Creating An Exemplary Risk Assessment Report by Using Risk Assessment Decision Matrix Method. *International Journal of Social Science*. 65, 483-504.
- Çetinkaya, O.**, (2014). *Tersanelerde İş Güvenliği Analizi*. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Çinicioğlu, E. N., Atalay, M. ve Yorulmaz, H.** (2013). Trafik Kazaları Analizi için Bayes Ağları Modeli. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 6(2), 41-52.
- Dağdeviren, M. ve Yüksel, I.** (2007), ‘Personnel Selection Using Analytic Network Process’, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(6): 99-118.
- Dağdeviren, M. ve Eraslan, E.** (2008). PROMETHEE Sıralama Yöntemiyle Tedarikçi Seçimi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(1): 69-75.
- Darwish, H.A. ve Telkhan, I.** (2014), ‘Complexity Divide and Conquer Algorithm for Large Scale Tsp’s’, (*IJACSA*) *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 5(1), pp: 69-75.
- Deng, J.L.** (1989), ‘Introduction to Grey System’, *The Journal of Grey System*, 1(1), pp:1-24.
- Desale, S., Rasool, A., Andhale, S. and Rane, P.** (2015), ‘Heuristic and Meta-Heuristic Algorithms and Their Relevance to The Real World: A Survey’ *Int. J. Comp. Eng. Res. Trends* 2(5), 296–304.
- DoD**, (2000). Department of Defence. *Standard Practice for System Safety*, DoD, MILSTD-882D.
- DTO**, (2017). Deniz Ticaret Odası, Rakamlarla Denizcilik Sektörü ve İstatistikler. *İMEAK DTO Şubat Sayısı Rakamlarla Denizcilik Sektörü ve İstatistikler Eki*.
- Duijne, V. F. H., Aken, V. D. and Schouten, E. G.**, (2008). Considerations in Developing Complete and Quantified Methods for Risk Assessment. *Safety Science*, 46(2), 245-254.
- ECO-REFITEC**, (2011). *Risk Assessment for Shipyards performing retrofits: Analysis of of the risk associated with the greening of existing fleet in EU shipyards*. CP-266278
- Eisenhower**, (2017). The Dwight D. Eisenhower School for National Security and Resource Strategy National Defense University. Spring 2017 Industry Report.
- Ercan, E. ve Kundakçı, N.** (2017). Bir Tekstil İşletmesi için Desen Programı Seçiminde ARAS ve OCRA Yöntemlerinin. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(1): 83-105.
- Erdoğan, A.**, (2015). Hata Ağacı Analizi, Literatür Araştırması ve Orta Ölçekli Bir İşletmede Uygulama. *ÇSGB Çalışma Dünyası Dergisi*, 3(1), 106-122.

- Ergu, D., Kou, G., Shi, Y. and Shi, Yu** (2014), Analytic Network Process in Risk Assessment and Decision Analysis', *Computers And Operations Research Archive*, Computers & Operations Research - Cor. 42. 10.1016/j.cor.2011.03.005.
- Ericson, C. A.**, (2005). Fault Tree Analysis, Chapter11 in: Hazard Analysis Techniques for System Safety, II, John Wiley & Sons, Inc.
- Eroğlu, E. & Lorcu, F.** (2007), 'Veri Zarflama Analitik Hiyerarşı Prosesi (VZAHP) ile Sayısal Karar Verme', *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme Dergisi*, 36 (2), 30-53.
- Ersoy, M., Çelik, M.Y., Yeşilkaya, L. ve Çolak, O.**, (2019) İş Sağlığı ve Güvenliği Problemlerinin Çözümünde Fine-Kinney ve Gia Yöntemlerinin Entegrasyonu. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 34(2) sayfa 751-770 <https://doi.or/10.17341/gazimmfd.416533>
- Ersoz, F. & Atav, A.** (2011), 'Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde MOORA Yöntemi - MOORA Method in an Objective Multi-Criteria Decisions Problems', *Ekonomi, İşletme, Siyaset ve Uluslararası İlişkiler Dergisi*, 2(1),s.: 23-42.
- Europa**, (2018). European Comission Statistics Institute. [https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=sdg\\_08\\_60](https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=sdg_08_60). Erişim tarihi (Ağustos, 2018).
- Flage, R., Aven, T., Baraldi, P. and Zio, E.**, (2014). Concerns, challenges and directions of development for the issue of representing uncertainty in risk assessment, *Risk Analysis*, 34(7), 1196-1207.
- Fredrickson, J.W.** (1986), 'The Strategic Decision Process and Organisational Structure', *Academy of Management Review*, 11 (2). 280- 297.
- Freivalds, A.** (1987), 'Comparison of United States (NIOSH Lifting Guidelines) and European (ECSC Force Limits) Recommendations for Manual Work Limits' *American Industrial Hygiene Association Journal*, 48(8), pp:698-702
- Gilboa, I.** (2009), *Decision Theory*. Working Paper: [http://www.tau.ac.il/~igilboa/pdf/Gilboa\\_PSEn\\_Decision\\_Theory.pdf](http://www.tau.ac.il/~igilboa/pdf/Gilboa_PSEn_Decision_Theory.pdf) (Erişim 01 Mayıs 2018)
- GİSBİR**, (2017). "Türkiye Gemi İnşa Sanayici Birliği". *GİSBİR Sektör Raporu (2015-2016)*.
- Google Maps**. (2018). Türkiye Haritası [Harita]. Erişim adresi: <https://www.google.com.tr/maps/place/Sarp+Yachts/@36.8438315,30.6069483,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x14c393f9db4d4c8f:0xa44fe97c27bca043!8m2!3d36.8438272!4d30.609137> ,
- Govindan, K. & Jepsen, M.B.** (2016), 'Comprehensive Literature Review on Methodologies and Applications', *European Journal of Operational Research*. 250(1), pp:1-29.
- Gratl, F.T., Egger, P., Rauch, W. and Kleidorfer, M.** (2017), 'Comparison of Multi-Criteria Decision Support Methods for Integrated Rehabilitation Prioritization' *Water*. 9 (2), 68.
- Gül, M., Ak, M.F. ve Guneri, A.F.** (2017), 'Occupational health and safety risk assessment in hospitals: A case study using two-stage fuzzy multi criteria approach', *Human and Ecological Risk Assessment Journal*, pp.:1-16.
- Güler, A.** (2015). "Gemi Bakım Onarım Sektöründe Kimyasal Risk Değerlendirmesi". Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

- Güner, H.** (2005), *Bulanık AHP ve Bir İşletme İçin Tedarikçi Seçimi Problemine Uygulaması*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi - Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Güner, R.**, (2013). Tersane Sektöründe Meydana Gelen İş Sağlığı ve Güvenliği Değişimi (2003-2013). *Mühendis ve Makine*. 54 (642): 24-28.
- Hacking, I.** (1975), "The Emergence of Probability", Cambridge University Press, Cambridge.
- Hafeez, K., Malak, N. and Zhang, Y.** (2007), "Outsourcing Non-Core Assets and Competences of A Firm Using Analytic Hierarchy Process", *Computers and Operations Research*, 34 (12): 3592-3608.
- Hansson, S. O.**, (2013). Defining pseudoscience and science. *Philosophy of pseudoscience*. Chicago University Press, pp:61-77
- Hansson, S. O. and Aven, T.**, (2014). Is risk analysis Scientific? *Risk Analysis Journal*, 34(7):1173-1183.
- Hansson, S.O.** (2005), *Decision Theory: A Brief Introduction*.
- Hatefi, S.M. & Tamošaitienė, J.** (2018), 'Construction Projects Assessment Based on the Sustainable Development Criteria by an Integrated Fuzzy AHP and Improved GRA Model' *Sustainability*, 10(4), 991.
- Heckerman, D.**, (2004). A Tutorial on Learning with Bayesian Networks, Technical Report No:MSR-TR-95-06, Microsoft Research.
- Henderson, S.E. & Sugden, D.A.** (1992), "The Movement Assessment Battery For Children". London: Psychological Corporation.
- Henley, E.J. and Kumamoto, H.** (1981). *Reliability Engineering and Risk Assessment*. London: Prentice Hall.
- Hens, T. and Rieger, M.O.** (2016), "A Concise Introduction to Classical and Behavioral Finance", Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Hertz, D.B. and Thomas, H.**, (1983). *Risk analysis and its applications*. Chichester: Wiley.
- Hwang, C. & Yoon, K.P.**, (1981), 'Methods for Multiple Attribute Decision Making', *Multiple Attribute Decision Making. Methods and Applications. A State-of-the-Art Survey*. 58-191.
- İlgaz, C.** (2002), "Küreselleşme ve 1980 Sonrası Türk Basınına ve Toplumuna Yansımaları", İstanbul, İ.Ü İletişim Fakültesi Yayını, İstanbul.
- Ionescu, A.T. and Ionescu, D.**, (2017). Historical Survey of Shipbuilding and Shipping. *Journal of Romanian Literary Studies*, 11, p. 545-553.
- Ishizaka, A. & Nemery, P.** (2013), "Multi-Criteria Decision Analysis: Methods and Software", John Wiley & Sons Ltd. Published, Chichester/UK.
- ISO**, (2009). *Risk management – Principles and Guidelines*. ISO 31000:2009.
- Jacquet, L.E. and Siskos, J.** (1982), 'Assessing A Set Of Additive Utility Functions For Multi-Criteria Decision-Making, The UTA Method', *Eur J Oper Res* 10:151–164.
- Jadidi, O., Hong, T.S., Fatemeh, F., Yusuff, R.M. and Zulkifli, N.** (2008), "TOPSIS And Fuzzy Multi-Objective Model Integration For Supplier Selection Problem", *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 31(2), pp:762-769.
- Johnson, R.M.** (1976), 'Beyond Conjoint Measurement: A Method Of Pairwise Trade-Off Analysis', *Advances in Consumer Research*, 3: 353–358.
- Kalkınma Bakanlığı**, (2018). *Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018)*.

- Kaner, Y.**, (1987). Türk Deniz Kuvvetlerinin Denizcilik Gücü İçindeki Yeri ve Rolü, Müstakbel Denizcilik Gücünü Korumak için Alınacak Tedbirler. *Türk Denizcilik Gücü Sempozyumu*. Deniz Harp Akademisi Komutanlığı, İstanbul, s. 236.
- Keeney, R. & Fishburn, P.** (1974), ‘Seven Independence Concepts and Continuous Multiattribute Utility Functions’, *Journal of Mathematical Psychology*, 11(3): 294-327.
- Keeney, R.L. & Raiffa, H.** (1976), “Decisions with Multiple Objectives”, Wiley, New York.
- Khandan, M. and Koohpaei, A.** (2016), ‘Ergonomics Risk Management in A Manufacturing Company Using Electre’, *Health Scope*, 5(4).
- Kırdağlı, M.**, (2010). *Tersanelerde Verimliliği Etkileyen Parametrelerin Fuzzy AHP Yöntemi ile Analizi*. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Kinney, G.F. & Wiruth, A.D.** (1976). Practical Risk Analysis for Safety Management (No. NWCTP-5865). Naval Weapons Center China Lake CA.
- Koltan, A., Orhon, H. Y., Yılmaz, S., Altay, M., Yılmaz, S. ve Çay, İ.**, (2010). Risk Değerlendirmede Kullanılan L Tipi Karar Matrisi Yönteminin İşçi Sağlığı Uygunluğunun Değerlendirilmesi, *Türk Tabipler Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, 4, 38- 43
- Krabuanrat, K. & Phelps, R.** (1998), ‘Heuristics and Rationality in Strategic Decision Making: An Exploratory Study’, *Journal of Business Research*, 41 (1), pp:83-93.
- Krebs, R.E. and Krebs, C.A.**, (2003). Groundbreaking Scientific Experiments, Inventions and Discoveries of the Ancient World. Greenwood Press Science.
- Kundakçı, N.**, (2016), ‘Combined Multi-Criteria Decision Making Approach Based on Macbeth and Multi-Moora Methods’, *The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems*, 4(1), s.:17-26
- Lee, E., Park, Y. and Shin, J.G.**, (2009). Large Engineering Project Risk Management Using A Bayesian Belief Network. *Expert Systems with Application*, 36(3), pp.: 5880-5887.
- Liu & Lin, Y.** (2010), “*Grey Information Theory and Applications*”, Verlag Berlin Heidelberg Almanya: Springer, s.1-55.
- Liu, H., Liu, L., Liu, N. and Mao, L.**, (2012). ‘Risk evaluation in failure mode and effects analysis with extended VIKOR method under fuzzy environment.’ *Expert Systems with Application*, 39(17), pp.: 12926-12934.
- Liu, Y., Huang, X., Duan, J. and Zhang, H.** (2017), ‘The Assessment of Traffic Accident Risk Based on Grey Relational Analysis and Fuzzy Comprehensive Evaluation Method. Natural Hazards’, *Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards*, 88(3), pp.:1409-1422.
- Marhavilas, P.K. and Koulouriotis, D.E.** (2011). *Developing a new alternative risk assessment framework in the work sites by including a stochastic and a deterministic process: a case study for the Greek Public Electric Power Provider*. 50(3),
- Marhavilas, P.K. and Koulouriotis, D.E.**, (2012). The Deterministic and Stochastic Risk Assessment Techniques in the Work Sites: A FTA-TRF Case



Study. *Risk Management for The Future – Theory and Cases*, Dr. Jan Emblemsvag Ed.

- Marhavilas, P.K., Koulouriotis, D.E. and Mitrakas, C.**, (2014). Fault and Event-Tree Techniques in Occupational Health-Safety Systems – Part I: Integrated Risk-Evaluation Scheme. *Environmental Engineering and Management Journal*. 13(8), 2097-2108.
- Marine Insight**, (2018). *Different Jobs in a Shipyard & Shipbuilding Industry*. [www.marineinsight.com/careers-2/different-Jobs-in-a-Shipyard-Shipbuilding-Industry/amp/](http://www.marineinsight.com/careers-2/different-Jobs-in-a-Shipyard-Shipbuilding-Industry/amp/) Erişim tarihi (Ağustos, 2018).
- Menteş, A.** (2000), *Manevra ve Sevk Sistemi Seçiminde Bulanık Çok Kriterli Karar Verme*, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Menteş, A., Akyıldız, H. ve Helvacıoğlu, İ.H.** (2014), A Grey Based Dematel Technique for Risk Assessment of Cargo Ships. *ICMT2014 Conference*.
- Menteş, A., Akyıldız, H., Yetkin, M. ve Türkoğlu, N.** (2015). A FSA based fuzzy DEMATEL approach for risk assessment of cargo ships at coasts and open seas of Turkey, *Safety Science*. 79, 1-10.
- Menteşe, G., İnce, E. ve Özcan, B.**, (2017). Gemi İnşa Sanayinde İş Sağlığı ve Güvenliği Bilincinin İncelenmesi. *Mühendis ve Makina*. 58(688): s. 53-78.
- Moeinzadeh, P. and Hajfathaliha, A.** (2009), ‘A Combined Fuzzy Decision Making Approach to Supply Chain Risk Assessment’, *International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering*, 3(12), pp.:1631-1647.
- Monforte, P.M., Oliveirab, U.R. and Rochaa, H.M.**, (2015). Failure Mapping Process: An Applied Study in a Shippyard Facility. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*. 12, pp 124-134.
- Mustafa, M.A. & Al-Bahar, J.F.** (1991), Project Risk Assessment Using The Analytic Hierarchy Process, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 38 (1), 46-52.
- Myers, J.H. & Alpert, M.I.** (1968), “Determinant Buying Attitudes: Meaning and Measurement,” *Journal of Marketing*, 32 (July), 13-20.
- Nilsson, M. & Dalkmann, H.** (2001), ‘Decision Making and Strategic Environmental Assessment’, *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, 3(3): 305–327.
- Nyarko, E.K., Cupec, R. and Filko, D.** (2014), ‘A Comparison of Several Heuristic Algorithms for Solving High Dimensional Optimization Problems’, *International Journal of Electrical and Computer Engineering Systems*, 5(1).
- Okumuş, D. ve Barlas, B.**, (2016). ‘Gemi İnşaatı Sektöründe 5x5 Analiz Matrisi ve Fine-Kinney Yöntemlerinin Uygulamalı Bir Karşılaştırması’, *Gemi ve Deniz Teknolojisi Dergisi*, 22(204-205), pp: 95-106
- Onan, A.** (2013), ‘Metasezgisel Yöntemler ve Uygulama Alanları’, *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 17(2), s.:113-128
- Opricovic, S. & Tzeng, G.H.** (2004), ‘Compromise Solution by Mcdm Methods: A Comparative Analysis of Vikor and Topsis’, *European Journal of Operational Research*, 156, 445-455.

- Oturakçı, M. ve Dağsuyu, C.**, (2017). Risk Değerlendirmesinde Bulanık Fine-Kinney Yöntemi ve Uygulaması. *Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, 1(1), 17-25.
- Öçal, M. ve Çiçek, Ö.**, (2017). Türkiye ve Avrupa Birliği'nde İş Kazası Verilerinin Karşılaştırmalı Analizi. *HAK-İŞ Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*. 6(6):616-637.
- Ömürbek, N. & Tunca, M.Z.** (2013), 'Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci Yöntemlerinde Grup Kararı Verilmesi Aşamasına İlişkin Bir Örnek Uygulama', *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(3), s.47-70.
- Özkılıç, Ö.** (2005), 'İş Sağlığı ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri', *Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu (TİSK)*, Ankara, 219 pp.
- Öznel, A.** (2016), "Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi Seçiminde Yeni Bir Yaklaşım", Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstatistik Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- Öztürk, T. & Eren, Ö.** (2019), 'Yaralanmalı İş Kazalarının En Fazla Meydana Geldiği İlk Otuz Sektörün Entropi Tabanlı Sıralama Tekniği İle Ayrıntılı İncelenmesi', *Business & Management Studies: An International Journal*, 7(1), s.153-171.
- Pasman, J.H. & Rogers, W.J.** (2012), 'Risk Assessment by Means of Bayesian Networks: A Comparative Study of Compressed and Liquefied H2 Transportation and Tank Station Risks.' *International Journal of Hydrogen*, 37(22), s.17415-17425.
- Pawlak, Z. & Slowinski, R.** (1994), 'Rough Set Approach to Multi-attribute Decision Analysis', *European Journal Of Operational Research*, 72, s.:443-459.
- Peker, İ. & Birdoğan, B.** (2011), 'Gri İlişkisel Analiz Yöntemi ile Türk Sigortacılık Sektöründe Performans Ölçümü'. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 4(7), s.1-17.
- Radu, L.D.**, (2009). Qualitative, Semi- Qualitative and, Quantitative Methods for Risk Assessment: Case of the Financial Audit. *Stiente Economice*, 56. 643-657.
- Remolina, F.**, (2017). Shipyard Project Management. Project Managers, 1st Ed.
- Rokhsari, S. & Niaraki, A.S.** (2015), "Urban Network Risk Assessment Based on Data Fusion Concept Using Fuzzy-Ahp, Topsis and Vikor in Gis Environment", *Iranian Journal of Operations Research*. 6(2), pp:73-86.
- Saaty, T.L.** (1980), "The Analytic Hierarchy Process", New York: Mc Graw Hill.
- Saaty, T.L.** (1990), "How to Make A Decision: The Analytic Hierarchy Proses", *European Journal of Operation Research*, 48, s. 9-26.
- Samaras, G.D., Gkanas, N.I. and Vitsa, K.C.** (2014), 'Assessing Risk in Dam Projects Using Ahp and Electre I', *International Journal of Construction Management*, 14(4),pp.: 255-266.
- Sambulas, D., Yiotis, G.S. and Panou, K.D.** (1999), "Use of Multicriteria Methods for Assesment of Transportation Projects", *Journal of Transportation Engineering*, 125, 407-414.
- Sanchez, R.L., Pérez, L.C., Blanco, B., Oria, J., Ortega, A., Torre, B., López, C. and Sanfilippo, S.**, (2014). The shipbuilding and naval repair sector in the Atlantic Area. *Journal of Maritime Research*. 11 (1): 99-107.

- Sarul, L.S. ve Eren, Ö.**, (2016), ‘The comparison of MCDM Methods including AHP, TOPSIS and MAUT with an Application on Gender Inequality Index’ *European Journal of Interdisciplinary Studies*, Vol. 4, no. 2, pp. 181-194.
- SEAEurope**, (2018). Shipyards’ and Maritime Equipement Association, *Sea Europe Shipbuilding Market Monitoring Report No 44* (March 2018)
- Senger, Ö. ve Karadağ Albayrak Ö.**, (2016), ‘Gri İlişki Analizi Yöntemi ile Personel Değerlendirme Üzerine Bir Çalışma’, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 17, s.:235-258.
- Silva, M.M., Poletto, T., Silva, L.C., Gusmao, A.P.H. and Costa, A.P.C.S.** (2016), “A Grey Theory Based Approach to Big Data Risk Management Using Fmea”, *Mathematical Problems in Engineering*, 2016(15).
- Statista**, (2017). *Leading shipbuilding companies worldwide in 2017*, based on orders (in million cgt). <https://www.statista.com/statistics/257865/leading-shipbuilding-companies-worldwide-based-on-volume/>. Erişim tarihi (Ağustos, 2018).
- Statista**, (2018). *Number of ships in the world merchant fleet between January 1, 2008 and January 1, 2017, by type*. <https://www.statista.com/statistics/264024/number-of-merchant-ships-worldwide-by-type/> Erişim tarihi (Ağustos, 2018).
- Stoneburner, G., Goguen, A. Y., ve Feringa, A.** (2002). *Sp 800-30, Risk Management Guide for Information Technology Systems*.
- Sum, R.** (2015), “Risk Prioritisation Using The Analytic Hierarchy Process”, *Proceedings of the and Innovation and Analytics Conference & Exhibition*.
- T.C. Ekonomi Bakanlığı** (2016), *Gemi İnşa Sektörü*, erişim 28 Eylül 2018, <[https://ticaret.gov.tr/data/5b87000813b8761450e18d7b/Gemi\\_%C4%B0nsa\\_Sanayi.pdf](https://ticaret.gov.tr/data/5b87000813b8761450e18d7b/Gemi_%C4%B0nsa_Sanayi.pdf)>
- Tambay, A.** (2018). “İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamalarının Örgütsel Bağlılığa Etkisinde Psikolojik Sözleşmenin Aracılık Rolü: Çimento Sektöründe Bir Araştırma”, Doktora Tezi, T.C. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya, Türkiye.
- Taylan, O., Bafail, A.O., Abdulaal, R.M.S. and Kabli, M.R.** (2014), ‘Construction Projects Selection and Risk Assessment by Fuzzy Ahp and Fuzzy Topsis Methodologies’, *Applied Soft Computing*, 17, pp.:105-116.
- Timor, M.** (2011), “*Analitik Hiyerarşi Prosesi*”, Türkmen Kitabevi, İstanbul
- Tozlu, A.** (2016), “Karar Verme Yaklaşımları Üzerinde Herbert Simon Hegemonyası”, *Sayıştay Dergisi*, Sayı:102, s.:27-45.
- Tryfos, P.** (2001), *Decision Theory*, Canada, Chapter 3.
- Usta, S.T.** (2009), ‘Bankacılık Sektöründe Hizmet Kalitesinin Değerlendirilmesi: AHS-TOPSIS Yöntemi’, *Bankacılar Dergisi*, 69, 33-43.
- Ünal, Y.** (2011), “*Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Bir Takım Oyunu için Oyuncu Seçimi Uygulaması*”, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi - Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Ünnü, N.A.A.** (2014), ‘Rasyonel Perspektif İşığında Karar Verme Eylemi: Nitel Bir Analiz’ *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 24, s.:91-116.
- Vatansever, K.** (2013), ‘Tedarikçi Seçim Kararlarında Bulanık TOPSIS Yönteminin Kullanımı ve Bir Uygulama’, *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13 (3), 155-168.

- Vesely, W.E., Goldberg, F.F., Roberts, N.H. and Haasl, D.F.**, (1981). *Fault Tree Handbook. US Nuclear Regulatory Commission*, Washington, DC.
- Watson, H.A.** (1961). *Lunch Control Safety Study*. Section VII Vol. 1, Bell Labs., Murray Hill, NJ, 1961.
- Yıldırım, F. & Önder, E.** (2014), “Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri”, Bursa: Dora Yayınları.
- Yılmaz, N. & Şenol, M.B.** (2017), ‘İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Süreci için Bulanık Çok Kriterli Bir Model ve Uygulaması’, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Vol. 32, no. 1, pp.77-87.
- Yuhua, D. and Datao, Y.** (2005). Estimation of failure probability of oil and gas transmission pipelines by fuzzy fault tree analysis. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 18, 83–88
- Yücel, M. & Ulutaş, A.** (2009), ‘Çok Kriterli Karar Yöntemlerinden Electre Yöntemiyle Malatya’da Bir Kargo Firması için Yer Seçimi’, *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 9 (17), 327-344.
- Zahedi, F.** (1986), ‘The Analytic Hierarchy Process- A Survey of The Method and Its Applications’, *Interfaces*, Vol 16, No 4.
- Zardari, N.H. ve diğ.** (2014), *Weighting Methods and Their Effects on Multi-Criteria Decision Making Model Outcomes in Water Resources Management*, Springer.
- Zhang, N. & Wei, G.** (2013), ‘Extension of VIKOR Method for Decision Making Problem Based on Hesitant Fuzzy Set’, *Applied Mathematical Modelling*, 37(3), 4938–4947.

## EKLER

### EK A

#### Çizelge A.1 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmelikleri

Yönetmelik Adı	Dayandığı Kanun/Madde	Resmi Gazete Tarihi/Sayısı
Asansör İşletme, Bakım ve Periyodik Kontrol Yönetmeliği	6331	24.06.2015 / 29396
Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik	6331/30	25.01.2013 / 28539 Son Değ.16.01.2014/28884
Balıkçı Gemilerinde Yapılan Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik	6331/30	20.08.2013 / 28741
Biyolojik Etkenlere Maruziyet Risklerinin Önlenmesi Hakkında Yönetmelik	6331/30	15.06.2013 / 28678
Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik	6331/30	30.12.2013 / 28867 M. 18.07.2017/30127
Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik	6331/30	28.07.2013 / 28721
Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul Ve Esasları Hakkında Yönetmelik	6331/16, 17, 18, 30	15.05.2013 / 28648 24.05.2018/30430
Çalışanların patlayıcı ortamların tehlikelerinden korunması hakkında yönetmelik	6331/30	30.04.2013 / 28633
Çalışanların titreşimle ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmelik	6331/30	22.08.2013 / 28743
Ekranlı araçlarla çalışmalarda sağlık ve güvenlik önlemleri hakkında yönetmelik	6331/30	16.04.2013 / 28620
Elle Taşıma İşleri Yönetmeliği	6331/30	24.07.2013 / 28717
Gebe Veya Emziren Kadınların Çalıştırılma Şartlarıyla Emzirme Odaları Ve Çocuk Bakım Yurtlarına Dair Yönetmelik	6331/30	16.08.2013 / 28737
Geçici veya Belirli Süreli İşlerde İş Sağlığı ve Güvenliği Hakkında Yönetmelik	6331/30	23.08.2013 / 28744

İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği	6331/30, 31	25.04.2013 / 28628 Son Değ.24.04.2017/30047
İş Güvenliği Uzmanlarının Görev, Yetki, Sorumluluk ve Eğitimleri Hakkında Yönetmelik	6331/3,30	29.12.2012 / 28512 Son Değ.15.02.2016/29625
İş Hijyeni Ölçüm, Test ve Analiz Laboratuvarları Hakkında Yönetmelik	6331/10, 24, 27, 30, 31	24.01.2017 /29958
İş Sağlığı ve Güvenliği Hizmetleri Yönetmeliği	6331/6,8,30	29.12.2012 / 28512 Son Değ.30.06.2016/29758
İş Sağlığı ve Güvenliği Hizmetlerinin Desteklenmesi Hakkında Yönetmelik	6331/7	24.12.2013 / 28861
İş Sağlığı ve Güvenliği Kurulları Hakkında Yönetmelik	6331/22,30	18.01.2013 / 28532
İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği	6331/10,30	29.12.2012 / 28512
İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik	6331/30	17.07.2013 / 28710
İşyeri Hekimi ve Diğer Sağlık Personelinin Görev, Yetki, Sorumluluk ve Eğitimleri Hakkında Yönetmelik	6331/30	20.07.2013 / 28713 Son Değ.07.03.2016/29646
İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik	6331/11, 12, 30	18.06.2013 / 28681
İşyerlerinde İşin Durdurulmasına Dair Yönetmelik	6331/25, 30	30.03.2013 / 28603 Son Değ:11.02.2016/29621
İşyerlerinde İşveren veya İşveren Vekili Tarafından Yürütülecek İş Sağlığı ve Güvenliği Hizmetlerine İlişkin Yönetmelik	6331/6	29.06.2015 / 29401 Son Değ:21.05.2018/30427
Kanserojen veya Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik	6331/30	06.08.2013 / 28730
Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik	6331/30	12.08.2013 / 28733
Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik	6331/30	02.07.2013 / 28695
Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği	6331/30	19.09.2013 / 28770 Son Değ.18.11.2017/30244
Sağlık Kuralları Bakımından Günde Azami Yedi Buçuk Saat veya Daha Az Çalışılması Gereken İşler Hakkında Yönetmelik	6331/30	16.07.2013 / 28709
Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliği	6331/30	11.09.2013 / 28762

Tehlikeli ve Çok Tehlikeli Sınıfta Yer Alan İşlerde Çalıştırılacakların Mesleki Eğitimlerine Dair Yönetmelik	6331/17, 30	13.07.2013 / 28706
Tozla Mücadele Yönetmeliği	6331/30	05.11.2013 / 28812
Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Konseyi Yönetmeliği	6331/21	05.02.2013 / 28550
Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği	6331/30	05.10.2013 / 28786



## Çizelge A.2 Tersane Sektörü Riskleri ile Bağlantılı Olan Yönetmelikler

### Yönetmelik Adı

### Açıklama / Neden

Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik

Asbest içeren gemilerin bakım, onarım veya söküm işlerinde yönetmelik hükümlerine göre çalışılır.

Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik

Yönetmelikte, tehlikeli maddeler bulunduran kuruluşlarda büyük endüstriyel kazaların önlenmesi ve muhtemel kazaların insanlara ve çevreye olan zararlarının en aza indirilmesi amacıyla, yüksek seviyede, etkili ve sürekli korumayı sağlamak için alınması gerekli önlemler belirtilir. Tersanelerin bu kapsama girip girmediği yönetmeliğin Ek-1 'ine göre değerlendirilir.

Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik

Tersanelerde proses gereği gürültülü alanlar oluşmakta ve yönetmelik hükümlerine göre çalışanların risklerden korunmaları için asgari gereklilikler belirlenir.

Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul Ve Esasları Hakkında Yönetmelik

Çalışanların ve alt yüklenicilerin eğitimlerinin düzenlenmesi yönetmelik hükümlerine göre gerçekleştirilir.

Çalışanların patlayıcı ortamların tehlikelerinden korunması hakkında yönetmelik

Tersanelerde oluşabilecek patlayıcı ortamların tehlikelerinden korumak için alınması gereken önlemlere ilişkin usul ve esaslar yönetmeliğe göre belirlenmektedir. Yönetmelik hükümlerine göre Patlamadan Korunma Dokümanı oluşturulmaktadır.

Çalışanların titreşimle ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmelik

Çalışanların mekanik titreşime maruz kalmaları sonucu oluşabilecek sağlık ve güvenlik risklerinden korunmalarını sağlamak için yönetmelik hükümlerine göre asgari gereklilikler belirlenir. Yönetmelik içerisinde belirtilen Maruziyet sınır değerlerine göre titreşim ölçüm sonuçları değerlendirilir.

Ekranlı araçlarla çalışmalarda sağlık ve güvenlik önlemleri hakkında yönetmelik

Tersanede özellikle Planlama, Dizayn bölümleri gibi ekranlı araç kullanan bölümler için alınacak asgari sağlık ve güvenlik önlemlerine ilişkin usul ve esaslar yönetmelik hükümlerine göre belirlenir.

Elle Taşıma İşleri Yönetmeliği

Yönetmelik, elle taşıma işlerinden kaynaklanabilecek sağlık ve güvenlik risklerinden, özellikle sırt ve bel incinmelerinden, çalışanların korunmasının sağlanması için hükümler içerir.

İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği

Yönetmeliğe göre iş ekipmanlarının kullanımı ile ilgili sağlık ve güvenlik yönünden uyulması gerekli asgari şartlar belirlenir. Ayrıca Tersanelerde kullanılan



İş Sağlığı ve Güvenliği Kurulları Hakkında Yönetmelik

tüm makine/ekipman/donanımların (tezgahlar, kompresör, tank, kazan, tüp, kaldırma-iletme-taşıma araçları, elektrik-topraklama-paratoner tesisatı, havalandırma tesisatı, yangın tüpleri vb.) bakım, onarım ve periyodik kontrollerine ait usul ve esaslarda yönetmelik dikkate alınır.

Tersanelerde kurulacak İSG kurulları yönetmelik hükümlerine göre düzenlenir.

İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği

Tersanede iş sağlığı ve güvenliği yönünden yapılacak risk değerlendirmesinin usul ve esaslarını yönetmelik hükümleri belirler.

İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik

İşyeri bina ve eklentilerinde bulunması gereken asgari sağlık ve güvenlik şartlarını yönetmelik hükümleri belirler. Ancak Yapı ve benzeri geçici veya hareketli iş alanlarında, inşası yapılan gemi, yat, tekne vb. alanlarda yönetmelik uygulanamaz.

İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik

Acil durum planlarının hazırlanması, önleme, koruma, tahliye, yangınla mücadele, ilk yardım ve benzeri konularda yapılması gereken çalışmalar ile bu durumların güvenli olarak yönetilmesi ve bu konularda görevlendirilecek çalışanların belirlenmesi ile ilgili usul ve esasları yönetmelik hükümleri belirler. Tersanede oluşturulacak Acil Durum Planı ve yapılacak tatbikatlar yönetmeliğe uygun düzenlenir.

İşyerlerinde İşin Durdurulmasına Dair Yönetmelik

Yönetmelik; İşyerindeki bina ve eklentilerde, çalışma yöntem ve şekillerinde veya iş ekipmanlarında çalışanlar için hayati tehlike oluşturan bir husus tespit edildiğinde veya çok tehlikeli sınıfta yer alan maden, metal ve yapı işleri ile tehlikeli kimyasallarla çalışılan işlerin yapıldığı veya büyük endüstriyel kazaların olabileceği işyerlerinde risk değerlendirmesi yapılmamış olması durumlarında işyerinin bir bölümünde ya da tamamında bu tehlike giderilinceye kadar işin durdurulması ile bu Yönetmeliğe göre durdurma kararı uygulanmış işyerinde çalışmaya tekrar başlanmasına izin verilmesinin usul ve esaslarını belirler.

Kanserojen veya Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik

Kanserojen veya mutajen maddelere maruziyetinden kaynaklanabilecek sağlık ve güvenlik risklerinden korunması için bu maddelere maruziyetin önlenmesi ve sınır değerler de dâhil olmak üzere asgari gereklilikler yönetmeliğe uygun düzenlenir. Yönetmeliğin ekinde özellikle tersaneleri yakından ilgilendirecek Sert ağaç tozlarına

Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik	ait mesleki Maruziyet sınır değerleri verilmiştir.
Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik	Tersanelerde kimyasallar yoğun kullanılmaktadır. Yönetmelik hükümleri kullanılan veya herhangi bir şekilde işlem gören kimyasal maddelerin etkilerinden kaynaklanan mevcut veya ortaya çıkması muhtemel risklerden çalışanların sağlığını korumak ve güvenli bir çalışma ortamı sağlamak için asgari şartları belirler.
Sağlık Kuralları Bakımından Günde Azami Yedi Buçuk Saat veya Daha Az Çalışması Gereken İşler Hakkında Yönetmelik	Tersanelerde kullanılan kişisel koruyucu donanımlarda bulunması gereken özellikler, belirli riskler için ilave gereksinimler yönetmelik hükümlerinde yer almaktadır.
Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliği	Yönetmelikte çalışanların sağlık kuralları bakımından, çalışabilecekleri azami çalışma sürelerini düzenlemektir. Günde azami yedi buçuk saat çalışılabilecek işler arasında: her çeşit koruyucu gaz altında yapılan kaynak işleri, toz altı kaynak işleri ve Oksijen ile elektrik kaynağı işleri yer almaktadır. Tersanelerde Kaynak işlemlerinde görevlendirilen çalışanların çalışma süreleri yönetmeliğe uygun düzenlenmelidir.
Tehlikeli ve Çok Tehlikeli Sınıfta Yer Alan İşlerde Çalıştırılacakların Mesleki Eğitimlerine Dair Yönetmelik	İşyerlerinde kullanılacak sağlık ve güvenlik işaretlerinin uygulanması ile ilgili asgari gereklilikler yönetmelik hükümlerine göre belirlenir. Tersanelerde kullanılacak İSG levhaları seçiminde yönetmelik esasları dikkate alınır.
Tozla Mücadele Yönetmeliği	Çok tehlikeli sınıfta yer alan tersanelerde çalışanların mesleki eğitimleri yönetmeliğe uygun olarak düzenlenir.
	Proses gereği toz oluşumunun yoğun yaşandığı tersane birimlerinde yönetmeliğe uygun olarak düzenlemeler yapılır. Bununla birlikte toz maruziyet sınır değerlerine yönetmelikte yer verilmiştir.

### **Çizelge A.3 Yönetmeliklerde Risk Değerlendirmesine İlişkin Hususlar**

<b>İlgili Yönetmelik</b>	<b>Risk Değerlendirmesine İlişkin Madde</b>
Asbestle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik	Madde 6
Biyolojik Etkenlere Maruziyet Risklerinin Önlenmesi Hakkında Yönetmelik	Madde 6
Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması Hakkında Yönetmelik	Madde 8
Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik	Madde 6, 7
Çalışanların patlayıcı ortamların tehlikelerinden korunması hakkında yönetmelik	Madde 6
Çalışanların titreşimle ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmelik	Madde 6, 7
Ekranlı araçlarla çalışmalarda sağlık ve güvenlik önlemleri hakkında yönetmelik	Madde 5
İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği	Madde 1.4, 4.1
İş Güvenliği Uzmanlarının Görev, Yetki, Sorumluluk ve Eğitimleri Hakkında Yönetmelik	Madde 9
İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği	Yönetmelik bütünüyle risk değerlendirme usul ve esaslarını içerir
İşyeri Hekimi ve Diğer Sağlık Personelinin Görev, Yetki, Sorumluluk ve Eğitimleri Hakkında Yönetmelik	Madde 9
İşyerlerinde İşin Durdurulmasına Dair Yönetmelik	Madde 7
Kanserojen veya Mutajen Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik	Madde 5
Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik	Madde 6
Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği	Madde 6, 8, 10, 11

## EK B

Çizelge B.1 Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Karşılaştırması

Yöntem	Problem Türü	Açıklama	Veri Türü	Hesaplamalar	Hesaplama Zamanı	ÇKKV Yazılımları İhtiyacı	Avantaj	Dezavantaj
AHP	Seçim ve Sınıflama	<ul style="list-style-type: none"> <li>Her bir karar alternatifini, karar vericinin kriterlerini yakalama derecesine göre sıralamak için rakamsal değerler geliştirme sürecidir.</li> </ul>	Kalitatif ve Kantitatif	Basit	Çok Fazla	Yok	<ul style="list-style-type: none"> <li>Çok Bireyli, Çok Kriterli yapıları çözer.</li> <li>Esnek bir modelleme aracıdır.</li> <li>Farklı bilgi, tecrübe ve eğitim sahibi bireylerin kararlarını birleştirerek tek bir sonuca ulaşılabilir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yeni bir alternatif karar problemine dahil edildiğinde ya da çıkarıldığında diğer alternatiflerin öncelikleri değişebilir.</li> <li>Analize sonradan kriter ilave edildiğinde tüm süreç baştan başlar.</li> <li>Karar vericilerin tecrübe, bilgi düzeyi ve yargıları AHP verilerini oluşturur. (İkili karşılaştırma)</li> <li>Büyük boyutlu matrislerin oluşturulması için çok sayıda iki karşılaştırma gerekir.</li> </ul>
AAS	Seçim ve Sınıflama	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sonlu sayıda seçeneği olan karar problemlerini, kararı etkileyen faktörleri ve seçenekleri ağ yapısı ile çözen yöntemdir.</li> </ul>	Kalitatif ve Kantitatif	Basit	Çok Fazla	Yok	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kriterler ve alternatifler arasındaki bağımlılık ve geri bildirim problemlerini de çözer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Karar problemlerine ait ağ yapısının oluşturulması oldukça zaman alır.</li> <li>Ağ yapısının oluşturulması karmaşıklığı artırır.</li> <li>Kriterler ve kriterlerin oluşturduğu kümeler arasında bağımlılıkların sayısının çok olması durumunda model karmaşık hale gelir.</li> <li>İkili karşılaştırma sayısı oldukça fazladır.</li> <li>Alternatif sayısının çok olması (7'den çok) veya alternatiflerin heterojen olması da problem yaratabilmektedir.</li> </ul>

GRI İLİŞKİSEL ANALİZ	Seçim ve Sıralama	<ul style="list-style-type: none"> <li>Olasılıksal ve bulanık yöntemler yardımı ile sonuçlandırılmayacak şekilde belirsizlikler içeren ve sınırlı sayıda veri kullanılmasının gerekli olduğu çeşitli problemlerde en iyi seçimlerin gerçekleştirilmesi için kullanılan yöntemdir.</li> </ul>	Kalitatif ve Kantitatif	Basit	<ul style="list-style-type: none"> <li>Belirsizliklerin davranışlarını sınırlı sayıdaki veri yardımıyla tahmin edebilir. Yani belirsiz sistemlerin modellenmesi ve bilinmeyen bilgilerin tamamlanması üzerine analizler yaparak bir ilişki analizi yürütür</li> <li>Hesaplama yoğunluğu ve zorluğu içeren orta ve büyük ölçekli endüstriyel problemlerin modellenebilmesine imkan tanır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hesaplamalar bilgisayarlar aracılığıyla çok fazla yapılır.</li> <li>Bazen nicelik olarak yapılan analizlerin nitelik olarak yapılan analizlerle aynı sonuçlar içermeyebilir.</li> <li>Mevcut verilerin bir takım tipik olasılık dağılımları göstermesini ister.</li> </ul>
	Sıralama ve Seçim	<ul style="list-style-type: none"> <li>Farklı kriterlere bağlı olarak seçilen alternatifler kümesinden elemanların seçimi ve sıralanması işlemidir. İdeale en yakın uygun çözüm (uzlaşık çözüm) bulunur.</li> </ul>		Basit		

Yöntem	Problem Türü	Açıklama	Veri Türü	Hesaplamalar	Hesaplama Zamanı	ÇKKV Yazılımları İhtiyacı	Avantaj	Dezavantaj
TOPSIS	Seçim ve Sınıflama	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alternatifler ideal olan çözüme en yakın veya en uzak olarak sıralanır ve karar verme işleminde bu uzaklık göz önünde bulundurulur.</li> <li>• Genel olarak bu yöntemin kullanıldığı problemler fayda kriterlerinin maksimize edilmesi ve aynı zamanda maliyet kriterlerinin ise minimize edilmesi istenilen problemlerdir.</li> </ul>	Kantitatif	Basit	Orta	Yok	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basit bir matematiksel denklemden hareketle her bir alternatifin göreceli performansının ölçülmesine imkân sağlar.</li> <li>• Her bir alternatifin kendi değerini almasını ve alternatifler arasındaki farklılıklar ve kriterlerin birbirlerinden ne kadar farklı oldukları konusunda iyi bir görüş elde edilebilir.</li> <li>• Sonlu sayıda alternatif kullanılabilir.</li> <li>• Kullanıcısından az girdi parametresi alır ve çıktıların anlaşılması kolaydır.</li> <li>• Sonuçların yorumlanması kolaydır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Başlangıçta her kriter için bir değer atanması mecburiyeti bulunur. Dolayısı ile karar kriterlerinde belirsizlik bulunmaması gereklidir.</li> <li>• Verilen ağırlık değerlerinin küçük olması durumunda kriterler arasındaki mesafe azalmakta ve sıralama gücü oluşmaktadır.</li> </ul>
ELECTRE	Seçim, Sınıflama ve Sıralama	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kriterler için alternatifler arasındaki ikili üstünlük karşılaştırmasına dayanır. Her bir ölçüt için bir verimlilik ve önem derecesi belirlenir. Söz konusu ölçüler yardımı ile her bir alternatif puanlanır ve en nihayetinde karar verici bu puanlamaya göre seçimini gerçekleştirir.</li> </ul>	Kalitatif ve Kantitatif	Orta	Fazla	Yok	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alternatiflerin, sıralarının sunulduğu ölçekte farklılıkların karşılaştırmasının zor olduğu, "zayıflık"larının aralık ölçekte değerlendirilmesi gerektiği durumlarda kullanılabilir.</li> <li>• Küçük farklılıkların önemsiz olmakla birlikte, küçük farkların toplamı belirleyici oluyor ise yöntem kullanılabilir.</li> <li>• Veri setinin mükemmel olmadığı durumların ele alınmasına izin verir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Karar vermede ölçütlerin sayısı ve ağırlıklarının belirgin tespiti modelin başarısını etkilemektedir.</li> <li>• Hesaplamalar uzundur.</li> </ul>
PROMETHEE	Seçim ve Sınıflama	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Karar vericinin isteğine en uygun seçimin yapılabilmesi için geliştirilmiş birçok ölçütlü öncelik belirleme metodudur.</li> </ul>	Kalitatif ve Kantitatif	Orta	Fazla	Yok	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Karar verme süreci içerisinde başlangıçta belirlenen ağırlık değerlerinin istenildiği şekilde değiştirilebilir.</li> <li>• Her kriterin karar vericiler tarafından belirlenmiş tercih fonksiyonunu dikkate alır, böylece her kriter farklı şekilde değerlendirilebilir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ağırlık belirlemede bir kılavuzluk sağlamaz, karar vericinin ağırlıkları kriterlere uygun bir şekilde dağıttığını farz eder.</li> </ul>

Yöntem	Problem Türü	Açıklama	Veri Türü	Hesaplamalar	Hesaplama Zamanı	ÇKKV Yazılımları İhtiyacı	Avantaj	Dezavantaj
MOORA	Seçim ve Sıralama	<ul style="list-style-type: none"> <li>Farklı öngörülerin gruplanmasını hedefleyen bu yöntemde tüm alternatifler, amaçlar ve amaçlar arasında bulunan tüm ilişkiler bir bütün olarak ele alınır.</li> </ul>	Kantitatif	Basit	Çok Az	Yok	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tüm amaçları dikkate ve değerlendirmeye alır.</li> <li>Alternatifler ve amaçlar arası tüm etkileşimleri parça parça değil, aynı anda göz önüne alır,</li> <li>Sübjektif ağırlıklı normalleştirme yerine sübjektif olmayan yönsüz değerler kullanılır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Farklı normalleştirme sonuçları ile elde edilen alternatiflerin değerlendirilmesinde, normalleştirmenin referans noktasına göre uygularken, problemin veya verinin tipine göre farklı normalleştirme metodlarının uygulanması gerekir</li> </ul>
MACBETH	Seçim ve Sınıflama	<ul style="list-style-type: none"> <li>Karar verici için farklı seçeneklerin görece olarak tercih edilme düzeyini gösteren yöntemdir.</li> <li>Kalitatif yargılardan yola çıkarak kantitatif karar verme tekniği oluşturmayı amaçlar.</li> </ul>	Kalitatif	Basit	Çok Az	Yok	<ul style="list-style-type: none"> <li>Yaklaşım, problem üzerine interaktif öğrenmeyi desteklemekte olup, öncelik verilmesi için kolaylık sağlamakta ve alternatifleri sıralamada bireysel ve grup değerlendirme proseslerini içermektedir.</li> <li>Kriter ağırlıklarını açıkça belirler.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Karar verici iki seçenek arasındaki tercih edilme düzeyleri ile ilgili olarak kalitatif yargılar yapması gerekir.</li> <li>Karşılaştırma tablolarında uyumsuzluğa yer yoktur.</li> <li>Özellikle çok sayıda kriter ve seçenek olduğunda gerekli bilgilerin elde edilmesi zaman alıcı olabilmekte ve büyük gayret gerektirmektedir.</li> </ul>
MAUT	Seçim ve Sınıflama	<ul style="list-style-type: none"> <li>MAUT yönteminde temel amaç kriterlerin değerlendirilmesinde kullanılacak fonksiyonun elde edilmesi ve birden fazla değerlendirme kriterine sahip olan alternatifler arasından tüm kriterler bakımından istenilen amaca en uygun alternatifin seçilmesidir.</li> </ul>	Kalitatif ve Kantitatif	Orta	Orta	Yok	<ul style="list-style-type: none"> <li>Öznel veriler hesaplanabilir hale getirilerek en çok fayda sağlayan alternatifin bulunması sağlanabilir.</li> <li>MAUT yöntemi çelişen hedefler arasından seçim yapılabilmesi için mantıklı ve çözülebilir bir yol sağlamaktadır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>MAUT yönteminde nitel ve nicel kriterler bir arada kullanılmaktadır. Karar verme aşamasında belirlenen nicel sayılabilir kriterler (fiyat, boyut, uzaklık vb.) kolaylıkla değerlendirilirken nitel kriterlerde (şıklık, güzellik, statü vb.) MAUT yöntemiyle kolaylıkla değerlendirilmektedir.</li> </ul>

Tablonun Kaynakları:

- Yıldırım, F & Önder, E (eds) 2015, Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, Dora Yayınları, Bursa.
- Ömürbek, N., Karaatlı, M., Balcı, HM., 2016, 'Entropi Temelli MAUT ve SAW Yöntemleri İle Otomotiv Firmalarının Performans Değerlemesi', *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 31(1), s.:227-255
- Ersoz, F & Atav, A 2011, 'Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde MOORA Yöntemi - MOORA Method in an Objective Multi-Criteria Decisions Problems', *Ekonomi, İşletme, Siyaset ve Uluslararası İlişkiler Dergisi*, 2(1),s.: 23-42.
- Erden, C, Ceviz. E., 2015, 'Gri sistem teorisi kullanılarak Türkiye'nin büyüme oranı faktörlerinin analizi', *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 19(3), s.:361-369

(Aydemir vd. 2013) Aydemir, E., Bedir, F., Özdemir, G 2013, 'Gri Sistem Teorisi Ve Uygulamaları: Bilimsel Yazın Taraması', *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 18(3), s.187-200.

(Costa vd., 2008) Costa, CB, Oliveira, CS, Vieira V 2008, 'Prioritization of Bridges and Tunnels in Earthquake Risk Mitigation Using Multi Criteria Decision Analysis: Application to Lisbon', *Omega*, 36, 442-450.

- Baş, M, Çakmak. Z., 2012, 'Gri İlişkisel Analiz ve Lojistik Regresyon Analizi ile İşletmelerde Finansal Başarısızlığın Belirlenmesi ve Bir Uygulama', *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(3), s.:63-82



## EK C

### Çizelge C.1 Tersanelere Ait Tehlikeler ve Tehlike Kodları

Ana Kriter	Alt Kriter	Tehlike Kodu	Tehlike Tanımlaması
Planlama	Çalışma Ortamı	T.001	Takarya konumlandırma planının yapılmaması / uygun yerleştirilmemesi
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.002	Takaryaların aşınması/hasarlı olması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.003	Takaryaların uygun olmayan malzemeden yapılmış olması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.004	Geminin / yatın denize inişi sırasında römorkörler tarafından halat ile çekilmesi sırasında kopması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.005	Gemi / yat bağlantı elemanlarının (zincir, halat vb.) kopması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.006	Geçiş platformlarının hasarlı olması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.007	Geçiş platformlarının eksik olması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.008	Geçiş platformlarının yan korkuluklarının bulunmaması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.009	İskele üzerinden malzeme düşmesi
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.010	İskelelerin ve bağlantı elemanlarının uygun malzemeden yapılmaması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.011	İskelelerde emniyetli iniş ve çıkışlar için standartlara uygun özellikte ve sayıda merdiven bulunmaması
Teknik Şartlar	Elektrik	T.012	İskele üzerinde çalışmalarda elektrik çarpması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.013	İskelelerin kurum söküm işlemlerinin yetkisiz kişiler tarafından yapılması
Planlama	Organizasyon	T.014	Habersiz ve kontrol dışı iskele kurum ve söküm çalışması yapılması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.015	Kullanılan iskelelerin periyodik olarak kontrol edilmemesi
Planlama	Çalışma Ortamı	T.016	İskelelerin üzerinde çalışma izni veya yasağını gösteren tabelaların bulunmaması
Planlama	Organizasyon	T.017	İskele elemanlarının hasarlanmaya açık, uygun olmayan alanlarda depolanması, istiflenmesi
Planlama	Organizasyon	T.018	Habersiz ve kontrol dışı yüksekte çalışma yapılması
Planlama	Çalışma Ortamı	T.019	İskele kurulmadan yüksekte çalışma yapılacak yerlerde (örneğin çatı vb.) güvenli hareket ortamının bulunmaması

Çalışanlar	Yetkinlik	T.020	Yüksekte çalışma kurallarının personeller tarafından bilinmemesi
Planlama	Organizasyon	T.021	Habersiz ve kontrol dışı yıkama işlemi yapılması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.022	Yıkama işlemi kurallarının personeller tarafından bilinmemesi
Planlama	Organizasyon	T.023	Yıkama yapılacak alanın belirlenmemesi (Çalışma yapılan alanda başka çalışmaların yapılması)
Teknik Şartlar	Makine	T.024	Yıkama işleminde kullanılan basınçlı ekipmanın (su jeti vb.) periyodik bakım kontrollerinin yapılmaması
Teknik Şartlar	Makine	T.025	Yıkama işleminde kullanılan basınçlı ekipmanın üzerinde imalatçı firma, imalat tarihi, azami çalışma basıncı gibi bilgiler yazan etiket olmaması
Teknik Şartlar	Makine	T.026	Yıkama işleminde kullanılan basınçlı ekipmanla çalışmaya başlamadan önce valf, basınç ayarları vb. kontrollerin yapılmaması
Teknik Şartlar	Makine	T.027	Basınçlı su hortumlarının devreye alınmadan önce hortum başlığının muhafaza altına alınmaması
Teknik Şartlar	Elektrik	T.028	Yıkama işleminde statik elektrik oluşması
Planlama	Organizasyon	T.029	Yıkama işlemi yapılan ortamda elektrikli ekipmanların bulunması
Planlama	Organizasyon	T.030	Yıkama işleminde ortaya çıkan suyun çevreye kontrolsüz yayılması
Planlama	Organizasyon	T.031	Habersiz ve kontrol dışı raspa işlemi yapılması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.032	Raspa işlemi kurallarının personeller tarafından bilinmemesi
Planlama	Organizasyon	T.033	Raspa yapılacak alanın belirlenmemesi (Çalışma yapılan alanda başka çalışmaların yapılması)
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.034	Raspa işleminde kullanılan ekipmanın (hava tankı, kazan, nozul, silo vb.)periyodik bakım kontrollerinin yapılmaması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.035	Hava tankının uygun basınçta çalıştırılmaması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.036	Raspa hortumlarının ve bağlantı elemanlarının yırtık, hasarlı ve darbe almış olması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.037	Raspa hortumlarının basınç altında iken kazan bağlantı noktalarından çıkması, fırlaması
Teknik Şartlar	Elektrik	T.038	Raspa işinde kullanılan elektrikli ekipmana (pompa vb.) topraklama yapılmaması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.039	Nozulun aşınmaya dayanıklı malzemedan yapılmaması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.040	Siloların düzgün olmayan zemine yerleştirilmesi
Planlama	Organizasyon	T.041	Raspa ekibinin uygulamalar sırasında etkin şekilde haberleşmemesi

Planlama	Çalışma Ortamı	T.042	Yüzeyden kalkan toz ve kirlerin ortama yayılması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.043	Raspalama ekipmanında geri tepme meydana gelmesi
Planlama	Organizasyon	T.044	Kullanılan gritlerin kontrol dışında çevreye dağılması
Planlama	Kişisel Güvenlik	T.045	Raspa yapan personellerin temiz hava solumaması
Planlama	Organizasyon	T.046	Habersiz ve kontrol dışı boya işlemi yapılması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.047	Boya işlemi kurallarının personeller tarafından bilinmemesi
Planlama	Organizasyon	T.048	Boya yapılacak alanın belirlenmemesi (Çalışma yapılan alanda başka çalışmaların yapılması)
Kimyasal	Kimyasal	T.049	Boya yapılacak alanda sıcak çalışmaların (kaynak, taşlama vb.) yapılması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.050	Boya çalışmalarında kullanılan ekipmanların standartlara uygun olmaması, arızalı veya uygun olmayan ekipmanların kullanımı
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.051	Kullanılan ekipmanın periyodik bakım kontrollerinin yapılmaması
Teknik Şartlar	Elektrik	T.052	Boyama işinde kullanılan elektrikli ekipmanın (tabanca vb.) statik elektrik oluşturması
Kimyasal	Kimyasal	T.053	Çalışma alanında kıvılcım kaynağı (sigara, çakmak, telefon vb.) olabilecek materyallerin bulunması
Planlama	Çalışma Ortamı	T.054	Boya yapılacak alanda gereksiz malzemelerin bulunması
Planlama	Organizasyon	T.055	Kullanılan boya ve kimyasalların Malzeme Güvenlik Bilgi Formlarının (MSDS) olmaması
Kimyasal	Kimyasal	T.056	Boş boya kutularının çalışma alanında bırakılması
Kimyasal	Kimyasal	T.057	Boya kutu kapaklarının açık bırakılması
Kimyasal	Kimyasal	T.058	Boya ve boya işlerinde kullanılan kimyasalların, çalışma alanlarında tanımsız kaplar içerisinde bulundurulması
Planlama	Kişisel Güvenlik	T.059	Boya yapan personellerin temiz hava solumaması
Planlama	Çalışma Ortamı	T.060	Boya yapılan alanlarda yeterli ve uygun havalandırmanın sağlanmaması, gaz birikmesi
Planlama	Çalışma Ortamı	T.061	Boya yapılan alanlarda yangına müdahale ekipmanlarının bulunmaması.
Planlama	Çalışma Ortamı	T.062	Boya yapılan alanda gerekenden fazla boya ve diğer kimyasal maddelerin bulundurulması
Kimyasal	Kimyasal	T.063	Solvent ile ıslanmış materyallerin (bez parçası vb.) çalışma alanında gelişigüzel bir şekilde bulunması

Planlama	Organizasyon	T.064	Habersiz ve kontrol dışı sıcak çalışma yapılması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.065	Sıcak çalışma işlemi kurallarının personeller tarafından bilinmemesi
Planlama	Organizasyon	T.066	Sıcak çalışma yapılacak alanın belirlenmemesi (Çalışma yapılan alanda başka çalışmaların yapılması)
Planlama	Çalışma Ortamı	T.067	Sıcak işlem gören malzemedan gaz ( karbon monoksit, nitrojen oksitleri, kurşun vb.) çıkması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.068	Sıcak çalışmada kullanılan ekipmanların standartlara uygun olmaması, arızalı veya uygun olmayan ekipmanların kullanımı
Planlama	Çalışma Ortamı	T.069	Sıcak çalışma yapılan alanda alev alabilen, yanıcı, toksik atıkların bulunması
Planlama	Organizasyon	T.070	Sıcak çalışmada kullanılan gaz tüplerinin sıcak işlem yapılacak yere uygun şekilde taşınmaması
Planlama	Organizasyon	T.071	Basınçlı gaz tüplerinin dik olarak bulundurulmaması
Planlama	Organizasyon	T.072	Basınçlı gaz tüplerinin güneşin dik ışınlarına maruz kalması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.073	Basınçlı gaz tüplerine yağlı ellerle dokunulması
Planlama	Organizasyon	T.074	Basınçlı gaz tüplerinin ısı ve alev kaynaklarına yakın olması
Planlama	Çalışma Ortamı	T.075	Çalışılan ortamda kontrol dışı kaynak, şaloma vb. ekipmanın bulunması
Planlama	Çalışma Ortamı	T.076	Sıcak çalışma sırasında ortaya çıkan ışınlar
Planlama	Çalışma Ortamı	T.077	Kullanılan ekipmandan kaynaklı gürültü
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.078	Sıcak işlemlerde kullanılan ekipmanın alev geri tepme emniyet valfinin ya da alev tutucu sistemin bulunmaması
Planlama	Organizasyon	T.079	Sıcak çalışmaların yapıldığı alanda gözlemcinin bulunmaması
Planlama	Organizasyon	T.080	Boru hatlarında ve diğer ekipmanda alev alabilen, yanıcı veya toksik gibi tehlikeli maddelerin bulunması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.081	İş bittiğinde gaz hattının kesilmemesi
Planlama	Organizasyon	T.082	Kaynak makinalarının toz, nem ve dış etkenlere maruz bırakılarak depolanması
Planlama	Kişisel Güvenlik	T.083	Personelin duman, gaz ve tozlara maruz kalması
Planlama	Kişisel Güvenlik	T.084	Sıcak çalışma parçaları ile temas etme
Çalışanlar	Yetkinlik	T.085	Pensenin kaynak sonrası metal yüzeye bırakılması

Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.086	Bağlantı Nipellerinde çatlak ve kaçak olması
Planlama	Organizasyon	T.087	Habersiz ve kontrol dışı kapalı alan çalışmasının yapılması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.088	Kapalı alan işlemleri kurallarının personeller tarafından bilinmemesi
Planlama	Organizasyon	T.089	Kapalı alan çalışmalarının belirlenmemesi (Çalışma yapılan alanda başka çalışmaların yapılması)
Planlama	Organizasyon	T.090	Kapalı alanlarda yapılan çalışmalarda gözlemcinin bulunmaması
Planlama	Organizasyon	T.091	Çalışma alanında kıvılcım kaynağı (sigara, çakmak, telefon vb.) olabilecek materyallerin bulunması
Planlama	Organizasyon	T.092	Yeterli ve uygun havalandırmanın sağlanmaması, gaz birikmesi
Teknik Şartlar	Elektrik	T.093	Havalandırma ekipmanlarının statik elektrik oluşturması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.094	Kullanılan ekipmanların standartlara uygun olmaması, arızalı veya uygun olmayan ekipmanların kullanımı
Teknik Şartlar	Makine	T.095	Kullanılan ekipmanların periyodik bakım kontrollerinin yapılmaması
Planlama	Organizasyon	T.096	Yangın söndürme sistemlerinin yeterli olmaması ya da bulunmaması
Planlama	Çalışma Ortamı	T.097	Kapalı alanların oksijen seviyesinin belirlenmemesi
Planlama	Organizasyon	T.098	Kapalı alan ortam ölçümlerinin periyodik aralıklarla yapılmaması (Oksijen, Karbon monoksit, Hidrojen sülfür)
Çalışanlar	Yetkinlik	T.099	Kapalı alan ortam ölçümlerinin yetkili/uzman kişilerce yapılmaması
Planlama	Organizasyon	T.100	Yanıcı atmosfere sahip alanlarda (yakıt tankları, pompa odaları, boru hatları, yakın bir zamanda boyanmış ya da çözücülerle temizlenmiş yerler, pis su tankları, kargo tankları vb.) gaz ölçüm testlerinin yapılmaması
Kimyasal	Kimyasal	T.101	Alev alabilen, yanıcı gaz veya buhar seviyesinin uygun değerlerde (alt ve üst patlama limitleri) olmaması
Planlama	Çalışma Ortamı	T.102	Havalandırma ekipmanının giriş çıkışı engellemesi
Planlama	Organizasyon	T.103	Kapalı alanlarda tek giriş çıkışın olması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.104	Paydos ve aralarda şalome (hamlaç) takım ve hortumlarının kapalı alan içerisinde bırakılması.
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.105	Kapalı alan içerisinde basınçlı gaz tüplerinin bulundurulması.
Planlama	Organizasyon	T.106	Gaz ölçüm cihazının kalibrasyonunun olmaması, yanlış ölçüm yapılması.
Planlama	Organizasyon	T.107	Kapalı alanlarda aydınlatmanın yetersiz olması.

Teknik Şartlar	Elektrik	T.108	Kapalı alanlarda kullanılan ekipmanların statik elektrik oluşturması
Planlama	Organizasyon	T.109	Kapalı alan çalışmalarından önce tehlikeli sıvı atıkların arındırılmaması
Planlama	Organizasyon	T.110	Asbestin varlığının tespit edilememesi
Çalışanlar	Yetkinlik	T.111	Çalışanların asbestle çalışmalarda uyulacak kuralları ve tehlikeleri bilmemesi
Planlama	Organizasyon	T.112	Asbest söküm envanterinin eksik ya da yanlış çıkarılması
Planlama	Organizasyon	T.113	Asbest sökümünün uzman kişi nezaretinde yapılmaması
Planlama	Organizasyon	T.114	Asbest söküm planının yapılmaması ya da eksik yapılması
Planlama	Organizasyon	T.115	Asbest sökümü yapılacak bölgenin karantina altına alınmaması
Planlama	Organizasyon	T.116	Asbest sökümü için alçak basınç etkisinin oluşturulmaması
Planlama	Organizasyon	T.117	Periyodik aralıklarla basınç ölçümünün yapılmaması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.118	Basınç ölçümünün asbest söküm bölgesinin uygun yerlerinden alınmaması
Planlama	Organizasyon	T.119	Asbest sökümü için hava değişiminin sağlanmaması ya da yeterli miktarda sağlanmaması
Planlama	Kişisel Güvenlik	T.120	Asbest sökümü için çalışanların uygun kişisel koruyucu donanım kullanmaması
Planlama	Kişisel Güvenlik	T.121	Asbest söküm işinde çalışanların periyodik aralıklarla sağlık gözetimlerinin yapılmaması
Planlama	Organizasyon	T.122	Asbest söküm bölgesinde periyodik aralıklarla ortam ölçümlerinin yapılmaması
Planlama	Çalışma Ortamı	T.123	Asbest söküm bölgesinde sınır değerini üzerinde çalışılması
Planlama	Organizasyon	T.124	Asbest söküm çalışanlarının uzun süre söküm işinde çalışması
Planlama	Organizasyon	T.125	Asbest atığının uygun olmayan şekilde işyerinde depolanması
Planlama	Organizasyon	T.126	Asbest karantinasının uygun olmayan malzeme ile yapılması
Planlama	Organizasyon	T.127	Asbest söküm işinde yüksek basınçlı su kullanılması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.128	Asbest sökümü sırasında süpürge(hepa filtreli) kullanılmaması ve ya kullanılan süpürgelerin istenilen standart ve özellikte olmaması
Planlama	Kişisel Güvenlik	T.129	Yüksek risk taşıyan asbest söküm işinde çalışanların uygun kabinlerde giyinip soyunmamaları

Planlama	Organizasyon	T.130	Uzun süreli sökülme işinde çalışanlara duş imkanının sağlanmaması
Planlama	Organizasyon	T.131	Asbest atıklarının uygun bir şekilde taşınmaması
Planlama	Organizasyon	T.132	Asbest sökülme işi bittikten sonra kullanılan ekipmanın yeterince temizlenmemesi
Teknik Şartlar	Makine	T.133	Makine dairesindeki elektrik panoları, jeneratör, kazan vb makineler üzerinde etiketleme ve kullanım talimatlarının bulunmaması
Teknik Şartlar	Makine	T.134	Makine dairesindeki tüm hareketli sistemlerin (ana makine vb) açıkta bulunması
Planlama	Organizasyon	T.135	Kazanların temizliği sırasında ortama yayılan gazlar
Çalışanlar	Yetkinlik	T.136	Bakım onarım yapıldıktan sonra tüm mekanik sistem testlerinin yetkili kişilerce yapılmaması
Teknik Şartlar	Makine	T.137	Makinelerin ( türbin, jeneratör vb.) kontrol göstergelerinin hatalı göstermesi
Teknik Şartlar	Elektrik	T.138	Meydana gelebilecek elektrik çarpmalarında sistemin kapanmaması nedeni ile maruziyetin daha uzun sürmesi
Teknik Şartlar	Elektrik	T.139	Elektrik kesme şalterlerinin arızalı ve bakımsız olması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.140	Elektrik işlerinde uyulacak güvenlik kurallarının personeller tarafından bilinmemesi
Çalışanlar	Yetkinlik	T.141	Elektiriği kesme tertibatını yetkisiz ve eğitimsiz kişilerin kapatmaya çalışması, elektrik panosu içerisindeki donanımlara temas etmesi
Teknik Şartlar	Elektrik	T.142	Elektrik tesisatlarında, dağıtım panolarında ve elektrikli ekipmanlarda gerekli topraklama tertibatının olmaması
Teknik Şartlar	Elektrik	T.143	Personel kullanımına sunulan prizler, dağıtım panolarından elektrik çarpması
Teknik Şartlar	Elektrik	T.144	Farklı güç ve voltaj değerlerine sahip prizlerin görsel olarak ayırt edilememesi
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.145	Sabit veya personelin kullandığı seyyar elektrik donanımlarının standart dışı olması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.146	Seyyar uzatma kabloları ve prizlerine personeller tarafından müdahale edilerek uygunsuzluk yaratılması
Planlama	Çalışma Ortamı	T.147	Elektrik tehlikelerinin personeller tarafından fark edilememesi
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.148	Elektrik tesisatının, dağıtım panolarının, kaçak akım rölelerinin ve paratonerin bütünüyle kontrol edilmemesi
Çalışanlar	Yetkinlik	T.149	Yüksek gerilim alanlarına yetkisiz kişilerin girmesi
Çalışanlar	Yetkinlik	T.150	Hasarlı panoların bakım onarımı sırasında elektrik enerjisinin kesilmemesi
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.151	Pano kapaklarının açık bırakılması

Planlama	Çalışma Ortamı	T.152	Elektrik kablolarının zeminde düzensiz yer alması
Planlama	Çalışma Ortamı	T.153	Şalter, priz, anahtarların kapaklarının olmaması/hasarlı olması
Planlama	Çalışma Ortamı	T.154	Acil durdurma düzeneklerinin olmaması
Planlama	Çalışma Ortamı	T.155	Dağıtım panosu üzerinde hangi ekipmanın beslendiğini gösterir etiketlemelerin yapılmaması
Planlama	Çalışma Ortamı	T.156	Kabloların ıslak alanlardan geçmesi
Planlama	Çalışma Ortamı	T.157	Uyarı işaret ve levhaların bulunmaması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.158	Elektrik ekipman ve tesisat testlerinin yetkili kişilerce yapılmaması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.159	Bakım ve onarım işlerinde görevlendirilecek personellerin alanlarında eğitilmiş ve idari merciler tarafından belgelendirilmiş yetkin/yetkili personeller olmaması.
Çalışanlar	Yetkinlik	T.160	Bakım-Onarım işlerinde yetkili olmayan personellerin, bakım onarım faaliyetlerine müdahale etmeleri.
Çalışanlar	Yetkinlik	T.161	Bakım-onarım işlerinde görevlendirilen personellerin, kendi bilgi ve yetkinliklerinde olmayan makine-ekipmanlara müdahale etmeleri.
Çalışanlar	Yetkinlik	T.162	Makine ve ekipmanların bakım-onarımında; üretici firmanın teknik dokümanları, tavsiye ve direktiflerine uyulmaması.
Çalışanlar	Yetkinlik	T.163	Bakım-onarım faaliyetlerinde, makine ve ekipmanlara standart dışı, geçici ve güvenlik unsurlarını tehlikeye düşürecek çözümler üretilmesi.
Çalışanlar	Yetkinlik	T.164	Hareketli ve elektrikli makina, tezgâh ve teçhizatın bakım, ayar, kontrollerinin elektrik enerjisinin devre dışı bırakılmadan yapılması.
Çalışanlar	Yetkinlik	T.165	Makine ve tezgâhların bakım-onarımları sırasında diğer personellerin bakım onarım faaliyetini fark etmemesi, personellerin bilgilendirilmemeleri.
Çalışanlar	Yetkinlik	T.166	Bakım-onarım işlerinde kullanılan el aletleri ve diğer ekipmanların, yapılacak işe uygun seçilmemesi ve amacına uygun olarak kullanılmaması, hasarlı ekipmanların kullanılması.
Planlama	Organizasyon	T.167	Bakım onarıma tabi makine ve ekipmanların belirlenmemesi, bakım onarımlarının takip edilmemesi.
Planlama	Organizasyon	T.168	Bakım-onarımları tam olarak tamamlanmayan makine ve ekipmanların kullanıma sunulması.
Planlama	Organizasyon	T.169	Bakım-onarım faaliyetleri sonrasında ortadan kaldırılamayan, güvenliği tehdit edecek hususların tespit edilmesi durumunda, personellerin makine kullanımının engellenmemesi, kilitleme etiketleme sisteminin bulunmaması.
Planlama	Organizasyon	T.170	Bakım ve kontrol raporlarının düzenli olarak arşivlenmemesi.
Planlama	Organizasyon	T.171	Statik elektriğe karşı nemlendirme, iyonizasyon vb. tedbirlerin alınmaması



Planlama	Organizasyon	T.172	Statik elektrik birikmelerine karşı yük giderici nötralizatörlerin bulunmaması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.173	Aşınmış ve ezilmiş el aleti kullanımı
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.174	Yapılan iş için uygun olmayan el aletinin seçilmesi
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.175	El aletinin düzenli bir şekilde depolanmaması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.176	Keskin kenarlı veya sivri uçlu el aletlerinin, keskin kenar ve uçlarının koruyucusunun (kılıf, başlık vb.) olmaması
Planlama	Organizasyon	T.177	El aletlerinin çalışanların başlarına düşebilecek yüksek yerlere bırakılması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.178	El aletlerinin emniyetli kullanımı ile ilgili olarak çalışanların eğitilmemesi
Planlama	Çalışma Ortamı	T.179	Çalışma alanlarında, el aletleri ile ilgili risk ve tehlikeleri gösteren işaret, levha ve sembollerin bulunmaması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.180	El aletleri üzerinde yağ bulaşığının bulunması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.181	El aletlerinin uygun olmayan malzemeden imal edilerek kullanılması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.182	El aletleri üzerinde değişiklik yapılarak kullanılması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.183	Çekiç ve balyozların ağız kısımlarında saçak bulunması ve aletlerin bu şekilde kullanılması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.184	Saplarda kırık ve çatlak olması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.185	Sapların ana gövdeye bağlantısının gevşek olması ve kama ile sıkıştırılmaması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.186	Vida tutma özelliğini yitirmiş olan anahtarların kullanılması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.187	Çelik siyillerin çakılırken ve çıkarılırken fırlaması ve düşmesi
Çalışanlar	Yetkinlik	T.188	Çıkma malzemelerden (eğe, rulman parçası vb ) keski yapılarak kullanılması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.189	Çalışmayan aletlerin; elektrik enerjilerinin kesilmemesi, priz bağlantılarının çekilmemesi
Çalışanlar	Yetkinlik	T.190	Aletlerin uygun olmayan koşullarda kullanılması (ıslak ve yağmurlu havada, sulu zeminde, tozlu ve nemli ortamlarda vb.)
Çalışanlar	Yetkinlik	T.191	Aletlere uygun olmayan ilave donanımların takılması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.192	Aletler üzerinde bulunan koruyucu donanımların çıkarılması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.193	Aletlerin kablolarından tutularak transfer edilmesi

Çalışanlar	Yetkinlik	T.194	Aletlere gereğinden fazla kuvvet uygulanarak kullanılması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.195	Seyyar kabloların uygun şekilde asılmaması
Teknik Şartlar	Makine	T.196	Makineler üzerinde kullanım talimatlarının bulunmaması
Teknik Şartlar	Makine	T.197	Makinelerin dönen aksamlarının açıkta olması
Planlama	Çalışma Ortamı	T.198	Makine ve tezgahlarda çalışırken boyunbağı, anahtarlık, saat zinciri ve başörtüsü gibi sarkan ve yüzük, bilezik ve kol saat gibi metal eşyaların kullanılması, bol ve sarkık iş elbiselerinin giyilmesi
Çalışanlar	Yetkinlik	T.199	Yetkili olmayan, eğitimsiz personelin makine ve tezgahlara müdahale etmesi
Teknik Şartlar	Makine	T.200	Makine ve tezgah koruyucularının / emniyet sensör - switchlerinin iptal edilmesi
Planlama	Çalışma Ortamı	T.201	Makine ve tezgâhların etraflarında yağ ve soğutma sıvılarının etrafa saçılması sebebiyle zeminin kaygan bir hale gelmesi
Çalışanlar	Yetkinlik	T.202	Ayar, kalibrasyon, temizlik vb. işlerin makine enerjisinin kesilmeden yapılması
Teknik Şartlar	Makine	T.203	Makine ve tezgahlardan parça sıçraması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.204	Ekipmanın yetkisiz kişiler tarafından kullanılması
Planlama	Organizasyon	T.205	Ekipmanın kullanma talimatlarının/prosedürlerinin bulunmaması
Planlama	Organizasyon	T.206	Seçilen ekipmanın yapılacak yere ve işe uygun olarak seçilmemesi
Planlama	Çalışma Ortamı	T.207	Çalışılacak alanın uyarı ve işaret levha vb. çevrelenmemesi
Teknik Şartlar	Makine	T.208	Ekipmanı tümüyle ve güvenli bir şekilde durdurabilecek bir sistem bulunmaması
Teknik Şartlar	Makine	T.209	Ekipmanın uyarı ikaz sisteminin bulunmaması
Planlama	Organizasyon	T.210	Çalışılan alanın yakınında diğer çalışanların bulunması
Teknik Şartlar	Makine	T.211	Ekipmanın hareketli parçalarının koruma altına alınmaması
Planlama	Çalışma Ortamı	T.212	Çalışma zemininin düzgün olmaması
Planlama	Organizasyon	T.213	Yükün uygun şekilde istiflenmemesi
Planlama	Organizasyon	T.214	Ekipmanın rüzgar ve diğer dış etkenler yüzünden devrilmesi
Çalışanlar	Yetkinlik	T.215	Ekipmanın manevracı/işaretçi olmadan kullanılması

Çalışanlar	Yetkinlik	T.216	Kaldırma makinelerinde bir yük asılı olduğunda operatörün ekipmanın başından ayrılması
Teknik Şartlar	Makine	T.217	Yük kapasitesi göstergesinin ekipman üzerinde bulunmaması
Teknik Şartlar	Makine	T.218	Yük kapasitesinden fazla yükün taşınması
Teknik Şartlar	Makine	T.219	Yük kapasitesinden fazla yükün taşınması durumunu bildiren sesli ve ışıklı bir otomatik uyarma tertibatının bulunmaması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.220	Kullanılmadığında uygun bir yerde bulundurulmaması
Planlama	Organizasyon	T.221	Birden fazla kaldırma ekipmanının aynı çalışma sahası içinde beraber çalışması
Planlama	Çalışma Ortamı	T.222	Gece çalışmalarında araç farlarının ve arkalarındaki stop lambalarının yakılmaması ve kabinlerin uygun şekilde aydınlatılmaması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.223	Üreticinin izni olmadan ekipmanın kapasitesini arttırıcı modifikasyonlar yapılması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.224	Operatörün vinci terk ederken kumanda kollarını off durumuna getirmemesi ve ana şalterin kapatılmaması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.225	Yükle beraber insanların kaldırıp taşınması
Planlama	Organizasyon	T.226	Raylı vinçlerde ray uçlarında takozların bulundurulmaması
Teknik Şartlar	Makine	T.227	Kabinde tehlike anında kullanılması gereken acil durum müdahale ekipmanının bulunmaması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.228	Vinçler ve aksesuarlarının belirlenen amacı dışında kullanılması
Planlama	Organizasyon	T.229	Operatör kabininde yangın söndürme cihazının bulunmaması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.230	Transferler sırasında ip, tel vb. malzemelerin halat ve sapan yerine kullanılması
Planlama	Organizasyon	T.231	Yüklerin vince bağlanmasından önce, mapaların kontrolünün yapılmaması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.232	Transfer sırasında kırık, kopuk, paslanmış, gamlanmış çelik halat ve sapanların kullanılması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.233	İşaretçi olarak çalışacaklar ile transfer yapılmasını sağlayacak personellerin eğitim almamış olması
Planlama	Organizasyon	T.234	Halat ve sapanların periyodik olarak kontrol ve testlerinin yapılmaması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.235	Arızalı, hasarlı ve deforme olmuş sapan ve halatların kullanılması
Teknik Şartlar	Makine	T.236	Vinçler üzerindeki sabit donanım halatlarının kopması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.237	Sapanların doğru kullanılmaması

Çalışanlar	Yetkinlik	T.238	Sapancıların yetkisiz ve deneyimsiz kişilerden seçilmesi
Çalışanlar	Yetkinlik	T.239	Sapanlar ile yüklerin çektilmesi ve askıya alınması, eğimli yük kaldırılması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.240	Forklift çatallarında çalışanların taşınması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.241	Forklift çatalının altından geçilmesi
Çalışanlar	Yetkinlik	T.242	Yüksek hızda ani manevra, duruş, kalkış yapılması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.243	Yüklerin dengesiz taşınması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.244	Forkliftin yükseğe kaldırılmış yük varken kullanılması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.245	Islak, yağlı el ve ayakkabı ile forklift kullanılması
Teknik Şartlar	Makine	T.246	Forkliftler üzerinde güvenlik donanımlarının (emniyet kemerleri, yangın söndürme tüpü, geri dönüş aynası, sesli/ışıklı ikaz sistemi, emniyet pedal yayı vb.) bulunmaması veya hasarlı olması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.247	Forkliftler üzerinde güvenlik donanımlarının (emniyet kemerleri, yangın söndürme tüpü, geri dönüş aynası, sesli/ışıklı ikaz sistemi, emniyet pedal yayı vb.) personeller tarafından iptal edilmesi.
Çalışanlar	Yetkinlik	T.248	Forklift operatörünün kullanım sürüş esnasında iş emri okuma, cep telefonu ile konuşma vb. dikkat dağıtıcı davranışlarda bulunması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.249	Forklift hareket halinde iken personelin inmesi.
Planlama	Organizasyon	T.250	İşe başlamadan önce platform ve ekipmanının (kumanda, sepet vb.) genel kontrolünün yapılmaması
Teknik Şartlar	Makine	T.251	Kumandanın tozdan etkilenmesi sonucu bozulması ya da düğmelerinin gözükmemesi
Teknik Şartlar	Makine	T.252	Aracın yükselen üst kısmının birdenbire inmesini ve yükselmesini engelleyecek sistemin bulunmaması
Teknik Şartlar	Makine	T.253	Sepette operatör çalışırken kuleden kontrolü engelleyen emniyet sisteminin bulunmaması
Teknik Şartlar	Makine	T.254	Kumandanın çalışmaması
Teknik Şartlar	Makine	T.255	Ayaklar ve bomlar açılırken, toplanırken sesli uyarı sisteminin olmaması
Teknik Şartlar	Makine	T.256	Sepette korkulukların bulunmaması
Planlama	Organizasyon	T.257	Sepetteki çalışan ile iletişimsizlik
Çalışanlar	Yetkinlik	T.258	Makaslı platform ile yüksekte çalışmalarda personelin çalışma kurallarına riayet etmemesi, gerekli kişisel koruyucu donanımları kullanmaması

Planlama	Çalışma Ortamı	T.259	Makas indirme/kaldırma işlemleri sırasında platformun başka bir cisme/alana vb. çarpması
Planlama	Çalışma Ortamı	T.260	Platformun yüksek gerilimli elektrik direkleri v.b. gibi yerlerin çevresinde çalışması
Planlama	Organizasyon	T.261	Platformun aşırı rüzgarlı açık alanda kullanılması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.262	Platformun korkuluklarının etkisiz hale getirilmesi
Çalışanlar	Yetkinlik	T.263	Platformun makaslarının merdiven olarak kullanılması.
Çalışanlar	Yetkinlik	T.264	Platformu vinç ve caraskal gibi kullanılması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.265	Platformun çalışır vasiyette terk edilmesi
Çalışanlar	Yetkinlik	T.266	Personellerin elle ağır yük kaldırma kuralları hakkında bilinçli olmaması.
Planlama	Organizasyon	T.267	Ağır yüklerin elle taşınması
Planlama	Organizasyon	T.268	Kaldırma ve taşıma makine/ekipmanlarının kullanımının mümkün olduğu işlerde, elle taşıma yapılması
Planlama	Kişisel Güvenlik	T.269	Kaldırma ve taşıma işlerinde çalışan personellerin kişisel koruyucu donanım kullanmaması, keskin ve köşe kısımlardan tutarak kaldırmaları
Planlama	Organizasyon	T.270	Taşıma işleri başlamadan önce, güzergah kontrolü yapılmaması, güzergahta etkilenebilecek personellerin uyarılmaması
Planlama	Organizasyon	T.271	Büyük malzemeler taşınmadan önce; taşınacağı alanın uygunluğunun kontrol edilmemesi
Planlama	Organizasyon	T.272	Büyük cisimlerin taşınmasında, ve dar bölgelerde yapılan taşıma işlerinde yürüyüş güzergahının görülmemesi
Planlama	Organizasyon	T.273	Taşıma güzergahı zemininin bozuk olması, kot farkı olması, çalışma alanlarında açık zemin bırakılması (çukur vb.), malzeme bulunması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.274	İnce ve uzun parçaların tek personel tarafından taşınması
Planlama	Organizasyon	T.275	Büyük parçalar taşınırken yeterli sayıda personelin görev almaması
Planlama	Organizasyon	T.276	Büyük parçaların bulunduğu noktada çevrilmesi, ters döndürülmesi (tumba) vb. işlemlerinde çevrede etkilenebilecek personellerin uyarılmaması
Planlama	Organizasyon	T.277	Birden fazla personelle gerçekleştirilen; büyük ve/veya ince-uzun parçaların taşınmasında senkronize hareket edilmemesi, tek personelden komut alınmaması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.278	Kaldırılan, taşınan malzemelerin işlem sonrasında birden bırakılması, karşıdan fırlatılması
Kimyasal	Kimyasal	T.279	Tehlikeli kimyasal malzemelerin; açıkta, düzensiz ve kontrolsüz depolanması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.280	Depolama kurallarının bilinmemesi

Planlama	Organizasyon	T.281	Kimyasalların( boya, çözücü vb.) uygun şekilde sınıflandırılmadan depolanması
Planlama	Organizasyon	T.282	Tanımlanmamış boya ve kimyasalların depolanması
Planlama	Organizasyon	T.283	Kontrolsüz depo çıkışı (kullanıma alma)
Kimyasal	Kimyasal	T.284	Boya ve kimyasallarının ambalajlarından sızıntı oluşması
Planlama	Organizasyon	T.285	Direkt güneş ışınlarına maruz kalması
Planlama	Organizasyon	T.286	Depo içerisinde ve yakınında kesme, taşlama, kaynak v.b sıcak işlemlerin yapılması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.287	Kıvılcım ve alev ile yaklaşma
Teknik Şartlar	Elektrik	T.288	Elektrik tesisatının ve donanımlarının mevzuata/standartlara uygun olmaması.
Planlama	Organizasyon	T.289	Metal raf ve dolapların kullanılması
Planlama	Organizasyon	T.290	Sabit olmayan dolaplar ve raflar
Kimyasal	Kimyasal	T.291	Yanıcı gazların birikmesi
Çalışanlar	Yetkinlik	T.292	Statik elektrik yükünün boşaltılmaması
Kimyasal	Kimyasal	T.293	Depolama süresince meydana gelebilecek gaz kaçakları.
Planlama	Organizasyon	T.294	Kimyasalların ve tüplerin fiziksel darbeye maruz kalması
Planlama	Organizasyon	T.295	Depo içerisinde ve çevresinde yabancı malzeme / madde bulundurulması, Kullanılmış ambalajlar, boş sandıklar veya yanmaya elverişli atıkların bulunması
Planlama	Çalışma Ortamı	T.296	Uyarı/İkaz levhalarının olmaması.
Planlama	Organizasyon	T.297	Yangına müdahale ekipmanı olmaması.
Planlama	Organizasyon	T.298	Depo üzerine, yüksekten ağır malzeme düşmesi.
Kimyasal	Kimyasal	T.299	Depo çevresinde oluşabilecek yangınlardan etkilenme.
Çalışanlar	Yetkinlik	T.300	Depolara su dökülmesi veya yıkanması
Teknik Şartlar	Elektrik	T.301	Depolarda izolasyonu olmayan elektrikli ekipman kullanımı
Çalışanlar	Yetkinlik	T.302	Depoya yetkisiz kişilerin girmesi

Planlama	Organizasyon	T.303	Depodaki malzemelerin tanımlanmaması
Planlama	Organizasyon	T.304	Acil durumlara karşı değerlendirmelerin ve uygulama planlarının yapılmaması.
Planlama	Organizasyon	T.305	Acil durumlarda görev alacak ekiplerinin belirlenmemesi
Çalışanlar	Yetkinlik	T.306	Acil durumlarda görev alacak ekiplerin görev ve sorumluluklarını bilmemesi
Çalışanlar	Yetkinlik	T.307	İlk yardım gerektirecek olaylarda ilgili müdahalenin yapılamaması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.308	Yangın söndürme cihazlarının kullanımının bilinmemesi.
Planlama	Organizasyon	T.309	Yangın söndürme cihazlarının/sistemlerinin uygun alanlarda, uygun miktarda konumlandırılmaması ve kullanıma hazır bulundurulmaması.
Çalışanlar	Yetkinlik	T.310	Seyyar yangın söndürme tüplerinin önlerinin kapatılması (ulaşımın engellenmesi), yerlerinin değiştirilmesi.
Planlama	Çalışma Ortamı	T.311	Yangın söndürme cihazlarının yanında kullanım ve ikaz/tanımlama levhalarının bulunmaması.
Planlama	Çalışma Ortamı	T.312	Otomatik alarm, algılama ve söndürme sistemlerinin bulunmaması.
Planlama	Organizasyon	T.313	Acil kaçış güzergahlarının plan üzerinde belirlenmemesi ve işyeri içerisinde uygun alanlarda konumlandırılmaması.
Planlama	Çalışma Ortamı	T.314	Acil kaçış güzergahlarını gösteren tabela ve aydınlatmaların bulunmaması yahut işlevini yitirmesi.
Planlama	Organizasyon	T.315	Acil çıkış kapılarının standartlara ve mevzuat şartlarına uygun olmaması
Planlama	Organizasyon	T.316	Kaçış güzergahlarına açılan otomatik kapıların standartlara uygun olmaması, acil durumlarda açılmaması
Planlama	Organizasyon	T.317	Acil durum idari ve müdahale iletişim/ulaşım listesinin mevcut olmaması, güncelliğinin sağlanmaması
Planlama	Organizasyon	T.318	Acil durum toplanma noktasının bulunmaması, personeller tarafından bilinmemesi
Planlama	Organizasyon	T.319	Acil stop butonlarının bulunmaması, hasarlı olması, kolay erişilebilir durumda olmaması.
Planlama	Organizasyon	T.320	Acil durumlarda yangına müdahale ekipmanlarının bulunmaması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.321	Acil durumlarda haberleşmenin sağlanmaması
Planlama	Organizasyon	T.322	Acil durumlarda elektrik kesintileri
Planlama	Organizasyon	T.323	Acil durumlarda park halindeki araçların tahliyesi
Planlama	Organizasyon	T.324	Yangın alarm kutusu, yangınla mücadele ekipmanı gibi yangın durumlarında kullanılacak materyallerin çalışanlar tarafından kolayca ulaşılamaması

Çalışanlar	Sağlık	T.325	Kadrolu ve müteahhit personellerin, 18 yaşından küçük olması
Çalışanlar	Sağlık	T.326	Kadrolu ve müteahhit personellerin, "Çok Tehlikeli" işlerde çalışmaya sağlık açısından elverişli olmamaları
Çalışanlar	Sağlık	T.327	Kadrolu ve müteahhit personellerin daha önceki çalışma hayatlarından kaynaklanan olumsuz sağlık maruziyetlerinin bilinmemesi
Çalışanlar	Yetkinlik	T.328	Kadrolu ve müteahhit personellerin iş tecrübelerinin bulunmaması, Sağlık, Güvenlik ve Çevre tedbirleri konusunda bilinçsiz olmaları
Planlama	Kişisel Güvenlik	T.329	Tersaneye dışarıdan gelen üçüncü kişilerin, gerekli kişisel koruyucu malzemelere sahip olmadan tehlikeli alanlara girmesi
Planlama	Kişisel Güvenlik	T.330	Tersane sahasına giren ve faaliyet gösteren tüm çalışanları kapsayacak, ortam şartları ve faaliyet niteliklerine uygun kişisel koruyucu donanımların tespit edilmemesi
Planlama	Kişisel Güvenlik	T.331	Tersane sorumluluk sahasında görev alan çalışanlara, görevlerine uygun kişisel koruyucu donanımların verilmemesi
Çalışanlar	Yetkinlik	T.332	Tersane sorumluluk sahasında görev alan personellerin kişisel koruyucu donanımlar hakkında bilinçsiz olması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.333	Stajyer personellerin çalışma bölgelerine izinsiz girmeleri
Planlama	Organizasyon	T.334	Ziyaretçilerin çalışma bölgelerine izinsiz girmeleri
Planlama	Organizasyon	T.335	Çalışma mahallerinde ve tehlikeli bölgelerde personellerin oturmaları, uyumaları
Planlama	Organizasyon	T.336	Çalışma bölgelerinde işin gereğinden fazla sayıda personelin bulunması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.337	Çalışma bölgelerinde bulunan çalışanların birbirleri ile şakalaşmaları
Planlama	Organizasyon	T.338	Tersane altyapısına veya gemi, yat, teknelere yeni makine, ekipman, malzeme, sistem vb. montaj çalışmalarında mevcut diğer makine, ekipman, sistem vb. ile personellerin olumsuz etkilenmesi
Çalışanlar	Yetkinlik	T.339	Hayati tehlike yaratabilecek sistemlere (elektrikli, gazlı, mekanik hareketli vb.) izinsiz, yetkisiz müdahale edilmesi
Planlama	Organizasyon	T.340	Soğuk havalarda çalışanların çalışma bölgelerinde ateş yakarak ısınmaya çalışmaları
Planlama	Kişisel Güvenlik	T.341	Çalışanların değişen iklim koşullarına uygun koruyucu donanım kullanmamaları
Çalışanlar	Yetkinlik	T.342	Yeni katılan personelin görevi ile ilgili, tersane uygulamaları ve talimatlarını bilmemesi
Çalışanlar	Yetkinlik	T.343	Personele iş tecrübesine uygun olmayan görevler verilmesi
Çalışanlar	Yetkinlik	T.344	Yeni alınan ekipmanla ilgili ekipmanı kullanacak yetkinliğe sahip deneyimli personelin bulunmaması
Teknik Şartlar	Makine	T.345	Mevcut ekipman üzerinde uygun olmayan tadilat ya da modifikasyon yapılması



Planlama	Organizasyon	T.346	Kullanılan makina ve ekipmanların uygun olmayan şekilde yerlerinin değiştirilmesi
Çalışanlar	Yetkinlik	T.347	Personellerin yetkili olmadığı ekipman ve makinaları kullanmaları
Planlama	Çalışma Ortamı	T.348	Çöplerin çalışma alanlarında ve açık sahada gelişi güzel atılması
Planlama	Organizasyon	T.349	Çöp ve atıkların etrafında sıcak çalışma yapılması
Planlama	Organizasyon	T.350	Çöp toplama ve geçici stoklama sahasında aşırı çöpün biriktirilmesi
Çalışanlar	Yetkinlik	T.351	Çevre konularına yönelik mevzuatların bilinmemesi, konu hakkında uzmanlık hizmeti alınmaması
Planlama	Organizasyon	T.352	Atıklarla ilgili bilinçli bir planlama yapılmaması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.353	Çalışanların hijyen tehlikeleri konusunda bilinçli olmaması, hijyen kurallarını bilmemesi
Çalışanlar	Yetkinlik	T.354	Hijyen Yönetmeliği gereği gıda sunum hizmetlerinde çalışanların Hijyen Belgesinin bulunmaması
Planlama	Çalışma Ortamı	T.355	Çalışma alanlarının hijyen kuralları açısından temiz olmaması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.356	Müteahhit firma personellerinin (istisna akdi kapsamında çalışan personellerin) işyeri kuralları ve tehlikeleri hakkında yeterli bilgiye sahip olmamaları
Çalışanlar	Yetkinlik	T.357	Müteahhit firma personellerinin işyeri, düzen ve güvenlik kurallarına uymamaları
Planlama	Organizasyon	T.358	Müteahhit firma personellerinin çalışma alanlarına/firmaya, görevi dışındaki çalışma alanlarına izinsiz girmesi
Çalışanlar	Yetkinlik	T.359	Müteahhit firma personellerinin yapılacak işe uygun yetkiliğinin olmaması
Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme	T.360	Müteahhit firma personellerinin malzeme, ekipman/donanımlarının standartlara uygun olmaması.
Planlama	Organizasyon	T.361	Müteahhit firma personellerinin çalışma bitiminde çalışma alanlarını düzenli ve temiz bırakmaması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.362	Çalışanların gürültü tehlikesinin ve etkilerinin farkında olmaması.
Planlama	Organizasyon	T.363	Çalışanların gürültüden etkilenme durumlarının takip edilmemesi.
Planlama	Organizasyon	T.364	İşyerinde gürültülü ortamların ve kaynaklarının tespitinin yapılmaması.
Planlama	Çalışma Ortamı	T.365	İşyerinde sınır değerlerin üzerinde gürültülü mahaller ve ekipmanların bulundurulması.
Çalışanlar	Yetkinlik	T.366	Çalışanların toz tehlikesinin ve etkilerinin farkında olmaması.
Planlama	Organizasyon	T.367	Çalışanların toz etkilenme durumlarının takip edilmemesi.

Planlama	Organizasyon	T.368	İşyerinde tozlu ortamların ve kaynaklarının tespitinin yapılmaması.
Planlama	Çalışma Ortamı	T.369	İşyerinde sınır değerlerin üzerinde tozlu mahaller ve kaynakların bulundurulması.
Çalışanlar	Yetkinlik	T.370	Çalışanların uçucu organik maddelerin (VOC) tehlikesinin ve etkilerinin farkında olmaması.
Planlama	Organizasyon	T.371	Çalışanların VOC etkilenme durumlarının takip edilmemesi.
Planlama	Organizasyon	T.372	İşyerinde VOC ortamların ve kaynaklarının tespitinin yapılmaması.
Planlama	Çalışma Ortamı	T.373	İşyerinde sınır değerlerin üzerinde VOC ortamının bulunması
Planlama	Çalışma Ortamı	T.374	İşyerinde ihtiyaç duyulan noktalarda havalandırma tertibatının kurulmaması.
Planlama	Organizasyon	T.375	İşyerindeki çalışma mahallerinde aydınlatma yetersizliklerinin tespitinin yapılmaması, yeterli olarak aydınlatılmaması
Planlama	Organizasyon	T.376	İşyerindeki çalışma mahallerinde termal konfor durumunun tespitinin yapılmaması, uygun değerlerin sağlanmaması
Çalışanlar	Yetkinlik	T.377	Çalışanların, ergonomi hakkında bilinçli olmaması, dikkat edilecek hususları bilmemeleri.
Planlama	Organizasyon	T.378	Ekranlı araçlarla yapılan çalışmalarda çalışanların ekranlarının uygun seviyede bulunmaması
Planlama	Organizasyon	T.379	Ekranlı araçların yerleşim düzeninin uygun olmaması
Planlama	Organizasyon	T.380	Çalışanların, uzun süre aynı pozisyonda kalması veya fiziksel anlamda zorlayıcı hareketlerde bulunması.
Planlama	Organizasyon	T.381	Çalışma ortamında kullanılan eşya, araç ve gereçlerin çalışanların anatomik yapısına uygun olmaması

**Çizelge C.2 X Tersanesine Ait İş Kazası Verileri**

No	Tersane	Olay Tipi	İş Kazası Olay Açıklaması	Ana Kriter	Ana Alt Kriter
1	X Tersanesi	İş Kazası	Personel; testere tezgahında çalışırken, testere şeridinin üzerindeki daha önceden kalan çapağı eliyle almaya çalıştığı anda, sağ işaret parmağının tırnağı üzerinde kesilme meydana gelmiştir.	Çalışanlar	Yetkinlik
2	X Tersanesi	İş Kazası	Personel el ile malzeme taşıdığı esnada, taşıma güzergahında yan tarafta bulunan pres makinası ile malzeme arasında sol işaret parmağının sıkışması sonucu hafif kesik meydana gelmiştir.	Planlama	Organizasyon
3	X Tersanesi	İş Kazası	Taşıdığı malzemenin elinden kayması sonucu sol el orta parmağında kesik meydana gelmiştir.	Planlama	Organizasyon
4	X Tersanesi	İş Kazası	Personel iskelede çalıştığı esnada, ayağının boşluğa gelmesi nedeniyle düşmüş ve sol kalçasını incitmiştir.	Planlama	Çalışma Ortamı
5	X Tersanesi	İş Kazası	Personel çalışma yaptığı sırada taşlama makinesini elinden kaçırmış, sol el bilek üstünde hafif kesik meydana gelmiştir.	Çalışanlar	Yetkinlik
6	X Tersanesi	İş Kazası	Personel CNC makinasında parça değişikliği yaparken, kontrolsüz bir şekilde tuttuğu parça elinden kaymış, parça üstündeki çapak sağ el işaret parmağını kesmiştir.	Çalışanlar	Yetkinlik
7	X Tersanesi	İş Kazası	Personel balyoz ile çalışırken, elinden kayması sonucu, sol el bileğine balyozun sapı çarpmış ve bileğinde zedelenme olmuştur.	Çalışanlar	Yetkinlik
8	X Tersanesi	İş Kazası	Personel dikkatsizlik sonucu çekici sağ el ikinci parmağına vurmuştur.	Çalışanlar	Yetkinlik
9	X Tersanesi	İş Kazası	Personel malzeme taşıırken, malzemeyi düşürerek elini kesmiştir.	Planlama	Organizasyon

10	X Tersanesi	İş Kazası	Personel malzeme kontrolü yaparken, malzemeyi eline düşürerek elinin sıkışıp kesilmesine neden olmuştur.	Çalışanlar	Yetkinlik
11	X Tersanesi	İş Kazası	Personel yerdeki metal parçayı manivela ile kaldırmaya çalıştığı esnada, manivelayı elinden kaçıırarak kafasına vurmıştır.	Planlama	Organizasyon
12	X Tersanesi	İş Kazası	Personel bir metre yükseklikteki açıklıktan düşerek belini incitmiştir.	Planlama	Çalışma Ortamı
13	X Tersanesi	İş Kazası	Personel taşlama işlemi yaptığı esnada, taş motorunu elinden kaçırmaması sonucunda sol elinin iki parmağında kesik meydana gelmiştir.	Çalışanlar	Yetkinlik
14	X Tersanesi	İş Kazası	İşyeri zemininde bulunan krom malzemeyi vinçle kaldırmak yerine, elle kaldırmaya çalıştığı için belini incitmiştir.	Planlama	Organizasyon
15	X Tersanesi	İş Kazası	Kazazede krika kolunu çekiçle düzeltmeye çalışırken çekici aşağıdan yukarıya kuvvet uygular şekilde kullanmış, krika koluna isabet ettiremeyip, kendi başına vurarak yaralanmaya sebebiyet vermiştir.	Çalışanlar	Yetkinlik
16	X Tersanesi	İş Kazası	Makine dairesine inerken arkasında kalan menhol kapağını sol eli ile tutup kapatmak isterken sağ elinin üzerine düşürmüştür.	Çalışanlar	Yetkinlik
17	X Tersanesi	İş Kazası	Taş motoru kullanırken, taş motorunun dizine temas etmesinden dolayı sol dizinde kesik olmuştur.	Çalışanlar	Yetkinlik
18	X Tersanesi	İş Kazası	Personel merdivenden düşmüştür. Sağ el bileği yaralanmıştır.	Çalışanlar	Yetkinlik
19	X Tersanesi	İş Kazası	Pres makinası kalıp değişimi sırasında, sıkışan kalıptan fırlayan parça personelin sol gözüne gelmesi sonucu yaralanmıştır.	Çalışanlar	Yetkinlik

20	X Tersanesi	İş Kazası	Tıra malzeme yerleştirirken, vardevela (korkuluk) malzemesinin sol el baş parmağına düşmesi sonucu yaralanma olmuştur.	Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme
21	X Tersanesi	İş Kazası	Personel masa üstündeki metal parçayı kaldırırken masa ile metal parça arasında kalan sağ el orta parmakta yumuşak doku zedelenmesi olmuştur.	Çalışanlar	Yetkinlik
22	X Tersanesi	İş Kazası	Tüp sepetindeki tüpü, sepet içerisinden çıkartırken, tüpün başına çarpması sonucunda hafif şişlik olmuştur.	Çalışanlar	Yetkinlik
23	X Tersanesi	İş Kazası	Tavandandaki sabit profile taktığı ceraskalı sökerken, ceraskalın baş bölgesine çarpması neticesinde, kafasında küçük çaplı yaralanma meydana gelmiştir.	Çalışanlar	Yetkinlik
24	X Tersanesi	İş Kazası	Merdivendeyken başını yana çevirdiğinde olay öncesinde yeri değiştirilen ırgata çarparak göz çevresinden hafif yaralanmıştır.	Planlama	Çalışma Ortamı
25	X Tersanesi	İş Kazası	Kaynak makinesini toplarken, makinenin askısı sol gözüne çarpmıştır.	Çalışanlar	Yetkinlik
26	X Tersanesi	İş Kazası	Yüksekte çalışan personel sol kolu üzerine düşmüştür. Sol ön kolda kırık meydana gelmiştir.	Planlama	Çalışma Ortamı
27	X Tersanesi	İş Kazası	Yüksekte çalışan personel, düşerek sağ bacağında hafif yaralanmıştır.	Planlama	Çalışma Ortamı
28	X Tersanesi	İş Kazası	Koruyucu gözlük kullanmasına rağmen, sol gözüne çapak kaçtı	Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme
29	X Tersanesi	İş Kazası	Malzeme kaldırırken, sol ayağına düşürerek yaralanma	Çalışanlar	Yetkinlik

30	X Tersanesi	İş Kazası	Taş motor cugulunun eldivene sıkışması nedeni ile sağ el bileğinden hafif yaralanma	Çalışanlar	Yetkinlik
31	X Tersanesi	İş Kazası	Yükseklikte çalışan personel, düşerek sağ diz kapağından hafif yaralanmıştır.	Planlama	Çalışma Ortamı
32	X Tersanesi	İş Kazası	Malzeme yerleştirirken çarpma sonucu sol kaşından yaralanma	Çalışanlar	Yetkinlik
33	X Tersanesi	İş Kazası	İş parçalarına numarator vuruken çekicinin sıyırması sonucu sol işaret parmağından hafif yaralanma	Çalışanlar	Yetkinlik
34	X Tersanesi	İş Kazası	Malzeme kaldırırken sağ ve sol el baş parmaklarının malzeme altında kalması sonucu yaralanma	Çalışanlar	Yetkinlik
35	X Tersanesi	İş Kazası	Sıkışan taş motorunu çıkarırken motorun üst dudağına çarpması sonucu hafif yaralanma	Çalışanlar	Yetkinlik
36	X Tersanesi	İş Kazası	Vinçten malzeme indirirken sol ayağına malzeme çarpması sonucu hafif yaralanma	Çalışanlar	Yetkinlik
37	X Tersanesi	İş Kazası	Malzemedeki vidaları sökerken anahtarın söken kişinin elinden fırlayarak sol gözüne çarpması sonucu hafif yaralanma	Çalışanlar	Yetkinlik
38	X Tersanesi	İş Kazası	Ray civatalarını sıkarken anahtarın sıyırması ile sağ kol dirseğini lamaya çarpması sonucu hafif yaralanma	Çalışanlar	Yetkinlik
39	X Tersanesi	İş Kazası	Taşlama yaparken çapağın gözlük boşluklarından iki göze sıçraması sonucu hafif yaralanma	Planlama	Kişisel Güvenlik

40	X Tersanesi	İş Kazası	Taşlama sırasında çapağın sol gözüne sıçraması sonucu hafif yaralanma	Planlama	Kişisel Güvenlik
41	X Tersanesi	İş Kazası	Vinçle malzeme taşırken malzemenin manyetikten çıkması sonucu sağ ayağına çarparak hafif yaralanma	Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme
42	X Tersanesi	İş Kazası	Kaynak yaparken korumalığın kenarından çapağın sol gözüne sıçraması sonucu hafif yaralanma	Planlama	Kişisel Güvenlik
43	X Tersanesi	İş Kazası	Yük arabasını çekerken, arabanın sol ayak bileğine çarpması sonucu hafif yaralanma	Planlama	Organizasyon
44	X Tersanesi	İş Kazası	Makine saç playtini alırken sol serçe parmağını kıştırma sonucu hafif yaralanma	Çalışanlar	Yetkinlik
45	X Tersanesi	İş Kazası	İskeleyle çıkarken merdivenin kayması sonucunda sağ diz altından hafif yaralanma	Planlama	Çalışma Ortamı

### X TERSANESİ KAZA SAYILARI

Planlama			Teknik Şartlar			Çalışanlar		Kimyasal
Organizasyon	Çalışma Ortamı	Kişisel Güvenlik	Ekipman Malzeme	Makine	Elektrik	Sağlık	Yetkinlik	Kimyasal
6	7	3	3	0	0	0	26	0
<b>16</b>			<b>3</b>			<b>26</b>		<b>0</b>

### Çizelge C.3 Y Tersanesine Ait İş Kazası Verileri

No	Firma /Tersane	Olay Tipi	İş Kazası Olay Açıklaması	Ana Kriter	Ana Alt Kriter
1	Y Tersanesi	İş Kazası	Mekanik tesisat personeli, tekne misafir kamarasında izolasyon çivilerini çakmak için yardımcı bir personel ile çalışmaktadır. Zemin kontrplaklar ile kapatılmamış ve açıktır. Çalışma esnasında yardımcısı ile birlikte tavana uzanmak için kullandıkları merdivenin yerini değiştirirken zemindeki boşluklardan dolayı dengesini kaybetmiş ve düşmüştür.	Planlama	Çalışma Ortamı
2	Y Tersanesi	Ramak Kala	Tersane havalandırma fanlarından (6 adet çatıda takılı olanlar) 1 tanesinin motoru, düzenli temizliğinin yapılmaması, metal tozu birikmesi nedeni ile yandı.	Teknik Şartlar	Makine
3	Y Tersanesi	İş Kazası	Personel, kimyasal malzemeler ile laminasyon işlemini yaparken, kendisi için KKD zimmet tutanağında da tanımlanmış olan gözlüğünü kullanmamış ve kimyasal gözüne kaçmıştır.	Çalışanlar	Yetkinlik
4	Y Tersanesi	Ramak Kala	Ana pano genel bakımı yapılırken, basınçlı hava tutulmuş, baraların gevşek olması edeni ile kontak takımı patlamış ve baralar birbirine yapışmıştır.	Teknik Şartlar	Elektrik
5	Y Tersanesi	İş Kazası	Personel kompozit yapıda kazıma işlemi yaparken gözlük kullanmamış ve çekiç darbesi ile yapıdan kopan parça göz kapağına gelmiştir.	Çalışanlar	Yetkinlik
6	Y Tersanesi	Ramak Kala	Personel cugul ile taşlama yaparken elini kaptırmış ve eldiveni yırtılmıştır, fakat eline herhangi bir zarar gelmemiştir.	Çalışanlar	Yetkinlik
7	Y Tersanesi	Ramak Kala	Yangın odası basınç tankının balon membranı, nedeni bilinmeksizin yırtılmış yada patlamıştır. Yangın odası su altında kalmış, yangın istasyonları devre dışı kalmıştır.	Planlama	Makine
8	Y Tersanesi	İş Kazası	Personel daire testere kullanırken gözüne çapak kaçtı.	Çalışanlar	Yetkinlik
9	Y Tersanesi	İş Kazası	Personel taşlama yaparken tam kapalı tip koruyucu gözlük yerine yanları açık gözlüğü kullanmış ve gözüne çapak kaçmıştır.	Çalışanlar	Yetkinlik



10	Y Tersanesi	İş Kazası	Personel kimyasal atık varilleri üzerinde kesme işlemi yapmaktadır. Bu esnada kapalı varilin içindeki sıkışmış gaz kapaklardan tam olarak dışarı çıkmamıştır. Kesme taşından çıkan kıvılcım ile varil patlamış ve varil kapağı tersane duvarına fırlamış, varilin kendisi personelin ayağına çarpmıştır.	Kimyasal	Kimyasal
11	Y Tersanesi	İş Kazası	Personel kaynak işlemi yaparken yanlış kkd (göz maskesi) kullandığı içi gözünü kaynak almıştır.	Çalışanlar	Yetkinlik
12	Y Tersanesi	Ramak Kala	Kompozit ana yapıyı kaldırmak ve teknenin üzerine koymak için kullanılan kantarmalardan bir tanesi beklenen yükü kaldırmamış ve bükülmüştür. Vinç kaldırılacak olan parça ve çevredekiler zarar görmeden indirilmiş ve sabitlenmiştir.	Planlama	Organizasyon
13	Y Tersanesi	Ramak Kala	Personel taş motoru kullanırken koruma kapağını takmamıştır. Kullanım esnasında taş patlamış ve parçalardan bir tanesi personeli teğet geçmiştir.	Çalışanlar	Yetkinlik
14	Y Tersanesi	Ramak Kala	Personelin teknenin alabanda tarafında yürütmekte olduğu kesme işlemi sırasında hangar içine (aşağıya) kıvılcımlar düşmektedir. Kıvılcımlar havalandırma fanlarının filtrelerine gelerek yanmasına sebep olmuştur.	Çalışanlar	Yetkinlik
15	Y Tersanesi	İş Kazası	Personel teknenin kablo yolları montajı sırasında kullanmış olduğu kaynak makinesi ile çalışırken gözünü kaynak almıştır.	Çalışanlar	Yetkinlik
16	Y Tersanesi	Ramak Kala	Ana pano kompanzasyon devresinin aşırı yüklenmesi sebebi ile kondansatör ve kontaktör yanmıştır.	Teknik Şartlar	Elektrik
17	Y Tersanesi	İş Kazası	Kompozit yapı cam kasalarının çapaklarının temizlenmesi esnasında, personel kullanmakta olduğu çekici eline vurmuştur.	Çalışanlar	Yetkinlik
18	Y Tersanesi	İş Kazası	Personel izolasyon plakalarını keserken, plaka elinde dönmüş ve avuç içini kesmiştir.	Çalışanlar	Yetkinlik

19	Y Tersanesi	İş Kazası	Personel kompozit malzemenin üzerindeki elyaf ve kaplamayı sökerken maket bıçağı ile elini kesti.	Çalışanlar	Yetkinlik
20	Y Tersanesi	Ramak Kala	İsg & çevre günlük kontrolü sabah 08:00 / 13:00 devriyesinde baş pervane aydınlatma kablosunun yanmış olduğu fark edildi. Çalışma alanındaki aşırı yanıcı maddeler ile (izolasyon malzemeleri) yangın çıkma riski büyük olasılık taşımakta idi. Hemen bakım sorumlusu çağırıldı, kablounun hasarlı bölümünün bakımının yapılması sağlandı.	Teknik Şartlar	Elektrik
21	Y Tersanesi	Ramak Kala	Isıtıcı fanın çalışması esnasında, olağan dışı sesler çıkardığı farkedilmiş ve bakım personeline haber verilmiştir. Bakım personeli tarafından yapılan kontrollerde fan motorunun yandığı görülmüştür.	Teknik Şartlar	Elektrik
22	Y Tersanesi	İş Kazası	Kaptan kamarasında punch ile zıvana deliği açarken, punch sıkışmış ve motorunun dönmeye zorlaması nedeniyle personelin sol eli burkulmuştur.	Çalışanlar	Yetkinlik
23	Y Tersanesi	İş Kazası	Bir ucu puntalı (kaynaklı) şekilde yüksekte boşlukta duran borunun, diğer ucununun puntalama çalışması esnasında, kaynak pensesi yanlışlıkla boruya değmiştir. Çıkan ark nedeniyle, personel refleks olarak tuttuğu boruyu bırakmıştır. Boru personelin boyun bölgesine düşük şiddetle çarpmıştır.	Çalışanlar	Yetkinlik
24	Y Tersanesi	İş Kazası	Makine dairesi zemini boşluklarını kapatan kontraplaklardan bir tanesi çalışmalar nedeni ile sökülmüş ve iş bitiminde dengesiz bir şekilde, yerine oturtulmadan bırakılmıştır. Personel bu kontraplak üzerine bastığında, sol ayağı boşluğa kaymış ve ayağının sıkışması neticesinde dengesini kaybederek düşmüştür.	Çalışanlar	Yetkinlik
25	Y Tersanesi	İş Kazası	Tavanda zımpara işi yapan personelin kendisi, hazırlık aşamasında çalıştığı iskele ile bar dolabı arasındaki boşluğu kapatan plakayı yerinden almış fakat tekrar yerine yerleştirmemiştir. Çalışması sırasında bu boşluğa basan	Çalışanlar	Yetkinlik

			personel dengesini kaybetmiş ve göğüs kısmını iskele dikmesine çarpmıştır.		
26	Y Tersanesi	İş Kazası	Sundeck mobilyaları iç kısımda söküm çalışması yapan personel, söktüğü parçanın kopması nedeni ile dengesini kaybetmiş ve sol kol dirseğini dolap içerisinde ara perdeye çarpmıştır.	Çalışanlar	Yetkinlik
27	Y Tersanesi	İş Kazası	Personel gerçekleştirdiği saha kontrolleri esnasında, zeminin bir kısmına döşenen tik tahtası ile döşenmemiş kısım arasında oluşan 16 mm yüksekliğe takılmış ve ayağını burkmuştur.	Çalışanlar	Yetkinlik
28	Y Tersanesi	İş Kazası	Uzun ve esnek malzeme taşıyan personel, taşıdığı malzemenin ön ucunu tekneye taktırmış, malzemenin salınım yapması nedeni ile sol göz kapağına darbe almıştır.	Çalışanlar	Yetkinlik
29	Y Tersanesi	İş Kazası	Mutfak bölümünden ana salona (maindeck) geçmek isteyen personel, eşikte serili şilteye takılmıştır. Personelin elinde bulunan ve yeni fişten çekilmiş ağız kısmı sıcak fön makinesi sol üst koluna değmiştir. Personelin sol kolunda hafif boyutlu yanık oluşmuştur.	Planlama	Çalışma Ortamı
30	Y Tersanesi	İş Kazası	Elinde kaynak makinesi taşıyan personel, kış garaj bölgesinden tekneye geçmek isterken önündeki merdiven basamağını görmeyerek dengesini kaybetmiş ve dizlerinin üzerine düşmüştür. Sağ bacağına ağrı ve şişme oluşmuştur.	Planlama	Organizasyon
31	Y Tersanesi	İş Kazası	Can salı kapaklarının tesviyesini yapmakta olan personel, kullanmakta olduğu jeti (taş motoru) kaydırmıştır. Sağ orta parmak üst kısımda küçük çapta kesi oluşmuştur.	Çalışanlar	Yetkinlik
32	Y Tersanesi	İş Kazası	Personel çalışma yapacağı alana geçmek için kış garaj merdiveni üzerindeki korkuluklardan atlamak istemiş, kayarak düşmüştür. Sağ üst bacak ve ayak bileğinde şişlik oluşmuştur.	Çalışanlar	Yetkinlik

33	Y Tersanesi	İş Kazası	Personeller tekne üst güvertesi için imal edilen uzun korkuluk donanımını çevirmek istemişler, çevirme esnasında korkuluğu, çadır içerisinde imalatı devam eden sundeck siperlik donanımına çarpmışlardır. Sundeck siperliği düşerken alanda bulunan başka bir personelin sağ üst bacağına sıyırılmıştır. Olay sonucunda 5-6 cm. kesi oluşmuştur.	Planlama	Organizasyon
34	Y Tersanesi	İş Kazası	Personel el frezesi ile sundeck-tavan kapağı yuvasını genişletme çalışması yaparken, kapak çıtası kaymış, freze eline temas ederek sağ el baş parmağında küçük çaplı kesi oluşmuştur.	Çalışanlar	Yetkinlik
35	Y Tersanesi	İş Kazası	Personel; iskele üzerinde tekne bordosuna zımpara çalışması yaparken, iskele ızgarası ile tekne arasında oluşan boşluğa basmıştır.	Planlama	Çalışma Ortamı
36	Y Tersanesi	İş Kazası	Personel makine dairesi zemininde yer alan kontraplağı kaldırmış, burada izolasyon işi yapmaktadır. Personel iş bitiminde hızlı bir şekilde kontraplağı yerine yerleştirmiş, kontraplak tam olarak yerine oturmamıştır. (diğer kontraplaklara bağlantı atılarak sağlam hale getirilmemiştir), Başka bir personel bahsi geçen kontraplağa basmak suretiyle düşmüştür.	Çalışanlar	Yetkinlik

### Y TERSANESİ KAZA SAYILARI

Planlama			Teknik Şartlar			Çalışanlar		Kimyasal
Organizasyon	Çalışma Ortamı	Kişisel Güvenlik	Ekipman Malzeme	Makine	Elektrik	Sağlık	Yetkinlik	Kimyasal
3	3	0	0	2	4	0	23	1
<b>6</b>			<b>6</b>			<b>23</b>		<b>1</b>

**Çizelge C.4 Z Tersanesine Ait İş Kazası Verileri**

No	Firma /Tersane	Olay Tipi	İş Kazası Olay Açıklaması	Ana Kriter	Ana Alt Kriter
1	Z Tersanesi	İş Kazası	Kamyonda bulunan iskele malzemelerinin transferi sırasında, kamyon kasasından vincin malzemeyi kaldırdığı esnada, kasa içerisindeki personel kaçmak isterken kasadan düşmüştür. Düşme sonucu kol bileğinde çatlak meydana gelmiştir.	Planlama	Organizasyon
2	Z Tersanesi	Ramak Kala	Gemide gemi personeli tarafından yapılan liman kazanı basınç testi sırasında güvenlik valfi devreye girmemiş , oluşan yüksek basınç sebebi ile tank içinde patlama meydana gelmiştir. Olayda herhangi yaralanan olmamıştır.	Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme
3	Z Tersanesi	Ramak Kala	Havuz iskele vinci ile havuz içerisinden beton parçaların dolu olduğu kazanın transfer edilmesi sırasında, beton dolu kazan, havuzda gemi merkezleme aparatı olarak kullanılan kontrüksiyona takılmış ve malzemenin havuz içinde bulunan iskele üzerine düşmesine sebep olmuştur. Alanın iskele ile geçişe kapatılmış olması, olası bir yaralanma ve ölümlerle sonuçlanabilecek bir olayı engellemiştir.	Çalışanlar	Yetkinlik
4	Z Tersanesi	Ramak Kala	Gemi makina dairesine montajı yapılacak elektrik motorunun, alana transferi sırasında, taşımada kullanılan ceraskalın kaçırması sonucu malzeme 40 cm mesafeden montaj edileceği bölgeye düşmüştür. Elektrik motoruna ait ayboltun biri kopmuştur. Çarpma sırasında motor üzerinde bulunan flanş kırılmış, olayda yaralanan olmamıştır.	Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme
5	Z Tersanesi	İş Kazası	Geminin güverte kısmında yürürken ambar kapağının yanındaki küçük boşluğa ayağının takılması sonucu yüz üstü yere düşmüştür. Personelin sağ ayak bilek üzerinde yaralanma, sol kol ve göğüs üzerinde kızarıklar ve ağrı oluşmuştur.	Planlama	Çalışma Ortamı

6	Z Tersanesi	İş Kazası	Çalışan geminin baş kısmında kontrolleri gerçekleştirirken, yağışlı hava nedeniyle kayganlaşan zeminde düşme sonucu sağ el serçe parmağından yaralanmıştır	Planlama	Çalışma Ortamı
7	Z Tersanesi	İş Kazası	Metal boru taşıma esnasında sol el bileği ve baş parmak kısmına boru düşmesi sonucu hassasiyet ve incilme meydana gelmiştir.	Çalışanlar	Yetkinlik
8	Z Tersanesi	İş Kazası	Kapakların üstünde yürürken, karanlıkta göremeyip, konteyner soketlerine ayağı takılarak düşmüştür.	Planlama	Çalışma Ortamı
9	Z Tersanesi	Ramak Kala	Gemi güverte kısmındaki pano içindeki kablo ucunun, pano içi metal aksama temas etmesi sonucu kısa devre meydana gelmiştir. Kısa devre nedeniyle kablounun bir kısmı yanmıştır. Sigorta atarak enerjiyi kesmiştir.	Planlama	Çalışma Ortamı
10	Z Tersanesi	İş Kazası	Gemi ambarındaki yaklaşık 40 cm yüksekliğindeki sintine kuyusunu farketmeyip su dolu birikintinin içine düşmüştür. Düşme anında sol ayak diz ve önkısmını malzemeye çarpmıştır.	Planlama	Çalışma Ortamı
11	Z Tersanesi	İş Kazası	Gemiye geçiş amacıyla verilen kule merdiven, vinç ile alınmak istenmiştir. Kule merdiven konulacağı yere yanaştırıldığı sırada personel eli ile müdahale edip yönlendirmeye çalışmış ve kule merdiveni yakınında bulunan trafo ile kule merdiveni arasında parmakları sıkıştırılmıştır.	Çalışanlar	Yetkinlik
12	Z Tersanesi	Ramak Kala	Rıhtımda bulunan gemi fırtına nedeniyle baş taraftan açınca, kaptan yaklaşık 20 m kıçta doğru gemiyi shift etmiş, bu sırada baş taraftan babaya bağlı olan halatlar rıhtım ucunda bulunan aydınlatma direğini devirmiştir. Aydınlatma direği yakınında çalışan olmaması nedeni ile yaralanma olmamıştır.	Planlama	Çalışma Ortamı
13	Z Tersanesi	İş Kazası	Geminin ambarında bulunan kiralık sepetli platform makinesine mazot ikmali yapmak isteyen hizmet firmasının çalışanı, mazotu ağzı ile hortuma çekmek isterken yutmuştur. Ardından mide bulantısı şikayeti ile revire	Planlama	Organizasyon

			gelmiş ilk müdahalesi yapıldıktan sonra hastaneye sevk edilmiştir.		
14	Z Tersanesi	Ramak Kala	Havuz pompa dairesinde bulunan balast pompasının yağ deposunun tapası yerinden çıkmış ve yağ boşalmıştır. Ardından ısınan makina contayı yakıp kaplinin kırılmasına neden olmuştur.	Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme
15	Z Tersanesi	Ramak Kala	Cherrypicker (sepetli platform aracı) bakım personeli tarafından bakımı yapılması için 220 tonluk vincin ray yoluna çekilmiştir. Vinç operatörünün 220 tonluk vinci hareket ettirmesi sonucu cherrypicker'a çarpmış ve yağ tankını delmiştir.	Çalışanlar	Yetkinlik
16	Z Tersanesi	Ramak Kala	Forklift operatörü, zeminde bulunan kanal kapağı üzerinden geçtiği sırada kanal kapağı yamulmuştur. Yaşanan olayda forklift devrilebilir, operatör kazalanabilirdi.	Planlama	Çalışma Ortamı
17	Z Tersanesi	Ramak Kala	Vinç ile ağırlığı 25 ton olan egsoz ünitesinin güvertede yerine koyulması esnasında, vincin yaklaşık 1-1.5 metre kaçırarak mayna yaptığı görülmüştür. Malzemenin zemin kotundan yüksekte olması nedeni ile herhangi bir çarpma , sıkışma vb. bir kazalanma yaşanmamıştır.	Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme
18	Z Tersanesi	İş Kazası	Çalışan, yerde durmakta olan "H" profili eli ile çevirmek isterken, profil dönerek personelin ayağını ezmiştir.	Çalışanlar	Yetkinlik
19	Z Tersanesi	İş Kazası	Saportlar üzerine konulan havalandırma kanalının taşlamasının yapılması esnasında, malzemenin üzerinde durduğu saport üzerinden kayarak dönmesi sonucu çalışanın sağ ayağının üzerine düşmüştür. Travmaya bağlı olarak ayak üzerinde yaygın ödem, ağrı ve hassasiyet oluşmuştur.	Planlama	Çalışma Ortamı

20	Z Tersanesi	İş Kazası	Vinç ile transfer edilmekte olan malzeme dengesiz şekilde dönerek çalışana çarpmıştır. Çarpmanın etkisiyle birlikte iki malzeme arasında sıkışan çalışanın, travmaya bağlı olarak kaburga kemiklerinde ağrı ve hassasiyet meydana gelmiştir.	Çalışanlar	Yetkinlik
21	Z Tersanesi	Ramak Kaza	Gece saat 03:00 sularında devriye görevi yapan güvenlik personeli, rıhtımda bulunan lojistik konteynerinde duman ve alev tespit ederek danışma görevlisine ve isg gece nöbetçisine haber vermiştir. Konteynerde meydana gelen elektrik kaynaklı yangın isg elemanı ve lojistik personeli müdahalesi ile söndürülmüştür.	Teknik Şartlar	Elektrik
22	Z Tersanesi	İş Kazası	Gemide kapalı alanda yapılan kaynak, kesme işlerinde kullanılan gaz hortum donanımı, iş bitiminde kapalı alanda bırakılmıştır. Hortumdan gaz sızması sonucu ortamda parlayıcı/patlayıcı alan oluşmuştur. Yan mahalde yapılan sıcak çalışma etkisi ile patlama meydana gelmiş ve iki personel hayatını kaybetmiştir.	Kimyasal	Kimyasal
23	Z Tersanesi	İş Kazası	Kule vince bağlı sepetli çalışma plotformunun halatları kopmuş ve platform içerisinde bulunan 5(beş) personel yüksekten düşerek yaralanmıştır.	Teknik Şartlar	Ekipman Malzeme
23	Z Tersanesi	İş Kazası	Personel vinç çalışma alanı dubalarından(fiziksel bariyerinden) atlayarak içeri girmiş ve vinç hareketi esnasında personele kaldırılan boru parçası çarpmıştır.	Çalışanlar	Yetkinlik

### Z TERSANESİ KAZA SAYILARI

Planlama			Teknik Şartlar			Çalışanlar		Kimyasal
Organizasyon	Çalışma Ortamı	Kişisel Güvenlik	Ekipman Malzeme	Makine	Elektrik	Sağlık	Yetkinlik	Kimyasal
2	8	0	5	0	1	0	7	1
<b>10</b>			<b>6</b>			<b>7</b>		<b>1</b>



## X TERSANESİ İKİLİ KARŞILAŞTIRMA MATRİSLERİ

KARŞILAŞTIRMA MATRİSİ					NORMALİZE EDİLMİŞ MATRİS (NİSBE ÖNEM DERECELERİ)						
<b>A</b>		Planlama	Çalışanlar	Teknik Şartlar	Kimyasal Etmenler		Planlama	Çalışanlar	Teknik Şartlar	Kimyasal Etmenler	Öncelik Vektörü (Ağırlık)
	Planlama	1,00	0,33	5,00	7,00	Planlama	0,23	0,21	0,38	0,35	0,29
	Çalışanlar	3,00	1,00	7,00	9,00	Çalışanlar	0,69	0,63	0,53	0,45	0,57
	Teknik Şartlar	0,20	0,14	1,00	3,00	Teknik Şartlar	0,05	0,09	0,08	0,15	0,09
	Kimyasal Etmenler	0,14	0,11	0,33	1,00	Kimyasal Etmenler	0,03	0,07	0,03	0,05	0,04
	Toplam	4,34	1,59	13,33	20,00						
<b>B</b>		Organizasyon	Çalışma Ortamı	Kişisel Güvenlik		Organizasyon	Çalışma Ortamı	Kişisel Güvenlik	Öncelik Vektörü (Ağırlık)		
	Organizasyon	1,00	0,33	3,00	Organizasyon	0,23	0,22	0,33	0,26		
	Çalışma Ortamı	3,00	1,00	5,00	Çalışma Ortamı	0,69	0,65	0,56	0,63		
	Kişisel Güvenlik	0,33	0,20	1,00	Kişisel Güvenlik	0,08	0,13	0,11	0,11		
	Toplam	4,33	1,53	9,00							
<b>C</b>		Ekiman / Malzeme	Makine	Elektrik		Ekiman / Malzeme	Makine	Elektrik	Öncelik Vektörü (Ağırlık)		
	Ekiman / Malzeme	1,00	3,00	3,00	Ekiman / Malzeme	0,60	0,60	0,60	0,60		
	Makine	0,33	1,00	1,00	Makine	0,20	0,20	0,20	0,20		
	Elektrik	0,33	1,00	1,00	Elektrik	0,20	0,20	0,20	0,20		
	Toplam	1,67	5,00	5,00							
<b>D</b>		Yetkinlik	Sağlık		Yetkinlik	Sağlık	Öncelik Vektörü (Ağırlık)				
	Yetkinlik	1,00	9,00	Yetkinlik	0,90	0,90	0,90				
	Sağlık	0,11	1,00	Sağlık	0,10	0,10	0,10				
	Toplam	1,11	10,00								

Şekil C.1 X Tersanesi İkili Karşılaştırma Matrisleri

## Y TERSANESİ İKİLİ KARŞILAŞTIRMA MATRİSLERİ

### KARŞILAŞTIRMA MATRİSİ

### NORMALİZE EDİLMİŞ MATRİS (NİSBE ÖNEM DERECELERİ)

**A**

	Planlama	Çalışanlar	Teknik Şartlar	Kimyasal Etmenler
Planlama	1,00	0,20	1,00	5,00
Çalışanlar	5,00	1,00	5,00	9,00
Teknik Şartlar	1,00	0,20	1,00	5,00
Kimyasal Etmenler	0,20	0,11	0,20	1,00
Toplam	7,20	1,51	7,20	20,00



	Planlama	Çalışanlar	Teknik Şartlar	Kimyasal Etmenler	Öncelik Vektörü (Ağırlık)
Planlama	0,14	0,13	0,14	0,25	0,17
Çalışanlar	0,69	0,66	0,69	0,45	0,63
Teknik Şartlar	0,14	0,13	0,14	0,25	0,17
Kimyasal Etmenler	0,03	0,07	0,03	0,05	0,04

**B**

	Organizasyon	Çalışma Ortamı	Kişisel Güvenlik
Organizasyon	1,00	1,00	3,00
Çalışma Ortamı	1,00	1,00	3,00
Kişisel Güvenlik	0,33	0,33	1,00
Toplam	2,33	2,33	7,00



	Organizasyon	Çalışma Ortamı	Kişisel Güvenlik	Öncelik Vektörü (Ağırlık)
Organizasyon	0,43	0,43	0,43	0,43
Çalışma Ortamı	0,43	0,43	0,43	0,43
Kişisel Güvenlik	0,14	0,14	0,14	0,14

**C**

	Ekiman / Malzeme	Makine	Elektrik
Ekiman / Malzeme	1,00	2,00	0,20
Makine	0,50	1,00	0,33
Elektrik	5,00	3,00	1,00
Toplam	6,50	6,00	1,53



	Ekiman / Malzeme	Makine	Elektrik	Öncelik Vektörü (Ağırlık)
Ekiman / Malzeme	0,15	0,33	0,13	0,21
Makine	0,08	0,17	0,22	0,15
Elektrik	0,77	0,50	0,65	0,64

**D**

	Yetkinlik	Sağlık
Yetkinlik	1,00	9,00
Sağlık	0,11	1,00
Toplam	1,11	10,00



	Yetkinlik	Sağlık	Öncelik Vektörü (Ağırlık)
Yetkinlik	0,90	0,90	0,90
Sağlık	0,10	0,10	0,10

Şekil C.2 Y Tersanesi İkili Karşılaştırma Matrisleri

## Z TERSANESİ İKİLİ KARŞILAŞTIRMA MATRİSLERİ

KARŞILAŞTIRMA MATRİSİ					NORMALİZE EDİLMİŞ MATRİS (NİSBİ ÖNEM DERECELERİ)						
<b>A</b>		Planlama	Çalışanlar	Teknik Şartlar	Kimyasal Etmenler		Planlama	Çalışanlar	Teknik Şartlar	Kimyasal Etmenler	Öncelik Vektörü (Ağırlık)
	Planlama	1,00	3,00	5,00	7,00	Planlama	0,60	0,66	0,54	0,44	0,56
	Çalışanlar	0,33	1,00	3,00	5,00	Çalışanlar	0,20	0,22	0,32	0,31	0,26
	Teknik Şartlar	0,20	0,33	1,00	3,00	Teknik Şartlar	0,12	0,07	0,11	0,19	0,12
	Kimyasal Etmenler	0,14	0,20	0,33	1,00	Kimyasal Etmenler	0,09	0,04	0,04	0,06	0,06
	Toplam	1,68	4,53	9,33	16,00						
<b>B</b>		Organizasyon	Çalışma Ortamı	Kişisel Güvenlik		Organizasyon	Çalışma Ortamı	Kişisel Güvenlik	Öncelik Vektörü (Ağırlık)		
	Organizasyon	1,00	0,33	3,00	Organizasyon	0,23	0,22	0,33	0,26		
	Çalışma Ortamı	3,00	1,00	5,00	Çalışma Ortamı	0,69	0,65	0,56	0,63		
	Kişisel Güvenlik	0,33	0,20	1,00	Kişisel Güvenlik	0,08	0,13	0,11	0,11		
Toplam	4,33	1,53	9,00								
<b>C</b>		Ekiman / Malzeme	Makine	Elektrik		Ekiman / Malzeme	Makine	Elektrik	Öncelik Vektörü (Ağırlık)		
	Ekiman / Malzeme	1,00	5,00	3,00	Ekiman / Malzeme	0,65	0,56	0,69	0,63		
	Makine	0,20	1,00	0,33	Makine	0,13	0,11	0,08	0,11		
	Elektrik	0,33	3,00	1,00	Elektrik	0,22	0,33	0,23	0,26		
Toplam	1,53	9,00	4,33								
<b>D</b>		Yetkinlik	Sağlık		Yetkinlik	Sağlık	Öncelik Vektörü (Ağırlık)				
	Yetkinlik	1,00	6,00	Yetkinlik	0,86	0,86	0,86				
	Sağlık	0,17	1,00	Sağlık	0,14	0,14	0,14				
Toplam	1,17	7,00									

Şekil C.3 Z Tersanesi İkili Karşılaştırma Matrisleri

## X TERSANESİ TUTARLILIK HESAPLAMASI

	TEMEL DEĞER HESAPLAMASI				TUTARLILIK GÖSTERGESİ	
<b>A</b>						
	Planlama	Çalışanlar	Teknik Şartlar	Kimyasal Etmenler	Öncelik Vektörü (Ağırlık)	
	Planlama	1,00	0,33	5,00	7,00	0,29
	Çalışanlar	3,00	1,00	7,00	9,00	0,57
	Teknik Şartlar	0,20	0,14	1,00	3,00	0,09
	Kimyasal Etmenler	0,14	0,11	0,33	1,00	0,04
						4,168
						0,056
<b>B</b>						
	Organizasyon	Çalışma Ortamı	Kişisel Güvenlik		Öncelik Vektörü (Ağırlık)	
	Organizasyon	1,00	0,33	3,00	3,00	0,26
	Çalışma Ortamı	3,00	1,00	5,00	5,00	0,63
	Kişisel Güvenlik	0,33	0,20	1,00	1,00	0,11
						3,039
						0,019
<b>C</b>						
	Ekiman / Malzeme	Makine	Elektrik		Öncelik Vektörü (Ağırlık)	
	Ekiman / Malzeme	1,00	3,00	3,00	3,00	0,60
	Makine	0,33	1,00	1,00	1,00	0,20
	Elektrik	0,33	1,00	1,00	1,00	0,20
						3,000
						0,000
<b>D</b>						
	Yetkinlik	Sağlık			Öncelik Vektörü (Ağırlık)	
	Yetkinlik	1,00	9,00		9,00	0,90
	Sağlık	0,11	1,00		1,00	0,10
						2,000
						0,000

Şekil C.3 X Tersanesi Tutarlılık Ölçümü

## SONUÇ

**A**

$$\lambda = 4.168 \rightarrow \begin{cases} CI = 0.056 \\ RI = 0.90 \\ CR = 0.062 < 0.10 (\%10) \text{ Tutarlı...} \end{cases}$$

**B**

$$\lambda = 3.039 \rightarrow \begin{cases} CI = 0.019 \\ RI = 0.58 \\ CR = 0.033 < 0.10 (\%10) \text{ Tutarlı...} \end{cases}$$

**C**

$$\lambda = 3.000 \rightarrow \begin{cases} CI = 0.00 \\ RI = 0.58 \\ CR = 0.000 < 0.10 (\%10) \text{ Tutarlı...} \end{cases}$$

**D**

$$\lambda = 2.000 \rightarrow \begin{cases} CI = 0.00 \\ RI = 0.00 \\ CR = 0.000 < 0.10 (\%10) \text{ Tutarlı...} \end{cases}$$

Y TERSANESİ TUTARLILIK HESAPLAMASI

					TEMEL DEĞER HESAPLAMASI		TUTARLILIK GÖSTERGESİ		
<b>A</b>	Planlama	Çalışanlar	Teknik Şartlar	Kimyasal Etmenler	Öncelik Vektörü (Ağırlık)	$d_i$	$E_i$	$\lambda$	CI
	Planlama	1,00	3,00	5,00	7,00	0,17	4,114	4,135	0,045
	Çalışanlar	0,33	1,00	3,00	5,00	0,63	4,284		
	Teknik Şartlar	0,20	0,33	1,00	3,00	0,17	4,114		
	Kimyasal Etmenler	0,14	0,20	0,33	1,00	0,04	4,026		
<b>B</b>	Organizasyon	Çalışma Ortamı	Kişisel Güvenlik	Öncelik Vektörü (Ağırlık)	$d_i$	$E_i$	$\lambda$	CI	
	Organizasyon	1,00	3,00	5,00	0,43	3,000	3,000	0,000	
	Çalışma Ortamı	0,33	1,00	3,00	0,43	3,000			
	Kişisel Güvenlik	0,20	0,33	1,00	0,14	3,000			
<b>C</b>	Ekiman / Malzeme	Makine	Elektrik	Öncelik Vektörü (Ağırlık)	$d_i$	$E_i$	$\lambda$	CI	
	Ekiman / Malzeme	1,00	2,00	3,00	0,21	3,115	3,167	0,000	
	Makine	0,50	1,00	2,00	0,15	3,059			
	Elektrik	0,33	0,50	1,00	0,64	3,327			
<b>D</b>	Yetkinlik	Sağlık	Öncelik Vektörü (Ağırlık)	$d_i$	$E_i$	$\lambda$	CI		
	Yetkinlik	1,00	4,00	0,90	2,000	2,000	0,000		
	Sağlık	0,25	1,00	0,10	2,000				

Şekil C.4 Y Tersanesi Tutarlılık Ölçümü

## SONUÇ

**A**

$$\lambda = 4.135 \rightarrow \begin{cases} CI = 0.045 \\ RI = 0.90 \\ CR = 0.05 < 0.10 (\%10) \text{ Tutarlı...} \end{cases}$$

**B**

$$\lambda = 3.000 \rightarrow \begin{cases} CI = 0.000 \\ RI = 0.58 \\ CR = 0.000 < 0.10 (\%10) \text{ Tutarlı...} \end{cases}$$

**C**

$$\lambda = 3.167 \rightarrow \begin{cases} CI = 0.000 \\ RI = 0.58 \\ CR = 0.000 < 0.10 (\%10) \text{ Tutarlı...} \end{cases}$$

**D**

$$\lambda = 2.000 \rightarrow \begin{cases} CI = 0.000 \\ RI = 0.00 \\ CR = 0.000 < 0.10 (\%10) \text{ Tutarlı...} \end{cases}$$

## Z TERSANESİ TUTARLILIK HESAPLAMASI

### TEMEL DEĞER HESAPLAMASI

### TUTARLILIK GÖSTERGESİ

**A**

	Planlama	Çalışanlar	Teknik Şartlar	Kimyasal Etmenler
Planlama	1,00	3,00	5,00	7,00
Çalışanlar	0,33	1,00	3,00	5,00
Teknik Şartlar	0,20	0,33	1,00	3,00
Kimyasal Etmenler	0,14	0,20	0,33	1,00

Öncelik Vektörü (Ağırlık)
0,56
0,26
0,12
0,06



$d_i$  = Karşılaştırma matrisi ile öncelik vektörü matrisi çarpımıdır.

$E_i$  = Her bir değerlendirme faktörüne ilişkin temel değer

$\lambda$  = Karşılaştırmaya ilişkin temel değer

CI = Tutarlılık göstergesi (Uyum İndeksi)

$d_i$	$E_i$	$\lambda$	CI
2,356	4,222	4,118	0,039
1,099	4,175		
0,492	4,036		
0,230	4,041		

**B**

	Organizasyon	Çalışma Ortamı	Kişisel Güvenlik
Organizasyon	1,00	0,33	3,00
Çalışma Ortamı	3,00	1,00	5,00
Kişisel Güvenlik	0,33	0,20	1,00

Öncelik Vektörü (Ağırlık)
0,26
0,63
0,11



$d_i$	$E_i$	$\lambda$	CI
0,790	3,033	3,039	0,019
1,946	3,072		
0,320	3,011		

**C**

	Ekiman / Malzeme	Makine	Elektrik
Ekiman / Malzeme	1,00	5,00	3,00
Makine	0,20	1,00	0,33
Elektrik	0,33	3,00	1,00

Öncelik Vektörü (Ağırlık)
0,63
0,11
0,26



$d_i$	$E_i$	$\lambda$	CI
1,946	3,072	3,039	0,019
0,320	3,011		
0,790	3,033		

**D**

	Yetkinlik	Sağlık
Yetkinlik	1,00	6,00
Sağlık	0,17	1,00

Öncelik Vektörü (Ağırlık)
0,86
0,14



$d_i$	$E_i$	$\lambda$	CI
1,714	2,000	2,000	0,000
0,286	2,000		

Şekil C.4 Z Tersanesi Tutarlılık Ölçümü



## SONUÇ

**A**

$$\lambda = 4.118 \rightarrow \begin{cases} CI = 0.039 \\ RI = 0.90 \\ CR = 0.043 < 0.10 (\%10) \text{ Tutarlı ...} \end{cases}$$

**B**

$$\lambda = 3.039 \rightarrow \begin{cases} CI = 0.019 \\ RI = 0.58 \\ CR = 0.036 < 0.10 (\%10) \text{ Tutarlı ...} \end{cases}$$

**C**

$$\lambda = 3.039 \rightarrow \begin{cases} CI = 0.019 \\ RI = 0.58 \\ CR = 0.033 < 0.10 (\%10) \text{ Tutarlı ...} \end{cases}$$

**D**

$$\lambda = 2.000 \rightarrow \begin{cases} CI = 0.00 \\ RI = 0.00 \\ CR = 0.00 < 0.10 (\%10) \text{ Tutarlı ...} \end{cases}$$



## ÖZGEÇMİŞ

1. Adı Soyadı : Güfte CANER AKIN
2. Doğum Tarihi : 09.12.1989
3. Telefonu : 0 551 702 45 69
4. E-Posta : [gufte89@gmail.com](mailto:gufte89@gmail.com)



### Akademik Eğitimleri:

Derece	Alan	Üniversite	Yıl
Lisans	Kimya	Trakya Üniversitesi	2007-2011
Yüksek Lisans	İş Sağlığı ve Güvenliği	Yeni Yüzyıl Üniversitesi	2012-2013

### Deneyimleri:

- İSG ve Kalite Koordinatörü, Yön İş Sağlığı ve Güvenliği Dan. Eğt. Ltd. Şti. , (2014-Devam)  
İş Güvenliği Sorumlusu, Tab Gıda A.Ş., (2012-2014)  
İş Güvenliği Uzmanı, Wellpoint OSGB (2012-2012)

### Uluslararası Dergilerde Yayınlanan Makaleleri:

CANER AKIN G., EREN Ö., ORAL H.V., HEPERKAN H.A. “Yeni Bir Risk Değerlendirme Yöntemi İle Tersane İşletmelerinin Sınıflandırılması” (BMIJ Uluslararası Hakemli Dergi, ISSN: 2148-2586, Mart 2020) (Taranan indeksler: ULAKBİM, EBSCO, ProQuest, Crossref, EconLit, WorldCat, Google Scholar, PKP İndex, Scilit, CiteFaktor, Academic Research Index, Journal Seek)

### Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitabında Basılan Bildirileri:

G. CANER AKIN, U.F. KÜÇÜKALİ “İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Sürecine Çok Kriterli Karar Verme Tekniği İle Yeni Bir Bakış ve Tersane İşletmelerinde Uygulama” (4.Uluslararası İş Güvenliği ve Çalışan Sağlığı Kongresi, Bildiri 2019)

**Sertifikaları** : (B) İSG Uzmanı, OSHA- Occupational Safety and Health Professional, ISO 9001 Baş Denetçi, ISO 9001/14001/45001/10002, İç tetkikçi, İlkyardımcı, Yangın Güvenliği vb.

**Bilgisayar Bilgisi:** Microsoft Office, SPSS, LOGO, SAP vb paket programları

