

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GEMİ İNŞAATI VE GEMİ MAKİNELERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

SÜRMENE TERSANELERİNDEKİ İŞ KAZALARININ
BAYES AĞIYLA İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fevzi YILMAZTÜRK

TEMMUZ 2023
TRABZON



**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

GEMİ İNŞAATI VE GEMİ MAKİNELERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**SÜRMENE TERSANELERİNDEKİ İŞ KAZALARININ
BAYES AĞIYLA İNCELENMESİ**

Fevzi YILMAZTÜRK

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

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 08.06.2023

Tezin Savunma Tarihi : 18.07.2023

Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Hasan ÖLMEZ

Trabzon 2023

ÖNSÖZ

Tez çalışmam boyunca danışmanlık yapan, her aşamasında kıymetli bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren sayın Dr. Öğr. Üyesi Hasan ÖLMEZ hocama, tez çalışması sırasında özverili yaklaşımı ile en büyük destekçim olan sevgili eşime ve hayatımıza mutluluk katan canım kızıma benden desteklerini esirgemedikleri için teşekkür ederim. Çalışmamda yardım ve desteklerini esirgemeyen Öğr. Gör. Emre ÖZAYDIN ve Öğr. Gör. Köksal ÇOLAK hocalarıma çok teşekkür ederim.

Ayrıca bu süreç zarfında bana destek veren Hakan YILMAZTÜRK'e de teşekkür ederim.

Fevzi YILMAZTÜRK
TRABZON 2023

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Sürmene Tersanelerindeki İş Kazalarının Bayes Ağıyla İncelenmesi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Hasan ÖLMEZ’in sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı, analizleri kendim yaptığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 18/07/2023

Fevzi YILMAZTÜRK

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
KISALTMALAR	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Gemi İnşa Sanayi.....	2
1.2.1. Gemi İnşa Sektöründe Yapılan İşler.....	4
1.2.2. Dünya Gemi İnşa Sanayi İstatistikleri.....	4
1.2.3. Türkiye’de Tersanecilik Tarihi.....	7
1.2.4. Sürmene Tersanelerinin Tarihi	9
1.3. Tersanelerde İş Kazaları	13
1.3.1. Tersanelerde Meydana Gelen İş kazaları Türleri	14
1.3.2. Tersanelerde Meydana Gelen İş Kazalarının Nedenleri.....	15
1.3.3. Tersanelerde Meydana Gelen İş Kazaları İstatistikleri.....	16
1.4. Gemi İnşa Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği	19
1.5. Literatür Taraması	21
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	30
2.1. Çalışmanın İçeriği	30
2.2. Çalışmanın Aşamaları.....	31
2.3. Araştırmada Kullanılan Metot	32
2.3.1. Bayes Ağ Yapısı ve Koşullu Olasılık Yaklaşımı.....	32
2.3.2. Bayes Ağı Düğümleri ve Ön Koşulları	34
2.3.3. Uzman Değerlendirmeleri	40
2.3.4. Bulanık Mantık Yöntemi	42
2.3.4.1. Bulanıklaştırma	42
2.3.4.2. Çıkarım	45
2.3.4.3. Durulaştırma	47

3.	BULGULAR	49
3.1.	Bayes Ağında Elde Edilen Sonuçlar.....	49
3.2.	Bayes Ağının Geçerliliği	53
3.3.	Hassasiyet Analizi	56
4.	TARTIŞMA VE İRDELEME.....	59
5.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	64
6.	KAYNAKÇA	66
	ÖZGEÇMİŞ.....	72



Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

SÜRMENE TERSANELERİNDEKİ İŞ KAZALARININ
BAYES AĞIYLA İNCELENMESİ

Fevzi YILMAZTÜRK

Karadeniz Teknik Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Hasan ÖLMEZ

2023, 72 Sayfa

Gemi inşa sektörü, gemi inşaatı ve gemi bakım onarım faaliyetlerini içermektedir. Karadeniz bölgesi tersaneleri genel olarak balıkçı gemilerinin inşasında kendini geliştirmiştir. Özellikle Sürmene tersaneler bölgesi balıkçılık gemilerinin inşa edilmesi ve bakım onarımlarının yapılması açısından lider konumdadır. Gemi inşası; son derece karmaşık olan bir sürecin planlanması, uygulanması ve birçok iş kolunu bünyesinde barındırması nedeniyle iş kazalarının sıklıkla yaşandığı bir sektördür. Yapılan bilimsel çalışmalar ve alınan önlemlere rağmen iş kazaları tehdit olmaya devam etmektedir. Bu çalışmada Sürmene bölgesindeki tersanelerde oluşan iş kazaları araştırılmıştır. Kazaların olasılıklarının hesaplanmasında son yıllarda kaza analizinde olmak üzere birçok alanda tercih edilen Bayes Ağı metodu kullanılmıştır. Yapılan analiz ile en çok karşılaşılan kaza bir cismin çarpması düğümüyle fiziksel kaynaklı kazalardır. Bir cismin çarpmasında ise en önemli önkoşulların düzensizlik, dikkatsizlik, koruyucu ekipman uygunsuzluğu ve eğitim eksikliği olduğu görülmüştür. Çalışma sonucunda, olasılıklar hesaplanmış ve kazaların önlenmesi için gerekli öneriler verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sürmene, Tersane, Bayes ağı, iş kazaları,

Master Thesis

SUMMARY

OCCUPATIONAL ACCIDENTS AT SÜRMENE SHIPYARDS
BAYESIAN NETWORK EXAMINATION

Fevzi YILMAZTÜRK

Karadeniz Technical University

The Graduate School of Natural and Applied Sciences

Naval Architecture and Marine Engineering Graduate Program

Supervisor: Assistant Professor Hasan ÖLMEZ

2023, 72 Pages

Shipbuilding industry consists of shipbuilding, maintenance and repair activities. The shipyards in the Black Sea region have been mainly developed in the construction of fishing vessels. Especially, Sürmene shipyards area is in a leading position in terms of construction and maintenance of fishing vessels. Occupational accidents are frequently experienced in the shipbuilding industry due to the fact of including multiple branches of the industry and also planning and implementation of an extremely complex process. Despite the scientific studies and the precautions taken, occupational accidents continue to be a threat. In this study, occupational accidents in the ship-yards of Sürmene region were investigated. The Bayesian network method has been used in the calculation of the probability of accidents, which also has been preferred in many other areas in recent years including accident analysis. According to the analysis, the most common accident is the physical accident caused by the hitting of an object. It has been observed that the most important prerequisites for hitting an object are irregularity, carelessness, unsuitability of protective equipment and lack of training. As a result of the study, probabilities were calculated and necessary advises were given for the prevention of accidents.

Key Words: Sürmene, Shipyard, Bayesian network, work accidents

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Gemi inşa sanayinde tersane faaliyetleri (URL-1)	3
Şekil 2. Gemi siparişlerinin ülkelere göre dağılımı (adet) (DTO, 2022).....	6
Şekil 3. Gemi siparişlerinin ülkelere göre tonaj dağılımı (Milyon CGT) (DTO, 2022)	7
Şekil 4. Türkiye de güncel tersane sayıları (UAB, 2022).....	9
Şekil 5. Sürmene Tersaneler Bölgesi (Google Map).....	13
Şekil 6. Dünya tersanelerinde ölümlü kaza oranları (GİSBİR, 2008).	18
Şekil 7. Örnek Bayes ağı şeması	33
Şekil 8. Sürmene Tersanelerindeki kazaları incelemek için hazırlanan Bayes ağı şeması..	35
Şekil 9. Örnek Bayes ağı düğümleri ve olasılık değerleri	49
Şekil 10. Sürmene Tersanelerindeki kazaların Bayes ağında oransal dağılımı	51
Şekil 11. Fiziksel kaynaklı kazaların olasılık değişimi	54
Şekil 12. Yanma/patlama kazalarına ait olasılık değişimi.....	55
Şekil 13. Zehirlenme kazalarının olasılık değişimi	55
Şekil 14. Fiziksel kaynaklı kaza hassasiyet analizi	57
Şekil 15. Yanma/patlama hassasiyet analizi.....	57
Şekil 16. Zehirlenme hassasiyet analizi.....	58

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Ülkelerin milli ve yabancı bayraktaki 1000 GT ve üzeri gemi filosu (DTO, 2022)	4
Tablo 2. Ülkelerin 300 GT ve üzeri gemi filosundaki yıllık değişim (DTO, 2022).....	5
Tablo 3. Gemi inşa sektörü 2011-2021 yılları arası istatistiki veriler (UAB, 2022).	8
Tablo 4. Sürmene'deki tersanelerin özellikleri.....	10
Tablo 5. Sürmene'deki tersanelerin yıllara göre gemi inşa ve bakım-onarım faaliyetleri ..	11
Tablo 6: Ocak 2000-Ocak 2013 arası ölümlü tersane kazalarının oransal dağılımı.....	17
Tablo 7: Gemi inşa sektöründe kaza istatistikleri (DTO, 2008).....	17
Tablo 8. 2011-2021 yılları arası incelenen tersane kazaları (ÇSGB, 2021).	19
Tablo 9. Bayes ağıının düğümleri ve kısaltmaları	36
Tablo 10. Uzmanların özelliklerine göre ağırlık katsayıları.....	41
Tablo 11. Uzman değerlendirmelerinin ağırlıklara göre etki derecesi	41
Tablo 12. Ölçüm terimleri ve üçgen bulanık sayı değeri karşılıkları (Rajakarunakaran, 2015).....	43
Tablo 13. 5 farklı koşullu olasılık durumu için uzmanların sözlü değerlendirmeleri	44
Tablo 14. İlk 5 koşullu olasılık durumu için üçgen bulanık sayı verileri, uzman1~4	44
Tablo 15. İlk 5 koşullu olasılık durumu için üçgen bulanık sayı verileri, uzman 5~8	44
Tablo 16. İlk 5 koşullu olasılık durumu için benzerlik fonksiyonu verileri S(1-2) ~S(2-5)	46
Tablo 17. İlk 5 koşullu olasılık durumu için benzerlik fonksiyonu verileri S(2-6) ~S(4-5)	46
Tablo 18. İlk 5 koşullu olasılık durumu için benzerlik fonksiyonu verileri S(4-6) ~S(7-8)	46
Tablo 19. İlk 5 koşullu olasılık durumu için ortalama anlaşma verileri.....	47
Tablo 20. İlk 5 koşullu olasılık durumu için değişken anlaşma verileri	47
Tablo 21. İlk 5 koşullu olasılık durumu için konsensus katsayısı verileri	47
Tablo 22. İlk 5 koşullu olasılık durumu için durulaştırma ve bulanık olasılık verileri	48
Tablo 23. Bayes ağı düğümlerinin olasılıkları	52
Tablo 24. Fiziksel kaynaklı kazalar test sonuçları.....	53
Tablo 25. Yanma/patlama kazaları test sonuçları.....	54
Tablo 26. Zehirlenme kazaları test sonuçları	54

KISALTMALAR

AHP	: Analitik Hiyerarşi Süreci
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
DDK	: Devlet Denetleme Kurulu
DTO	: Deniz Ticaret Odası
DWT	: Dedveyt
GİSBİR	: Gemi İnşa Sanayiciler Birliği
GSMH	: Gayrisafi Milli Hasıla
ILO	: Uluslararası Çalışma Örgütü
ISM	: Uluslararası Güvenlik Yönetimi (International Safety Management)
ISO	: Uluslararası Standartlar Organizasyonu (International Organization for Standardization)
İSG	: İş Sağlığı ve Güvenliği
KİGEM	: Kişisel Gelişim Merkezi
KKD	: Kişisel Koruyucu Donanım
LNG	: Sıvılaştırılmış Doğal Gaz
LPG	: Likit Petrol Gazı
OECD	: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (Organisation for Economic Co-Operation and Development)
OHSAS	: İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri (Occupational Health and Safety Management Systems)
OSHA	: İş Güvenliği ve Sağlığı İdaresi (Occupational Safety and Health Administration)
OÜSBAD	: Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi
RADM	: Risk Değerlendirme Matrisi
SSK	: Sosyal Sigortalar Kurumu
TBMM	: Türkiye Büyük Millet Meclisi
TIG	: Tungsten İnert Gaz
TKAYS	: Tersane Kaza Analizi ve Yönetim Sistemi

TKY : Toplam Kalite Yönetimi
TMMOB : Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu
UAB : Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı



1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Dünyada küreselleşmenin hız kazanması tüketimin artmasına sebebiyet vermiştir. Bu da beraberinde üretimi gerekli kılmış ve ulaştırma sektörünün hızlanmasını sağlamıştır. Bu durum deniz taşımacılığını da olumlu yönde etkilemiştir. Dünya genelinde taşımacılık % 80-90 arasında deniz yolu ile yapılmaktadır (UNCTAD, 2018). Nesiller boyunca politik olarak iyi bir konuma gelmeyi hedefleyen ülkeler, deniz gücünü sürekli olarak yüksek konumda tutma çabasında olmuşlardır.

Uluslararası deniz ticaretinde lider olmak için ticaret hacmini, gelişmekte olan teknolojiden de faydalanarak büyütmek isteyen ülkeler gemi inşa sanayini geliştirmeyi amaç edinmişlerdir. Bu gelişim ülkelerin ticaret hacmini de büyütüştür. Dünya ticaret hacminin büyük kısmını oluşturan deniz taşımacılığı da bu hareketlilikten olumlu etkilenecek ivme kazanmıştır (Zorba, 2009).

Dünyamızın yaklaşık dörtte üçünün denizlerle kaplı olması, uluslararası ticarete yüklerin büyük çoğunluğunun deniz yolu ile taşınması açısından avantajlı kılmıştır. Bu durum taşımaya önyak olan geminin inşasını, onarımını ve bakımının yapıldığı tersanelerin varlığını arttırmaktadır (Yorulmaz ve Öztürk, 2022). Gemi inşa sanayinin yüksek emek içeren bir sektör olması, insan gücünün daha yüksek olduğu ülkelerde daha fazla geliştiği görülmüştür. Ancak, kalkınmış ülkeler bu sektörün birçok kişiye iş imkanı sağlaması ve diğer sanayi ürünlerini kullanmasından dolayı, tersanelerin kapanmasını engellemek adına önemli boyutlarda devlet desteklerinde bulunmuşlardır (DDK, 2008).

Tersanelerin yeni teknolojileri barındırması, üretimi, istihdam sağlaması, yabancı sermaye getirisi sayesinde ülkelerin milli savunma ihtiyacını karşılanması açısından önemli katkıları bulunmaktadır. Bu durum ülkemiz ekonomisi açısından da katkı sağlayan bir iş kolu olmaktadır. Bunlara ek olarak birçok sektörü bünyesinde barındırdığı için bu sektörlerin de hareketlenmesini sağlamaktadır (Daştan ve Erol, 2011).

Gemi inşa sanayide çelik işleri, elektrik, boya, makine imalat sanayi, kaynak işleri gibi birçok iş kolu bulunmaktadır. Farklı veri tabanlarındaki iş kazalarının verileri karşılaştırıldığında raporlanmamış iş kaza sayısı tüm kazaların yaklaşık %50'sini oluşturmaktadır. (Hassel vd., 2011; Olteal,2010; Lappalainen vd., 2011; Bhattacharya, 2012) Tersanelerde, çalışan sayısının fazla olması iş kazaları yaşanma riskini beraberinde

getirebilmektedir (Yıldız, 2008). İş kazalarının sonuçları, insan sağlığını ve hayatını tehdit etmesinin yanında işletmelere de yüklü maliyetler çıkarmaktadır. İş kazaları çalışanlar açısından yaralanma, ölüm veya iş kaybıyla sonuçlanabilmektedir. İş yerinde kullanılan ekipmanlar ve tesisin uğradığı maddi zararlardan şirketler olumsuz etkilenmektedir. Bu yüzden endüstriyel kazalar ülke ekonomisine ciddi maddi ve manevi zararlar vermektedir (Barlas, 2011). Sonuç olarak bütün bu durumları göz önünde bulundurursak iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarının dikkatli bir şekilde yürütülmesi ve gerekli tedbirlerin alınarak kazaların önüne geçilmesi büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, Sürmene Tersanelerindeki iş kazaları araştırılmıştır. Öncelikle gemi inşa sanayi yapısı incelenmiştir. Bu sektörde meydana gelen iş kazaları ve meslek hastalıklarına dair araştırmalar yapılmıştır. İş sağlığı yönetiminin tersane kazalarında önemi vurgulanmıştır. Sürmene Tersanelerinde yaşanan iş kazalarının ön koşulları belirlenip, Bayes ağı metodu kullanılarak iş kazalarının olasılıkları hesaplanmıştır. Ayrıca aksiyon ve hassasiyet testleri yapılmıştır. Uzman değerlendirmeleri kullanılarak koşullu olasılık hesapları ile iş kazalarını önlemeye yönelik çözüm önerileri getirilmiştir.

1.2. Gemi İnşa Sanayi

Dörtte üçünü denizlerin oluşturduğu dünyamızda, uluslararası ticarete yük taşımacılığının %90'lık kısmının denizyolu ile yapılıyor olması gemi inşa sanayine büyük önem kazandırmaktadır. Gemi inşa sanayi, ticari gemiler, yük gemileri, balıkçı ve diğer küçük teknelerin inşa yerlerinden; ayrıca bakım ve onarımlarının yapıldığı çekek alanlarından oluşmaktadır (Koncavar, 2001). Bu sektör, deniz ticaretinin uluslararası bir güce sahip olması nedeniyle teknolojik gelişme ve yenilenmeye en yatkın sanayi dallarından biri olarak görülmektedir. Denizyolu taşımacılığının, karayolu, demiryolu ve havayolu taşımacılığına göre daha ekonomik olması çok büyük bir etkidir. Ayrıca sadece maliyet değil aynı zamanda yüksek hacimli yüklerin, tek seferde ve zarar görmeden taşınması da bu sektör için önemli bir avantaj olduğu düşünülmektedir (Tansoy, 2017).

Deniz ticareti, dünya ekonomisinde stratejik önem arz etmektedir. Gemi inşa sanayi sadece uluslararası ticaret bakımından değil, aynı zamanda ülkelerin askeri olarak savunma açısından da önemlidir. Ticari gemiler; kuru yük gemileri, konteyner gemileri, petrol ve gaz benzeri kimyasal yük tankerleri, feribot ve yolcu gemilerinden oluşmaktadır. Bunların dışında askeri gemiler ve enerji gemileri de tersanelerde inşa edilmektedir (Şendur, 2015).



Şekil 1. Gemi inşa sanayinde tersane faaliyetleri (URL-1)

Gemi inşa sanayisi, yapısal olarak, temelde bir montaj endüstrisidir. Başka bir deyişle; mekanik, elektrik-elektronik, çelik, plastik ve boya gibi endüstriyel kolları bir arada barındırmaktadır. Bu sanayilerin ürünlerini teknolojik ve bilimsel temellere dayanarak, bir sisteme bağlı olarak tersanelerde birleştirilmesi gemiyi meydana getirmektedir. Gemi inşa sektöründe tersanelerde çalışma ortamı, yürütülen faaliyetler ve kullanılan sistemler şekil 1’de gösterilmektedir. Yoğun bir emek gerektiren gemi inşa sanayisi, ülkelerde yüksek miktarda iş imkanı sağlamaktadır. Gemi inşa sanayinin, diğer sanayi kollarını bir lokomotif misali peşine takması ülkelerin kalkınmasına hem geçmiş hem de günümüzde önemli katkı sağlamıştır. Bu durum bu sektörün önemli bir istihdam potansiyeli olarak görülmesine sebep olmaktadır (TBMM 2008).

Bazı tersaneler imalatlarının büyük bir bölümünde robotlu otomasyon sistemlerini kullanmalarına rağmen gemi inşa sanayi fazla miktarda insan gücü isteyen bir endüstri dalıdır. Armatörlerin özel isteğine göre inşa edilen; tamir, bakım ve revizyon gibi işçilik gerektiren imalatları yapan tersanelerde otomasyon sistemleri kullanılamamaktadır. Bu yüzden gemi inşa alanında düşük maliyetle yüksek kalite elde edebilmek adına çalışanların tecrübeleri ve işçilik süreleri büyük önem taşımaktadır (URL-2, 2022).

1.2.1. Gemi İnşa Sektöründe Yapılan İşler

Gemi inşası, tersanelerin açık ve kapalı olmak üzere 2 imalat alanında yapılmaktadır. Açık alanlarda yapılan işlemler; blok montajı, boyama, test işlemi ve akabinde geminin teslim edilmesidir. Kapalı alanlarda yapılan çalışmalar ise; sac kesimi, şekil verme, panel ve blok imalatıdır. Sac plakalar, lamalar, braketler ve borular kaynak ile birbirlerine monte edilmekte, bu nedenle kaynak, ana üretim yöntemidir. Ayrıca kaynak yönteminin seçimi üretim türüne, birleştirme şekline ve hava şartlarına göre seçilmektedir. Tersanelerde yaygın olarak kullanılan kaynak yöntemleri; örtülü elektrod kaynağı, tozaltı kaynağı, TIG kaynağı, özlü tel ve masif tel ile gazaltı kaynağıdır (Dündar, 2013).

1.2.2. Dünya Gemi İnşa Sanayi İstatistikleri

Dünya genelinde ticaretin artmasıyla beraber, gemi talebinde de artış görülmüştür. Gemi fiyatlarındaki artış, 2004 yılı itibari ile hız kazanmıştır. Tersaneler fiyat artışlarına rağmen, gelen siparişler karşısında tam dolulukta çalışmaya başlamıştır. Sipariş edilen gemi sayısında olduğu gibi tonaj miktarında da artış görülmüştür. Gemi inşa sanayinde, özellikle Çin’de kapasite artırımlarına gidilmiştir. Güney Kore tersanelerinde ise düz zeminde inşa edilen gemilerin kızaklar yardımı ile veya yüzer havuzlara taşınması gibi bilinen yöntemler dışında gemi inşa yöntemlerine başvurarak kapasitelerini arttırmışlardır (Uğurlu vd., 2020).

Tablo 1. Ülkelerin milli ve yabancı bayraktaki 1000 GT ve üzeri gemi filosu (DTO, 2022)

Dünya Sıralaması	Ülke	Gemi Sayısı	DWT (Milyon)	Yabancı Bayrak DWT (%)
1	Yunanistan	5129	413.605	85,7
2	Çin	7704	348.426	68,9
3	Japonya	4239	252.278	85,8
4	G.Kore	1650	93.929	85,4
5	Almanya	2312	79.183	91,3
6	Norveç	1722	78.081	78,2
7	Singapur	1451	60.521	60,3
8	Amerika	1163	58.579	90,3

Tablo 1'in devamı

9	Tayvan	971	55.757	88,4
10	İtalya	1109	49.027	84,7
13	İngiltere	831	42.075	83,9
15	TÜRKİYE	1517	30.680	83,2
19	Rusya	1560	23.458	66,3
21	Fransa	374	18.950	78,0
22	İran	219	18.932	2,6
27	Hollanda	899	12.766	64,5
30	İsviçre	164	7.682	88,1

Dünya ülkelerinin filosunda milli bayraklarına ek olarak yabancı bayrak altında çalışan 1000 GT ve üzeri gemileri kapsayacak şekilde yapılan sıralamada (Tablo 1) Yunanistan 413 milyon DWT ile 1. Sırada, Çin 348 milyon DWT ile 2. sırada, Japonya 252 milyon DWT ile 3. Sırada yer alırken Türkiye ise 30 milyon DWT ile 15. sırada yer almaktadır (DTO, 2022).

Tablo 1' e göre 2022 yılı itibarıyla, Türkiye'nin 1000 GT ve üzeri milli bayraktaki gemi sayısı oranı %23,3 ve yabancı bayrakta %76,7'dir. DWT olarak oranı ise milli bayrakta %16,8 iken yabancı bayrakta %83,2'dir.

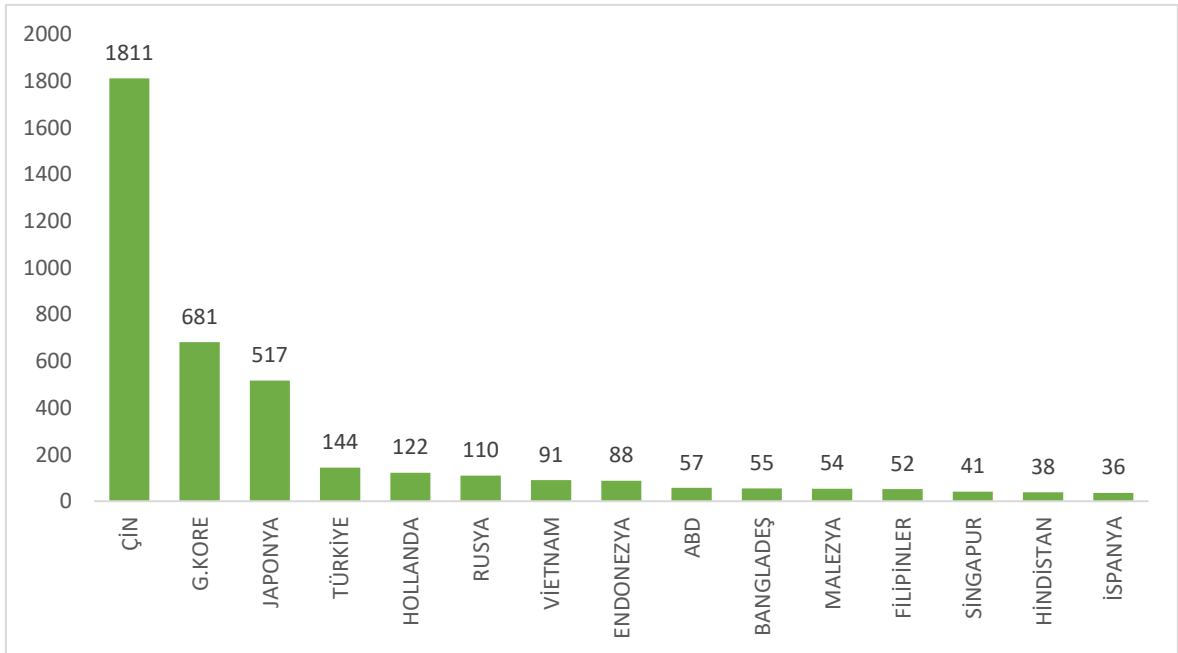
Tablo 2. Ülkelerin 300 GT ve üzeri gemi filosundaki yıllık değişim (DTO, 2022)

Dünya Sıralaması	Ülke	Gemi Sayısı	DWT (Milyon)	Yıllık Değişim 2021-2022 (%)	Toplam DWT Payı (%)
1	Panama	6657	342.619	2,2	16,3
2	Liberya	4128	326.858	11,3	15,6
3	Marşal Adaları	3768	281.531	6,0	13,4
4	Hong Kong	2501	207.596	1,4	9,9
5	Singapur	2281	127.160	-3,4	6,1
7	Çin	5203	108.995	7,2	5,2
8	Yunanistan	855	62.133	-4,0	3,0
10	Japonya	2809	38.889	1,7	1,9
11	G.Kıbrıs	847	32.776	-0,9	1,6

Tablo 2'nin devamı

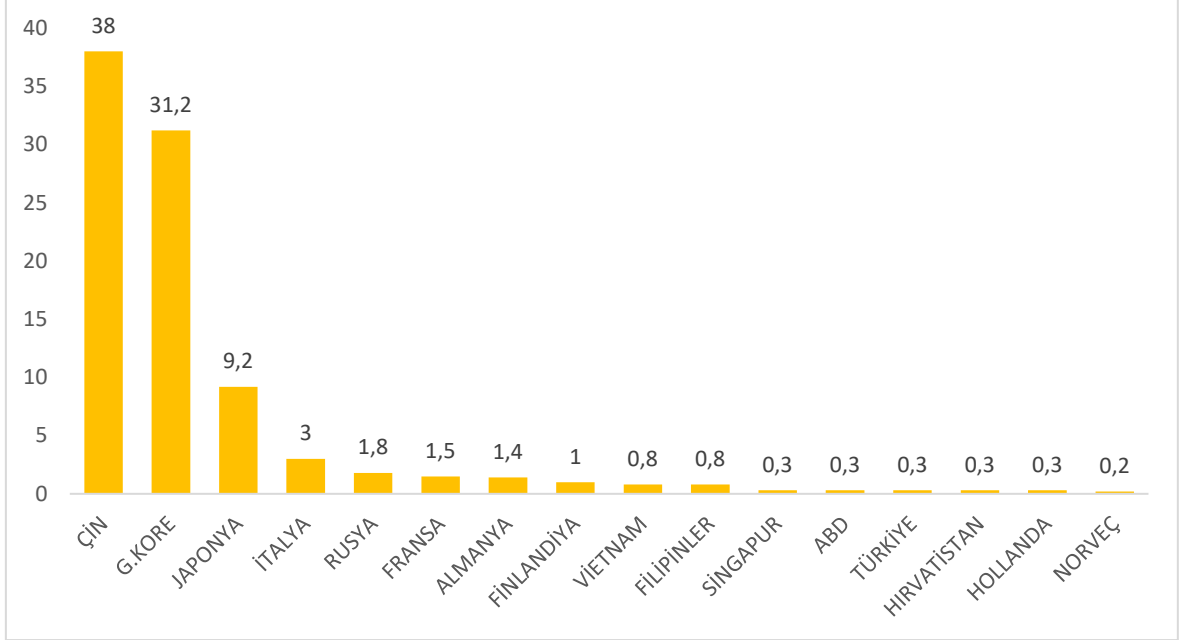
17	İran	476	19.873	-1,2	0,9
20	Suudi Arabistan	124	13.745	1,6	0,7
24	Rusya	1610	9.399	2,4	0,4
35	TÜRKİYE	679	5.726	-3,8	0,3
93	Ukrayna	102	0.312	-0,2	0,1
105	Bulgaristan	26	0.118	-9,3	0,0
118	Suriye	9	0.056	-23,7	0,0
125	Romanya	15	0.037	0	0,0
147	Gürcistan	3	0.002	-97,0	0,0

Dünya Deniz Ticaret Filosunun milli bayraklara göre 300 GT ve üzeri Türkiye ve komşu ülkelerin sıralaması Tablo 2'de gösterilmiştir. Buna göre dünya filosunun DWT olarak %16,3'ünü bünyesinde bulunduran Panama 1. Sırada yer alırken, %15,6'yla Liberya 2. sırada, %13,4'le Marşal Adaları 3. sırada bulunmaktadır. Sıralamada, 2021 yılına göre %3,8 düşüş ile Türkiye 35'inci sırada yer almaktadır. Deniz Ticaret Odasının verilerine göre Yunanistan, İran ve Rusya ülkemizden büyük kapasiteye sahipken, Ukrayna, Bulgaristan ve Romanya gibi komşu ülkeleri geride bıraktığımız görülmektedir (DTO, 2022).



Şekil 2. Gemi siparişlerinin ülkelere göre dağılımı (adet) (DTO, 2022)

Tersanelerimiz Ocak 2021 itibariyle aldıkları gemi siparişlerinde adet bazında en başta “römorkörler”, daha sonra “yolcu/araba feribotları” ve “yolcu gemileri” siparişi almaktadır. Şekil 2’de ülkelerin adet bazında aldıkları gemi siparişi istatistikleri verilmiştir.



Şekil 3. Gemi siparişlerinin ülkelere göre tonaj dağılımı (Milyon CGT) (DTO, 2022)

Tersanelerimiz özellikle küçük ve orta tonajlı kimyasal tanker inşasında dünya çapında bir markadır. Uzun yıllar tanker siparişi alan ülkeler arasında üst basamaklarda yer alan ve 3. sıraya kadar yükselmiş olan ülkemiz, günümüzde azalan siparişler nedeniyle tonaj (Milyon CGT) bazında 13. adet bazında ise 6. Sırada yer almaktadır. Ülkelerin gemi siparişleri tonaj bazındaki istatistiki verileri Şekil 3’te verilmiştir (DTO, 2022).

1.2.3. Türkiye’de Tersanecilik Tarihi

Tersane kelimesi, İtalyanca “tersana” kelimesinden türemiştir. Gemilerin inşası ve bakımları yapıldığı tesis manasına gelmektedir. Türkiye’de tersaneciliğin tarihi 800 yıllık bir geçmişe sahiptir (OECD, 2011). Selçuklu Devleti döneminde kurulan Türkiye’nin bilinen ilk tersaneleri Sinop (1214) ve Alanya (1227) tersaneleridir (Günay, 2002). Osmanlılar döneminde devletin himayesinde 86 adet tersanenin varlığı devletin gemi inşa faaliyetlerine ne kadar önem verildiğini göstermektedir (Mutlu, 2008).

1773 yılında bugünkü adıyla İstanbul Teknik Üniversitesi ve Deniz Harp okulunun temeli olarak kabul edilen Mühendishane-i Bahri Hümayun kurulmuş, bu sayede gemi inşası hususunda ilk teknik ve modern eğitime başlanmıştır. Cumhuriyet döneminde ticari gemilerin gelecekteki önemi öngörülmüş ve 1938 yılında Pendik'te 50000 DWT gemi inşa kapasitesine sahip bir tersane inşa edilmesine karar kılınmıştır (Günay, 2002). 1940 yılından itibaren Türkiye'de, özel sektörün tersanecilik faaliyetleri hususunda atılım yapması ile birlikte tersaneciliğin gelişimine katkı sağlamış ve özel sektöre ait tersaneler bilhassa İstanbul Boğazı ve Haliç civarında yoğun olarak konuşlanmıştır (GİSBİR, 2011). Osmanlı İmparatorluğu döneminde, büyük ve güçlü donanma gemilerini inşa edebilecek kapasiteye sahip olan tersaneler Türkiye Cumhuriyeti'nin kurulmasının ardından modernleşmeyle birlikte gelişimini sürdürmüştür. Haliç bölgesinde konumlanan tersaneler, 1983 yılı itibariyle Tuzla Tersaneler Bölgesi'nde yoğunlaşmaya başlamıştır (OECD, 2011).

Tablo 3. Gemi inşa sektörü 2011-2021 yılları arası istatistiki veriler (UAB, 2022).

Yıl	Tersane Sayısı	Tersane Kapasitesi (Milyon Dwt)	Teslim Edilen Gemi ve Yatlar (Bin Dwt)	Bakım Onarım Miktarı (Milyon Dwt)	İstihdam Edilen İşçi Sayısı
2011	71	3.60	150	13.1	37,006
2012	71	3.60	200	15.3	37,786
2013	72	3.61	120	15.7	39,847
2014	73	3.67	150	20.0	46,356
2015	77	4.24	130	21.5	44,657
2016	79	4.52	100	21.0	42,622
2017	78	4.44	120	21.5	46,680
2018	79	4.44	130	22.0	53,158
2019	80	4.48	150	22.5	66,696
2020	84	4.65	130	21.0	76,319
2021	84	4.65	165	29.8	79,886

Türk Gemi İnşa Sanayisinde, 1994–1999 yılları arasında gemi inşasında büyük bir artış gözlenmiştir. Türkiye'de faaliyet gösteren tersanelerde, 1995–2001 yılları arasında toplam 836 000 DWT'lik 166 adet gemi inşa edilmiş, 2002-2007 yılları arasında bu miktar 3 051

000 DWT'lik 443 adet gemiye ulaşmıştır. 2002 yılında tersane sayısı 37 adet olup, 2010 yılına gelindiğinde bu sayı 66 adete yükselmiştir. Bu sayı 2021 yılında 84'e ulaşmıştır. Günümüz itibariyle ülkemizde 84 olan tersane sayısının illere göre dağılımı Şekil 4'te gösterilmektedir. Ancak küresel ekonomik krizin 2008 yılında baş göstermesiyle, gemi inşa sektörü de olumsuz etkilenmiştir. Bu durum yeni gemi inşa taleplerini düşürmüş, istihdam oranında da azalmaya sebep olmuştur. Ancak bu tersanelerde çalışan personele bakıldığında, 2007 yılında 33 bin civarındayken 2010 yılında bu sayı 15 bine kadar inmiştir. Gemi inşa sanayinde yaşanan ticari gelişmeler ve ekonomik dalgalanmalarla beraber 2015 yılında tekrar 40 bin kişiye yaklaşmıştır. Gemi inşa sanayinin UAB verilerine göre tersane sayısı, kapasite, istihdam, gemi inşa ve bakım-onarım miktarlarında sektördeki gelişim tablo 3'de belirtilmektedir. Dünya genelinde olduğu gibi Türkiye'de de en önemli istihdam ve gelir sahalarından biri olan gemi inşa sanayi, yan sanayi kollarının da gelişimine katkıda bulunan, bölgesel ve uluslararası ticaretin gelişimini sağlayan bir sanayi dalıdır.



Şekil 4. Türkiye'de güncel tersane sayıları (UAB, 2022)

1.2.4. Sürmene Tersanelerinin Tarihi

Çamburnu ve Yeniay Tersanelerinde gemi inşası milattan önceki tarihlere kadar uzanmaktadır. O dönemlerde bölgeye intikal eden korsanlar yeni gemilerin inşası veya bozulan gemilerin onarımı için en uygun yeri "Saragona" denilen bu sahili seçmişlerdir. Evliya Çelebi Seyahatname adlı eserinde bu bölge için "...altı rüzgara kapalı, güzel demir

tutan yataklı büyük limanı vardır" diye bahsetmektedir. Bu bölge günümüzde Çamburnu ve Yeniay yöresinde tersane olarak kullanılan limanlardır. Bu bölgede gemi yapımı işleri başlamış ve gittikçe gelişmiştir (Sürmen ve Daştan, 2004). Türklerin bölgeye akın etmesiyle birlikte gemi yapım işleri Türklerin hakimiyetine geçmiştir.

Beyaz kestane ağacından yılda 1-2 tane ahşap gemi inşa eden tersaneciler, 1974 yılından itibaren sac gemi inşa etmeye başlamışlardır. Malzeme temini, yüksek maliyet ve zaman kaybı göz önünde bulundurulduğunda, 1977 yılında ahşap gemi üretimine son verilmiştir. Lakin günümüzde de küçük boyutlarda ahşap balıkçı teknelerinin yapımına devam edilmektedir (Doğanay 2004). Sac gemilerin üretimiyle birlikte o dönemlerde tersanede yeni gemi inşası, gemilerin bakım ve onarımı, torna ve tesviye işleri, montaj ve boyama gibi çeşitli işler yapılmaktaydı. Ayrıca boyları yaklaşık 50 metre olan gemiler kızağa çekilebilmekteydi.

Tablo 4. Sürmene'deki tersanelerin özellikleri

No	İşletme Adı/Yeri	Kuruluş Tarihi	Üretim Alanı (m ²)	Malzeme İşleme Kapasitesi (ton/yıl)	Son 6 Yılda Üretilen Gemi Sayısı (2017-2022)	Üretim Malzemesi	Üretilen Maks. Boy	Çalışan Sayısı (min/maks)
1	Başaran Gemi Sanayi	1990	34	10	28	Çelik	54 m	25-100
2	Şengün Gemi Sanayi	1980	15	5	20	Çelik	44 m	15-50
3	Ergün Gemi Sanayi	1974	7,5	2,5	7	Çelik	50 m	25-55
4	Aksoy Gemi Sanayi	1976	9,5	3	9	Çelik	65 m	20-70
5	Memiş Usta Gemi Sanayi	1976	1,5	1,5	7	Çelik	40 m	20-50
6	Erhanlar Gemi Sanayi	1979	1,2	5	7	Ahşap, Çelik	20 m	2.May
7	MiMarine Gemi İnşa Sanayi (3 Ayrı Yerleşke)	2018	45	12	69	Çelik	35 m	60-350
8	Nur Gemicilik /Çebi Tersanesi	2014	104	15	19	Çelik	90 m	85-500

Tablo 5' in devamı

Erhanlar Gemi Sanayi (Ahşap)	10	7	7	4	2	20	8	7	5	1	%30 İstanbul
											%30 Ege
											%20 Akdeniz
											%20 Doğu Karadeniz
MiMarine Gemi Sanayi	-	48	69	49	21	-	6	12	9	6	%25 İstanbul
											%20 Ege
											%5 Akdeniz
											%25 Doğu Karadeniz
TOPLAM	113	152	162	100	40	555	825	693	370	54	%25 Afrika

Her geçen yıl kendini geliştirmekte olan Sürmene Tersanelerinde 500'ün üzerinde kişiye iş olanağı sağlanmaktadır. Uluslararası alanda tanınırlığı her geçen gün artmakta olan tersanelerde, çeşitli ülkelerden gemi siparişi alınmaktadır. Yaklaşık 10 firmanın üretim yaptığı Sürmene Tersanelerinde bir yılda 15-20 arası gemi inşa edilmektedir. Tersanelerde boyutları 5 ile 50 metre arasında değişen gemiler üretilebilmektedir (URL-3, 2022). Sürmene'deki tersanelerin 2006-2022 yılları arası gemi inşa istatistikleri Tablo 5'te gösterilmektedir.

Gemi inşa ve onarım sektörü Türkiye'de gelecek vaat eden endüstriyel sektörler arasında yer almaktadır. Bu kapsamda tarihi altyapısı ve bölgedeki balıkçılık sektörünün etkisiyle güçlenmiş Sürmene Tersaneleri uluslararası alanda tanınacak gemiler üretmeyi amaçlamaktadır. Müşterilerin beklentilerini maksimum oranda karşılanması hedeflenen bölgede, tercih edilme sebebi yüksek kalite ve düşük fiyatlar olmaktadır. Firmaların kurumsallaşması ile birlikte Sürmene Tersaneleri Avrupa ve Dünya çapında rekabet edebilecek duruma gelebilecektir. Ayrıca teknolojik gelişmelerin yeni inşa edilecek gemilerde kullanılabilmesi ile bölgede denizcilik alanında eğitim veren üniversite ve meslek liselerinden mezun olan mühendis ve personele istihdam sağlanabilecektir (Yüksek yıldız vd., 2015).

Şekil 5'te ki uydu görüntüsünde Çamburnu bölgesindeki Sürmene Tersanelerinin eski ve yeni konumlandığı yerler gösterilmektedir.



Şekil 5. Sürmene Tersaneler Bölgesi (Google Map).

1.3. Tersanelerde İş Kazaları

İş kazası, yapılan işe bağlı olarak meydana gelen tehlikelerle alakalıdır. Yani iş kazasını tanımlamak gerekirse, çalışırken ortaya çıkan, maddi ve manevi kayıplara sebep olan bir olaydır. Fakat, iş kazası kavramını daha geniş kapsamda incelemek ve işin yapımıyla alakalı olmasa da iş yerinde meydana gelen her türlü kaza iş kazası sınıfına girmektedir (Gökçe ve Aker, 2008). Başka bir deyişle iş kazalarının ortak noktaları, aniden meydana gelip çalışanlarda yaralanmalara veya iş yerinde maddi zarara neden olan vakalardır (Tansoy, 2017).

Gemi inşa sanayinin emek-yoğun bir sektör olması sebebi ile sürekli olarak personel ihtiyacı da artmaktadır. Bu da beraberinde istihdam artışına paralel olarak iş kazalarında da belirgin bir artış meydana getirmektedir (DDK,2008). Tersaneler farklı iş dallarının birlikte çalışması, çok fazla personelin aynı ortamda farklı faaliyetleri yürütmesi iş kazası olasılığını da arttırmaktadır. Farklı eğitim seviyelerinde çok fazla çalışanın iletişim konusunda problem yaşamaları da beraberinde iş kazalarını getirebilmektedir. Tersanelerde meydana gelen iş kazalarındaki artış, yaralanma veya ölümle sonuçlanması, sektörde çalışan işçilerin eğitimsizliği hususunda tartışmalara yol açmıştır. Ancak bu kazalar sadece deneyimsiz işçi sınıfının değil, teknik personellerin de başına gelmesi bu hipotezleri ortadan kaldırmaktadır. Sonuç olarak kazaların asıl sebeplerinin bulunması, çalışanların çalışma alanlarıyla ilgili iş

güvenliği farkındalığına dikkat edilmesi ve gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir (Yorulmaz ve Öztürk, 2022).

1.3.1. Tersanelerde Meydana Gelen İş kazaları Türleri

Tersanelerde gemilerin inşası; bakım ve onarım, söküm veya hurdaya çıkarılma gibi çeşitli faaliyetleri kapsamaktadır. Bu tarz işler tehlikeli alet ve ekipmanların kullanımını gerektirdiği için kaza potansiyeli taşımaktadır. Bu da çalışanların iş kazası tehlikesiyle karşı karşıya kalmalarına sebep olmaktadır.

Tersanelerde meydana gelen kazaları, standart iş kazaları sınıfında ele almak mümkündür. Ayrıca tersanelerde, birden fazla iş kolunu kapsayan kazalar da yaşanabilmektedir. Genel anlamıyla iş kazaları yaralanmanın ağırlığına, yaralanmanın cinsine ve kazanın cinsine göre 3 ana başlık altında sınıflandırılabilir (Akyol ve Ökmen, 2014).

Yaralanmanın ağırlığına göre kazalar;

- Ölümlü kazalar
- Yaralanmalı kazalar
- Tedavi gerektirmeyen kazalar
- Bir günden fazla iş kaybına sebep olan kazalar
- Sürekli iş görmezliğe neden olan kazalar

Yaralanmanın cinsine göre kazalar;

- Kafa yaralanmaları
- Boyun ve omurga yaralanmaları
- Solunum sistemi hasarı
- Kalça, diz kapağı, uyluk kemiği yaralanmaları
- Omuz, üst kol, dirsek yaralanmaları
- Ön kol, el bileği, el içi, parmak yaralanmaları
- İç organ yaralanmaları
- Görme kaybı
- Travmatik beyin hasarı
- Vücut yanıkları

Kazanın cinsine göre;

- Patlamalar
- Bir cismin çarpması
- Kayma ve düşme
- Ezilme sıkışma
- Yangınlar
- Zehirli gazlara maruz kalma
- Makinelerden olan kazalar
- El aletlerinden olan kazalar
- Elektrik çarpması
- Yapısal çökmeler
- Göze yabancı cisim kaçması

Bu sebeplerden ötürü iş güvenliği, kazaların önlenmesinde önemli bir etkidir. İşletmelerin, çalışanları için güvenli bir çalışma ortamı sağlamak adına yasal bir yükümlülüğü vardır. Bir iş kazası meydana geldiğinde tersane yönetiminin iş güvenliği hususunda eksikliği varsa, kazaya maruz kalan çalışanın yaralanmadan kaynaklı sağlık gideri, ücret kaybı gibi zararları için tazminat talep etme hakkına sahiptir.

1.3.2. Tersanelerde Meydana Gelen İş Kazalarının Nedenleri

İş kazaları alınan bütün önlemlere rağmen bir nedenden ötürü beklenmedik bir anda meydana gelmektedir. Bir iş kazasının meydana gelmesinde; sosyolojik, psikolojik ve fizyolojik etkenler bulunmaktadır. Dolayısıyla iş kazalarına neden olan bir veya birden fazla sebep bulunmaktadır (Nergis, 2018). Ancak iş kazalarının genel olarak 4 temel nedeni bulunmaktadır. Bunlar insan, malzeme/ekipman, ortam/çevre ve yönetim olarak belirlenmiştir.

İnsandan kaynaklanan nedenler; psikolojik sorunlar, fiziksel yetersizlik, kurallara aykırı hareket ve tecrübe eksikliği gibi problemler gösterilebilir. Tersanelerde meydana gelen kazaların %60'ının doğrudan %30'unun ise dolaylı yoldan insan hatasından kaynaklandığı saptanmıştır.

İnsandan kaynaklanan nedenlere, çalışma koşullarının yoğun ve süresinin uzun olması, aşırı yorgunluk ve stres, düşük motivasyon, personel değişikliğinin çok sık olması, çalışanların tecrübesiz ve eğitim seviyelerinin yetersiz olması gibi örnekler gösterilebilir.

Malzeme/ekipman kaynaklı nedenler; ekipmanların bakımının zamanında yapılmaması, hatalı makine ve donanım kullanımı, eksik veya kusurlu koruyucular, yetersiz mühendislik hizmetleri olarak sınıflandırılabilir.

Makine/ekipman kaynaklı nedenlere yüksek voltajda iş ekipmanlarının kullanımı, yıpranmış kabloların kullanımı, ağır malzeme düşürülmesi, sıkışma ve çarpma, kaynak işlerinde yaralanmalar, gaz veya duman gibi zararlı maddelere yoğun bir şekilde maruz kalma, yangın tehlikesi örnek gösterilebilir.

Ortam/çevre kaynaklı nedenler; yetersiz ortam koşulları, uygun olmayan hava şartları, düzensiz ve dağınık çalışma ortamı gibi sebeplerden bahsedilebilir.

Ortam/çevre kaynaklı nedenlere örnek gösterecek olursak, işyerinin düzensizliği, çalışma alanının sıkışıklığı, taşınmakta olan ağır yüklerin altında bulunmak, açık havada kötü iklim koşullarında çalışmak, kapalı alanlarda oksijen eksikliği, yangın, yüksekte çalışırken düşmek, sayılabilir.

Yönetimden kaynaklanan nedenler; yetersiz organizasyon, niteliksiz personel seçimi, uygunsuz çalışma metotları, eğitim ve öğretim yetersizliği, sağlık kontrollerinin zamanında yapılmaması, denetimlerin eksikliği gibi nedenler sayılabilir.

Yönetim kaynaklı nedenlere örnek ise taşeronlaşma, organizasyonel bozukluk, denetim ve kontrol noksanlığı verilebilir (Yorulmaz ve Öztürk, 2022).

1.3.3. Tersanelerde Meydana Gelen İş Kazaları İstatistikleri

Sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamı iş güvenliğinin ilk şartıdır. İş kazaları ve meslek hastalıkları, sonuçları bakımından insan sağlığını ve hayatını tehdit etmekle birlikte, işletmeler için de önemli bir maliyet sorunu haline gelmektedir. Bu durum iş yerlerinde verimliliği kısıtlamaktadır. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) 2016 yılı verilerine göre dünyada her yıl 3.2 milyon kişi iş kazaları sonucunda hayatını kaybetmektedir. Ülkemizde de iş kazaları ve meslek hastalıkları son derecede önem arz eden toplumsal sorunlardan biridir.

İş sağlığı ve güvenliği, göz ardı edilemeyecek kadar önemli bir konudur. Yaşanan bir kazayı şanssızlık olarak ele almak doğru değildir. Yapılan araştırmalar iş kazalarının büyük

çoğunluğunun gerekli tedbirler alınması halinde önlenabilir nitelikte olduğunu, küçük bir kısmının ise kaçınılmaz kazalar olduğunu göstermektedir. Meydana gelen kazalarda en önemli faktörlerden birinin dikkatsizlik olduğu muhakkaktır. Ancak kazaya sebebiyet veren dikkatsizlik, aslında başka bir olayın sonucunda ortaya çıkmaktadır (DDK, 2008).

Tersanelerde yaşanan iş kazaları yüksekten düşme, elektrik çarpması, yangın ve patlama, bir cismin çarpması ve sıkışma olarak 5 ana nedenle Tablo 6’da sınıflandırılmıştır. Ülkemizde 2000-2013 yılları arasında tersanelerde ölümle sonuçlanan iş kazalarının oransal dağılımı Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Ocak 2000-Ocak 2013 arası ölümlü tersane kazalarının oransal dağılımı (Rapor no. DEN 2015/02)

Kaza Nedeni	Ölüm Oranı (%)
Yüksekten düşme	37.8
Elektrik çarpması	14.2
Malzeme çarpması/düşmesi	14.2
Patlama	16.5
Sıkışma	8.7
Diğer	8.7

Gemi inşa sektörü, yan sanayi dallarını da içinde barındıran ve buna bağlı olarak yüksek riskler taşıyan ağır bir sanayi koludur. Özellikle 2000’li yıllardan sonra giderek artan talep tersanelerde iş yükünün artmasına sebep olmuştur. Bu durum da tersane kazalarında ciddi bir artışı beraberinde getirmiştir. DTO verilerine göre 2000-2007 yılları arasında üretim kapasitesi ve çalışan sayısına bağlı olarak meydana gelen iş kazaları ve ölüm sayılarına ait istatistikleri veriler Tablo 7’de verilmiştir.

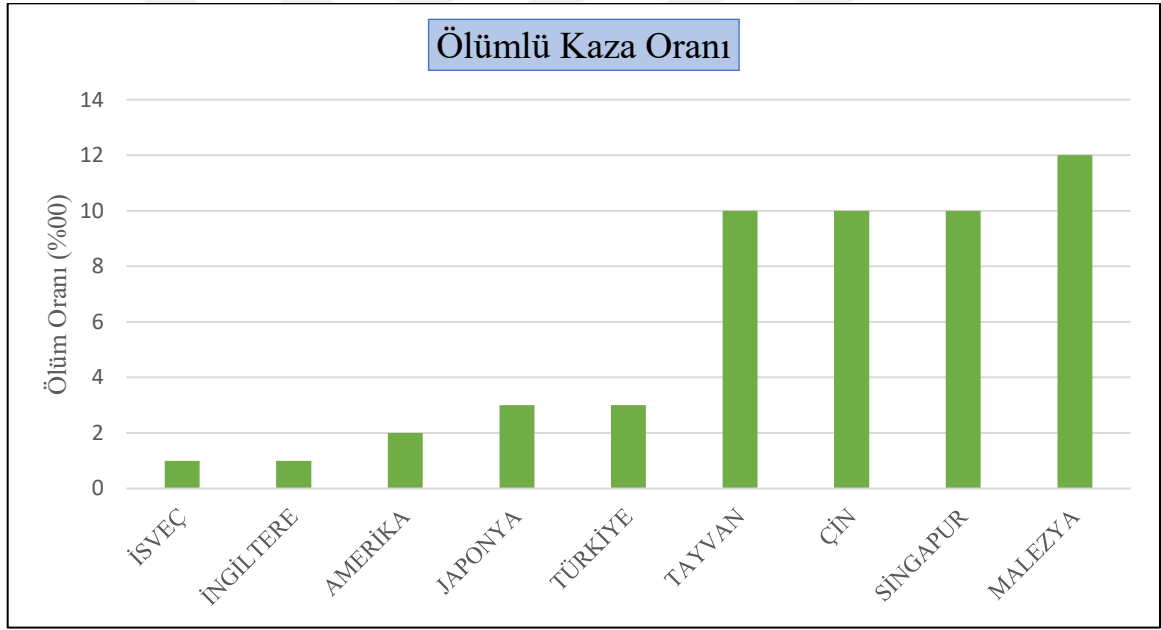
Tablo 7. Gemi inşa sektöründe kaza istatistikleri (DTO, 2008).

Yıl	Üretim (DWT)	Çalışan Sayısı (Tersane)	Toplam Kaza Sayısı	Ölüm Sayısı
2000	88500	5000	76	4
2001	147130	5750	61	1
2002	84700	13545	73	5

Tablo 7'nin devamı

2003	106450	14150	68	3
2004	293229	14750	120	5
2005	331740	24200	146	9
2006	556285	28500	170	10
2007	670000	33480	227	12

Tersanelerde yaşanan iş kazaları sadece ülkemizin değil, diğer ülkelerde sorunudur. GİSBİR (Gemi İnşa Sanayiciler Birliği)'in çeşitli ülkelerde yapmış olduğu araştırmalar sonucu kaza oranları belirtilmiştir (Şekil 6). İş güvenliği sistemi etkin biçimde uygulandığı İsveç, İngiltere ve Amerika gibi ülkelerde bu oranların daha az olduğu görülmektedir.



Şekil 6. Dünya tersanelerinde ölümlü kaza oranları (GİSBİR, 2008).

Günümüzde tersanelerde meydana gelen iş kazalarına ilişkin net istatistiki veriler bulunmamaktadır. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın iş kazalarının teftiş raporları doğrultusunda elde edilen veriler Tablo 8'de gösterilmiştir. Tabloda gösterilen verilerin sadece incelenen işyerlerinde olması ve bu işyerlerinde kaza raporlama oranının çok düşük olması verilerde dalgalanmalara sebep olmaktadır.

Tablo 8. 2011-2021 yılları arası incelenen tersane kazaları (ÇSGB, 2021).

Yıl	İş Kazası Sayısı	Ölüm	Yaralanma
2011	33	7	26
2012	12	4	8
2013	6	5	1
2014	23	8	15
2015	6	2	4
2016	2	1	1
2017	2	1	1
2018	3	0	3
2019	17	2	15
2020	3	0	3
2021	2	1	1

1.4. Gemi İnşa Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği

Gemi inşa sanayinde yükselen talep ve üretim, tersanelerde çeşitli iş kazalarının meydana gelmesine sebep olmaktadır. İş kazası ve meslek hastalığı risklerinin yüksek olması nedeniyle sektörde karşılaşılan iş kazaları sonucunda çalışanlar ağır yaralar almakta veya hayatlarını kaybetmektedir (Şeker vd., 2017). Bu kapsamda, tersanelerde çalışmak diğer sanayi dallarına kıyasla meslek hastalığı bakımından iki katı daha fazla olan çok tehlikeli işler sınıfında yer almaktadır. Bu sebepten ötürü çalışanların iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması büyük önem arz etmektedir.

Tersanelerde iş güvenliğini sağlamak adına oluşabilecek riskleri değerlendirmek, iş güvenliği planlamasını yapmak ve gerekli tedbirleri almak gerekmektedir. Ayrıca yaşanan iş kazalarının da detaylı analizleri yapılmalıdır. Şirketlerin olası kaza risklerini detaylı inceleyen proaktif bir yaklaşımda bulunmaları gerekmektedir. Böylece oluşabilecek risklerin değerlendirilmesi sayesinde iş kazalarının yaşanmadan önce önlenmesi amaçlanmaktadır (Acuner ve Çebi, 2016). Kazaların önlenmesi için ilk etapta yapılan işlerin kategorilere ayrılması ve her biri için tehlike ve risklerin belirlenmesi ve sonrasında da önlemlerin alınması gerekmektedir (Taylan, 2008). Yapılan analizlerin verileri ve bulguları doğruluk oranı yüksek olması çalışanların sağlığı açısından güvenli bir temel oluşturur. Bu temel sayesinde sağlık sorunlarının planlanması ve yönetilmesi sağlanabilmektedir. Çalışmaların sonucunda, iş kazalarında meydana gelen yaralanmaların şiddeti ve yaralanmalara sebep olan faktörler de belirlenebilmektedir.

Gemi inşa sanayi sektöründe yaşanan hızlı büyüme, işlerin zamanında teslim edilme telaşı ve bu bağlamda yoğun çalışma temposu iş sağlığı ve güvenliğinin göz ardı edilmesine neden olmaktadır. Bu konuda yapılan yasal düzenlemelere uyularak gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir. Çalışanların da iş sağlığı ve güvenliği açısından azami dikkat göstermeleri gerekmektedir. Tersanelerin iş güvenliği konusunda altyapı eksiklikleri de iş kazalarına ve meslek hastalıklarına neden olmaktadır. Bu yüzden tersaneler tam denetim altına alınmalıdır (Menteşe vd., 2017).

Gemi inşa endüstrisi, elektrik çarpması, patlama, yangın, zehirli gazlara maruz kalma, inşaat makineleri ve vinç kazaları gibi iş kazaları sonucunda yüzlerce insanın yaralanması veya ölümüyle sonuçlanan mesleki kaza risklerini kapsamı altına almaktadır. Ayrıca bu kazalar iş kaybına da neden olabilir.

Gemi inşa sanayinde tersanelerde olası tehlikelere ve kazalara karşı alınacak önlemlerden bazıları şunlardır;

- Gerekli iş güvenliği eğitimleri uzmanlar tarafından verilmeli
- İşçiler işe alınırken sağlık taraması yapılmalı ve kendilerine uygun pozisyonlarda çalıştırılmalı
- Sağlıklı ve güvenli çalışma koşulları sağlanmalı
- Ekipmanların kontrolünün düzenli bir şekilde yapılması
- Asılı yüklerin altında veya çevresinde çalışılmaması
- Elektrik bağlantılarının ve kontrolünün ekipler tarafından yapılması
- Çalışma alanlarının zemininin kaygan ve ıslak olmaması
- Yüksekte çalışma varsa gerekli tedbirlerin alınması
- Tüp ve sıkıştırılmış gazlar ile çalışırken tedbirler alınması
- Ağır yüklerin kaldırılması için mutlaka yardımcı aparat kullanılması
- Kimyasal maddelerin zarar vermemesi için tedbirlerin alınması

İş güvenliğini sağlamak adına personellerin de kendilerini olası risklerden koruması gerekmektedir. Bazı kişisel koruyucu ekipmanlar şunlardır;

- Baret
- Gözlük
- Eldiven
- Kulaklık
- Maske

Bunların dışında, yapılan işin gerektirdiği özel koruyucu ekipmanlar mutlaka kullanılmalıdır (Barlas, 2011).

1.5. Literatür Taraması

Arcaleni vd., (1987) bir yıl içerisinde tersanede meydana gelen iş kazalarının oranını ve şiddetini analiz etmişlerdir. Tersanede yaşanan kazaların kaydedildiği kaza tutanaklarını ve sağlık raporları incelenmiştir. Tersanede tamamı zorunlu kaza sigortasına tabi olan 996 mavi yakalı ve 210 beyaz yakalı çalışanların bulunduğu tespit edilmiştir. İncelenen dönem içerisinde meydana gelen 1375 kazanın her birinin zamanı, nedeni, yaralanmanın türü gibi veriler elde edilmiştir. Elde edilen veriler sayesinde yeni işlere atanan işçilerde yaralanmanın oranının arttığı fark edilmiştir. Ayrıca kazaların yaz mevsiminde daha sık olması nedeniyle iklimin olumsuz etkilediği görülmüştür. Bu istatistiksel analizler sonucunda tersanenin her alanında riski azaltmak ve kişisel güvenlik ekipmanlarının daha uygun kullanılmasını sağlamak adına iş güvenliği organizasyonunun iyileştirilmesi gerektiği öngörülmüştür.

Barlas ve İzci (2004) çalışmalarında iş kazası riskini artıran bireysel ve işyeri faktörlerini tespit edip, çalışma ortamında kazaları önleyici tedbirlerin ne kadar başarılı olduğunu araştırmışlardır. 2004-2014 yılları arasında kaydedilmiş ölümcül iş kazalarını araştırmışlardır. Türkiye Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın tersanelerde meydana gelmiş iş kazalarına dair vaka bildirimleri incelenmiştir. Daha sonra İstanbul bölgesinde bulunan tersanelerdeki işçiler ve ustabaşılar arasında bir anket yapılmıştır. Tersane çalışanlarının ölümlü iş kazalarını beş ana nedene bağladıkları görülmüştür. Bunlar yüksekten düşme, elektrik çarpması, yangın veya patlamaya maruz kalma, nesnelerin çarpmasıdır. İstanbul'daki tersanelerde ölümlü iş kazalarının meydana gelme oranı gemide (%43,7) ve tersanede (%56,3) olarak istatistiki veriler elde edilmiştir. Araştırmalar sonucunda, tersane çalışanlarının düşük eğitim düzeyi, kötü hava koşulları, kişisel koruyucu donanımların (KKD) yanlış kullanımı, yorgun ve uykulu olma, kapasite fazlası gemi üretimi, yoğun çalışma, fazla mesai, taşeron işçisi olma gibi faktörlerin iş kazaları için başlıca riskler olduğu belirlenmiştir.

Trucco vd., (2008) deniz taşımacılığını modellemek amacıyla Hata ağacı analizi ve Bayes ağları yöntemlerini kullanarak gemi sahibi, tersane, liman gibi unsurların karşılıklı etkilerini dikkate alarak bir ağ oluşturmuşlardır. Yüksek hızlı gemilerin oluşturduğu çatışma kazalarının koşullu olasılıkları Avrupa ülkelerinin uluslararası bir panelde toplanan

uzmanların görüşleri dikkate alarak modellenmiştir. Kaza riskinin azaltılmasında en büyük sebebin personel niteliği olduğu ve eğitime önem verilmesi tavsiye edilmiştir.

Adalı (2010) tersanelerde ekipmanlara bağlı oluşabilecek kaza olasılıklarını incelenmiş, iş sağlığı ve güvenliğinin mevzuatına uygun olarak alınabilecek önlemler ele almıştır. Ölümle sonuçlanan vakaların artışıyla yapılanmadaki problemler ve eksiklikler gündeme gelmiş, çözüm arayışları için harekete geçilmiştir. İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemlerinin uygulanması halinde kazaların büyük oranda önlenebileceği, güvenli bir çalışma ortamı oluşturulabileceği düşünülmüştür. Araştırmaların sonucunda tersanelerde yaşanan iş kazalarının başında eğitim yetersizliği geldiği ortaya çıkmıştır. Çalışan işçilerin öğrenim seviyelerinin düşük olması verilen eğitimlerin yetersiz kalmasına sebep olduğu fark edilmiştir. Pendik Askeri Tersanesi'nde yapılan ziyaretlerde, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinin uygulanması halinde kazaların engellendiği tespit edilmiştir.

Burak (2010) çalışmasında tersane çalışanlarının bakış açısından işyeri ortamlarını görmek, iş sağlığı ve güvenliği konusunda farkındalıklarını öğrenmek, çalışma şartlarına uyum konusunda yaşadıkları sıkıntıları görmek, çalışma hayatlarına etki eden sosyal faktörler hakkında bilgi sahibi olmayı amaçlamıştır. Araştırmalar yoğun üretim temposunda iş kazalarının beraberinde geldiğini göstermiştir. 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'yla beraber işverenler iş yerlerinde risk değerlendirmesi yapmakla yükümlü tutulmuştur. Risk değerlendirmesi yaparken öncelikle riskleri kaynağında yok etmek, akabinde toplu koruma önlemleri almak ve kişisel koruyucu önlemler alınması düşünülmüştür.

Aydın (2010) araştırmasında, tersanelerde uygulanan toplam kalite yönetimi ile iş sağlığı ve güvenliği arasındaki ilişkiyi kurmaya çalışmıştır. Tuzla Bölgesi özelinde işletmelerin yönetim sistemleri ile İSG faaliyetlerinin arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Toplam kalite sistemleri kuruluşlarının faaliyetlerini ve bu faaliyetlerin sürecinde oluşabilecek olayları sistematik bir biçimde irdeleyerek, aynı problemin tekrarına imkan vermeyecek önlemler alınmasını sağlamıştır. Toplam Kalite Yönetimi (TKY) uygulayan işletmelerin son 5 yılda bu uygulamayı kullanarak iş kazalarının azalmasına katkı sağlamıştır.

Akthar ve Uthe (2014) çalışmasında gemilerin karaya oturma kazalarındaki yorgunluğun etkisini araştırmak için HFACS ve Bayes ağları yöntemini kullanmışlardır. Çalışmaya göre yorgunluk, geminin karaya oturma kaza olasılığını %23 oranında

artırmaktadır. Yorgunluk ile alakalı en önemli faktör ise gemi adamı donatımı, gemi sertifikasyon ve kalite kontroldür.

Yılmaz (2014) çalışmasında, tersane kazalarının daha verimli analiz edilmesi için, Tersane Kaza Analiz ve Yönetim Sistemi (TKAYS) modülü hazırlanmış ve çeşitli sonuçlar elde etmiştir. Kaza istatistiklerinin görsel hale getirilmesi için veri tabanı arayüzü oluşturulup kaza verileri bu programa girilmiştir. Programda, alınan verilere göre kazaya maruz kalan işçilerin yaş aralıkları, çalışma saatleri, günün hangi saatlerinde kaza yaptıkları, kazanın olduğu gün, mevsimler ve vücudun zarar gören bölgelerine kadar çeşitli analizler yapılmıştır. Sektördeki kazaların incelenerek yapılan değerlendirmeler neticesinde, iş güvenliğinin daha anlaşılır ve önem gösterilen bir konu olması için; mesleki eğitim, KKD kullanımı, işyeri düzenlemeleri gibi tavsiyelerde bulunulmuştur.

Taylan (2015) çalışmasında tersanelerde meydana gelen kazaları analiz etmiş, iş kazalarını en aza indirmek için yapılması gerekenleri ana hatlarıyla araştırmıştır. Konuyla alakalı olarak bazı ülkelerdeki durum ve standart uygulamalar incelenerek, var olan teknoloji, eğitim ve işletme alanlarındaki uygulamaların Türkiye'deki mevcut sisteme adaptasyonu irdelenmiştir. SSK, TUIK ve diğer kurumların verilerine bakılarak iş kazalarının yıllara göre istatistikleri incelenmiştir. Kazaların önlenmesinde en önemli parametrenin sürdürülebilir eğitim olduğu öngörülmüştür. Meslek öncesi ve meslek içi eğitimle birçok kazanın önlenilebileceği düşünülmüştür.

Yılmaz vd., (2015) İstanbul'daki Tuzla Tersaneler Bölgesindeki iş kazalarının analizini yapmışlardır. Araştırma için gerekli verileri, Tuzla'da bulunan "Tersane S" de 2011-2013 yılları arasında "Geriye Dönük Kohort" yöntemi ile iş kazaları istatistikleri elde edilmiştir. Bu istatistiki verilerden kazazedelerin eğitim düzeyleri, yaşları, yaralanan vücut bölgeleri, yaralanmaların türü ve şiddeti, nedenleri, kazaların mevsimlere göre oransal etkileri hakkında bilgi sahibi olunmuştur. Çalışma esnasında 13 büyük kaza ve 87 küçük çapta kazalar meydana gelmiştir. Analizlerin sonucunda iş kazalarının %39'una ilkökul mezunu veya okuma yazma bilmeyen işçiler, %59'una 30 yaşının altındaki genç işçiler maruz kaldığı belirlenmiştir. Tersanede meydana gelen yaralanmalardan en yüksek oranda olanları göz (%23), el (%22) ve parmak (%17) yaralanmaları olduğunu fark edilmiştir. İş sağlığı ve güvenliği konusunda işverenler ve çalışanların üzerlerine düşen sorumlulukları yerine getirmeleri gerektiğini belirtilmiştir. Çalışmalarının sonucunda, tersane kazalarının güvenilir bir şekilde analiz edilebilmesi için Tersane Kazaları Analiz ve Yönetim Sistemi üzerine bir modül hazırlanmış ve çeşitli sonuçlar elde etmişlerdir.

İşler (2016) Marmara Bölgesi'nde yaşanan iş kazalarının, ulusal veya uluslararası alanda benzer kazalarla kıyaslamayı amaçlamıştır. Çalışmada 2015 yılında Türkiye'de bazı tersanelerde yaşanan iş kazalarını incelemiştir. Akabinde risk faktörlerine göre kazalar değerlendirilmiş ve rapor edilmiştir. Bölgelerdeki meydana gelen kazaların yaş, kıdem, eğitim ve meslek türüne göre gösterdiği sonucuna varılmıştır. Kaza sıklık hızının belirlenmesinde kaza sayısı, kayıp iş günü, toplam çalışan, aylık çalışma gün sayısı gibi istatistiki veriler kullanılarak anlamlı bir model oluşturulmuştur. Araştırma sonucunda hem iş sağlığı konusunda önemli eksiklikler olduğunu hem de veri toplama sürecinin yetersiz olduğu fark edilmiştir.

Işık (2016) çalışmasında gemi bakım ve onarımı yapan tersanelerde kapalı alanlarda yapılan çalışmalarda iş kazasına sebebiyet verebilecek tehlikelerin tespit etmeyi, bunların önlenmesi için çözüm önerileri getirmeyi amaçlamıştır. Bu kapsamda 4 farklı tersane ziyaret edilmiştir. İlk aşamada 4 ayrı geminin, farklı tipteki kapalı alanlarda risk değerlendirmesi yapılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda, eksik görülen hususlar dikkate alınarak kontrol listesi ve kapalı alanda çalışma prosedürü hazırlanmıştır. İkinci aşamada ise toplam risk puanı en yüksek olan birinci tersane tekrar ziyaret edilmiştir. Hazırlanan kontrol listesi ve çalışma prosedürü tersaneye teslim edilmiştir. Bir müddet sonra tekrar uygulanan risk değerlendirmesi sonucunda, risk puanının azaldığı görülmüştür.

Sisko (2016) çalışmasında, gemi inşa sürecinin belirli bir organizasyonunun üretim verimliliğini nasıl etkilediğini, bir Bayes ağı kullanarak araştırmıştır. Bu modelde değişkenler, üretim verimliliğini etkileyen faktörler tarafından belirlenmektedir. Bu değişkenler arasındaki nedensel bağımlılıklar ağı oluşturur. Üç farklı organizasyon konfigürasyonu bulunmaktadır. Bunlar; Hat Organizasyonu, Proje Organizasyonu ve Hibrit Organizasyon olarak belirlenmiştir. Hedeflenen üretim verimliliğine ulaşmak için tüm model olasılıkları uzman görüşlerinden alınmaktadır. Bu sonuçlara dayanarak, proje organizasyonunun istenen verimliliğe ulaşma olasılığı en yüksektir. Çünkü proje organizasyonunda net sorumluluklar, hedefe yönelik problem çözme ve karar vermeye yol açmaktadır. Bu model, organizasyon tipinin üretim verimliliğini gerçekten etkilediğini göstermektedir. Ortaya çıkan model, bu özel durum ve koşullarda sürecin nasıl çalıştığını anlamaya yardımcı olur. Gelecek adına en uygun prosedürleri araştırmayı da mümkün kılar. Ayrıca, bu çalışmanın sonuçları tersanelerde daha iyi üretim verimliliğini hedeflemek ve sağlamak için kullanılabilir.

Costa vd., (2018) çalışmalarında, 2014 ve 2015 yıllarında Portekiz'deki bir tersanede meydana gelen iş kazalarının sebeplerini analiz etmişlerdir. Kazaların yalnızca görünen nedenlerini değil, altta yatan nedensel faktörlerini de belirlemeyi amaçlamıştır. Tersanedeki kaza oranlarını azaltmak için neden-sonuç ilişkilerini sistematik olarak modellemenin bir yolunu keşfetmektir. Bunu sağlamak adına iş kazalarının kaydedilmesi, incelenmesi ve analizi (RIAAT) yöntemi benimsenmiştir. İş kazalarının nedensel ilişkileri ve sonuçlarına ilişkin bir Bayes Ağı modeli geliştirilir. Üç önleyici önlem kategorisinin önerildiği somut bir eylem planı önerilmiştir: Mühendislik, Eğitim ve Farkındalık ve Yönetim ve Kontrol önlemleri. Analizlerin sonucunda en yüksek kaza oranı; manevra ve taşıma, sivil çilingirler, metal işleri ve gemi inşası olarak sıralanmaktadır.

İlhan ve Yılmaz (2018) çalışmalarında gemi inşa sektöründe güvensiz koşullarda çalışan kesimlerin anlam dünyaları bütüncül bir bakış açısıyla irdelemişlerdir. Güvencesizliğin ortaya çıkardığı belirsiz ve riskli durumlar konusunda tersane çalışanlarının kendi bakış açıları ve beklentilerinin tespiti amaçlanmıştır. İstanbul Tuzla Tersaneler Bölgesi'ndeki gemi inşa sektöründe, taşeron ve gündelik işçi olarak istihdam edilen 301 tersane çalışanına anket formu uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma bulguları bağlamında şu tespitlere ulaşılmıştır. Gemi inşa sektöründe çalışanların kötü çalışma şartları, düşük ücret, sosyal hakların zayıflatılması vb. iş güvencesizliği algısının arttığı fark edilmiştir. Bu güven problemini de fiziksel ve psikolojik sorunları beraberinde getirmiştir.

Baksh vd., (2018) Kuzey denizinde oluşacak çatışma, karaya oturma kazalarının olasılıklarını Bayes ağı oluşturarak modellemişlerdir. Kaza olasılıkları hesaplamaları için geçmiş veriler ve uzman görüşüne başvurulmuştur. Çalışmaya göre Doğu Sibirya denizinde karaya oturma ve çatışma kaza oranının fazla olduğu, buz etkisinin kazalara etkin bir faktör olduğu belirlenmiştir. Kazalara en etkin ön koşullar; dijital harita hatası, güncel konum hatası, uygun olmayan rota seçimi, prosedür hatası olarak sıralanmıştır.

Viran ve Barlas (2019) gemi inşaatı sektöründe kapalı alanlarda yürütülen çalışmaların iş sağlığı ve güvenliği açısından incelemeyi amaçlamışlardır. Tersanelerde yeni gemi inşası veya bakım çalışmalarında kapalı alanlarda uygulanan faaliyetler sınıflandırılarak, karşılaşılan riskler ve kazaya sebebiyet veren nedenler irdelenmiştir. Konuyla alakalı uluslararası mevzuatı da ele alınmıştır. Kapalı alanda meydana gelen örnek bir kaza üzerinden biçimsel güvenlik değerlendirmesi yöntemi ile kaza analiz edilmiştir. Risklerin azaltılmasına yönelik tespitler ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Çolak (2019) çalışmasında ülkemizde üretimin sürekli olduğu, birçok kişiye istihdam sağlayan ve ülke ekonomisine büyük katkı veren sanayi dallarından biri olan tersaneleri incelemiştir. İş Sağlığı ve Güvenliği kapsamında tersaneler saha çalışmaları esnasında karşılaşılan kimyasal maddelerin yarattığı risklerin belirlenmesi ve önleyici faaliyetler yapılması amacıyla, Yalova başta olmak üzere Marmara Bölgesi'nde bulunan tersaneler ele alınmıştır. Bu amaçla EN 60079-10-1:2015 standardı baz alınarak patlama riski taşıyan yerlerin belirlenmesi için hesaplamalar yapılmıştır. Gerekli tedbirlerin tablo halinde düzenlenmesi için 5x5 Matris Yöntemi Risk Değerlendirmesi kullanılmıştır.

Tutar vd., (2019) gemi inşa sanayinde iş kazalarının önlenmesinde iş sağlığı ve güvenliği faaliyetlerinin belirleyici unsurlarını ve bu unsurlar arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmaya çalışmışlardır. Araştırma Tuzla Tersaneler Bölgesi'nde faaliyette bulunan tersaneler üzerinden yapılmıştır. Araştırmada nitel bir bilimsel yöntem tercih edilmekle birlikte, kullanılan strateji bütüncül tek durum çalışması olarak belirlenmiştir. İSG uzmanları ile gerçekleştirilen görüşmeler, kaza istatistikleri, İSG raporları, iş kazaları görselleri araştırma verileri olarak kullanılmıştır. Analizlerin sonucunda öne çıkan güvenlik etmenleri; eğitim kurumlarının bilgi ve tecrübe paylaşımı, ödüllendirme, yaptırım ve yönetim desteği olmuştur. Ayrıca yönetimin, İSG uygulamalarına üretim kadar destek sağlaması iş güvenliği oluşumunda önemli olduğu düşünülmüştür.

Barlas ve Şenol (2020) Türkiye'de meslek hastalıklarına yönelik iş sağlığı ve güvenliği açısından mevcut durumun irdelenmesi ile tarafların farkındalık seviyelerinin artırılmasını amaçlamışlardır. Meslek hastalıklarının teşhisinin akabinde düzenli olarak takip edilmesi ve ilerleyen safhalarda tedavi yöntemleri araştırılmıştır. Meslek hastalıklarına yönelik risk analizinin işletmelerce ciddiye alınması ve yasal yükümlülükler çerçevesinde sağlam bir zemine oturtulması hedeflenmiştir. Araştırmalar sonucunda ağır sanayi kuruluşlarından biri olan tersanelerde iş kazaları ve meslek hastalıklarına bağlı olarak her geçen gün pek çok kişi yaşamını yitirdiği fark edilmiştir. Türkiye'de bu alandaki eksikliklerin yeniden gözden geçirilmesi gerektiği öngörülmüştür. İşverenler ve işçiler açısından meslek hastalıklarının önlenmesine yönelik sorumluluk bilincinin benimsenmesi ve periyodik sağlık muayenelerinin öneminin anlatılması gerektiği düşünülmüştür.

Akın vd., (2020) çalışmalarında tersanelerde iş sağlığı ve güvenliği risk analizlerinde çok kriterli bir karar verme yöntemi oluşturmayı amaçlamışlardır. Gemi inşa sektörü birçok iş kolunu içinde barındırması, yüksekte çalışma ve tehlikeli kimyasalların kullanımı sebebiyle iş sağlığı ve güvenliği bakımından büyük riskler taşımaktadır. Ülkemizde risk

analizi yöntemleri genellikle uzman görüşlerine bağlı olduğundan bir konuda farklı sonuçlar elde edilebilmektedir. Bu nedenle risk analizinde kullanmak amacıyla Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yönteminden faydalanılmıştır. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) katsayıları L-Tipi (5x5) Risk Değerlendirme Matrisine (RADM) dahil edilmiştir. Değerlendirmeler sonucunda tersanelerin risk analizi için mevcut her bir tehlikenin risk seviyesini belirleyecek bir yöntem geliştirilmiştir. Böylece tersaneler arasında tasnif ve sıralama yapılması mümkün olmuştur.

Zaman vd., (2021) kişisel etmenler ile iş kazaları arasındaki ilişkiyi belirlemek ve kazalarının önlenmesini sağlamayı hedeflemişlerdir. Araştırmalarında gemi inşa endüstrisinde kazaların çoğunun insan hatasından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Özellikle yaş faktörünün bilgi ve beceri ilişkisi olduğu anlaşılmıştır. Yaşı büyük olanların gençlere göre durumu daha iyi anlayacaklarını, ancak yaşlı olanların da iş baskısından olumsuz etkilendiği istatistiki verilerden elde edilmiştir. Sonuç olarak iş kazalarını en aza indirmek adına yeni işçilere sınıf içi eğitim verilmesi, rahat ve güvenli bir çalışma ortamı yaratmak, stres yönetimini sağlamak gibi çalışmalar yapılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Altundağ ve Koçak (2021) çalışmalarında Türkiye’de özel bir tersanenin Fine-Kinney risk analizi yöntemi ile yangın risk analizini yapmışlardır. Olası yangın kazalarına karşı iş güvenliği ile alakalı temel bilgiler araştırılmıştır. Son yıllarda gemi inşa sanayindeki hızlı gelişim ve artan istihdam potansiyeli iş kazalarını beraberinde getirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Tersanelerde yapılan birtakım işler arasından, kaynak, taşlama ve oksijenle metal kesme gibi işlemlerin yangın ve patlamalara yol açtığı belirlenmiştir. Tersanelerde oluşabilecek yangınları engellemek adına, olası riskler belirlenmiştir. Risk analizi yapılmıştır. Analizlerin sonucunda yangınların genellikle insan kaynaklı nedenlerden ortaya çıktığı saptanmıştır. Yangına müdahale edecek ekipler ve karar mercileri bilgilendirilerek can ve mal kaybı önlenmesi amaçlanmıştır.

Li vd., (2022) çalışmalarında, kömür madeninde iş güvenliği risk faktörlerinin etkili bir şekilde tanımlanmasını sağlamak ve kaza verilerini inceleyerek Bayes ağını kurarak kazaların önüne geçilmesi planlanmıştır. Araştırma üç adımdan oluşmaktadır. İlk olarak, kömür madeninde yaşanmış kaza raporlarındaki ifade biçimindeki yüksek belirsizlik ve farklılık nedeniyle risk faktörlerini etkin bir şekilde belirlenememektedir. Bu da risk faktörleri listesinin eksik kalmasına neden olmaktadır. Bu araştırma kapsamında toplanan 726 raporu incelemiş ve 78 güvenlik riski faktörünü belirlenmiştir. Daha sonra, risk faktörlerine temeline dayanarak Bayes ağ modelini oluşturulmuştur. Son olarak, kömür

madeni güvenlik üretiminin altı ana risk faktörü ve bunlarla ilişkili faktörler, duyarlılık ve kritik yol analizi yoluyla netleştirildi. Çalışma, çevre ve ekipmanın neden olduğu risklerle karşılaştırıldığında, yönetim, eğitim ve denetim eksikliğinin kömür madeni kazalarının temel nedeni olduğunu göstermektedir.

Liu vd., (2022) çalışmalarında, tersane işletme kazalarına karışan insan faktörlerini araştırmak için çift iç içe bir model önermişlerdir. Kazalara karışan insan faktörlerini belirlemek için İnsan Faktörü Analizi Sınıflandırma Sistemi (HFACS) uygulanmıştır ve bunların sonuçları bir hata ağacının çeşitli bileşenlerine dönüştürülmüştür. Sonuç olarak tek seviyeli iç içe bir model kurularak, çift iç içe bir modelin geliştirilmesi için yapılandırılmış hata ağacı, ana düğümlerin elde edilen önceki olasılıkları ve uzman çıkarımlarıyla koşullu olasılık tablosu ile simüle edilebilen bir Bayes ağı hazırlanmıştır. Geliştirilen Bayes ağı modeli, yapısal analiz, yol bağımlılıkları ve duyarlılık analizi yoluyla belirlenen insan faktörlerini analiz etmek için çeşitli senaryolar için simüle edilir. Bu analizlerin genel yorumu, bir tersanedeki operasyonel kazalarda yer alan insan faktörü risklerini değerlendirmek için önerilen metodolojinin etkinliğini doğrulamaktadır. Araştırma sonuçları, endüstriyel kaza önleme ve güvenlik yönetiminde iki açıdan daha fazla iyileştirme için bir referans sağlayabilir: biri kazaların gizli tehlikelerini ortadan kaldırmak, diğeri ise kazaların olumsuz gelişimini kontrol etmektir.

Yorulmaz ve Öztürk (2022) tersanelerde yaşanan iş kazalarının nedenlerini önem düzeylerine göre belirlemeyi amaçlamışlardır. Kazaya neden olan 4 ana kriter ve bunlarla bağlantılı 19 alt kriter belirlenmiştir. Kazaların önlenmesi için de organizasyon, çalışma ortamının uygunluğunun sağlanması, eğitim ve insan-makine uyumu gibi alternatifler sunulmuştur. Ana kriterler ile alt kriterlerin kıyaslanması için çalışanlara bir anket düzenlenmiştir. Değerlendirmeler sonucunda en önemli kaza nedeni olarak “kişisel faktörler” diğerlerine göre ön plana çıktığı fark edilmiştir. Kişisel faktörlerin alt kriterlerinden olan “psikolojik sorunlar” daha yüksek oranda kazaya sebebiyet verdiği ortaya çıkmıştır. Kazaların önlenmesinde ise “organizasyon” en önemli tedbir olduğu sonucuna varılmıştır.

Zhu vd., (2022) araştırmalarında, gemi kirliliği kazalarından sonra acil durum müdahalelerinin sonuçları araştırılmış ve başarılı bir acil durum müdahalesini etkileyen faktörler analiz edilmiştir. Uluslararası ticaretin hızlı gelişimi ve liman yük hacimlerinin hızlı büyümesi ile deniz alanlarında gemi kirliliği riski önemli ölçüde artmıştır. Sık görülen gemi kirliliği kazaları, deniz ekosistemlerini ciddi şekilde tehlikeye attığı düşünülmektedir.

Çalışmada, Zhoushan Limanı'nda meydana gelen gemi kirliliği kazalarının acil müdahale sonuçlarını analiz etmek için Bayes ağı modeli hazırlanmıştır. Analizlerin sonucunda, Zhoushan Limanı'nın acil durum hazırlığının güçlendirilmesi için önerilerde bulunulmuştur. Gemi kirliliği risk yönetimini ve karar verme sürecini iyileştirmek için faydalı olduğuna ve deniz çevresinin korunması için pratik öneme sahip olduğu düşünülmektedir.

Yukarda bahsedilen çalışmalarda; genel olarak tersanelerin yoğunlaştığı Marmara Bölgesinde araştırmalar yapılmıştır. İş kazalarıyla alakalı yapılan çalışmalarda metod olarak Bayes Ağı dışındaki yöntemler kullanılmıştır. Bu tez kapsamında, Sürmene tersanelerinin eski konumlandığı yerden yeni yerleşkesine geçişle değişen kaza oranlarına da dikkat edilmiştir. Tersanelerde oluşan kazaların önkoşullarının değerlendirilmesi uzman gruplarıyla yapılan görüşmelerle oluşturulmuştur. Uzman grupların, sektör paydaşlarından seçilmesiyle daha doğru sonuçlara ulaşmak amaçlanmıştır. Bayes Ağı metodu kullanılarak koşullu olasılıklar ve hassasiyet analizleri yapılmıştır. Bu metodun güncellenebilir olması yapılan yeni çalışmalarda da kullanılabilme imkanı sağlayacaktır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Çalışmanın İçeriği

Bu çalışmada Sürmene yerleşkesinde bulunan tersanelerde meydana gelen iş kazaları incelenmiştir. Ülkemizde tersanede çalışan işçilerin çalışma koşulları yasalar ile güvence altına alınsa da her gün gemi inşa sektöründe ölümler, sakat kalmalar ve yaralanmalar yaşanmaya devam etmektedir. Bu iş kazalarının bir kısmı ciddi sonuçları olmaması nedeniyle ilgili makamlara raporlanması da yapılmamaktadır.

Gemi inşa sektöründeki çalışmaların birçok kısmı dökme yük, tanker, Ro-Ro gibi büyük ticari gemilerin inşa edildiği tersaneler dikkate alınarak yapıldığı görülmektedir. Balıkçı gemilerinin inşa edildiği ve onarımının yapıldığı küçük boyutlu tersanelerdeki iş kazaları araştırmaları sınırlıdır. Bu tersaneler geleneksel yöntemlere dayalı olarak yapılmakta ancak gemi inşa sektöründeki yeni teknolojilerin kullanımı diğer tersanelere kıyasla gelişim aşamasındadır. Gelişim aşamasının son örneklerinden biri Sürmene bölgesindeki tersanelerdir. 2015 yılında yeni yerleşkesine geçmesi ile birlikte gemi inşa sektöründe daha profesyonelleşmeye başlamış bulunmaktadır. Sürmene tersaneler bölgesi için yapılan çalışmalar eski yerleşkesi dikkate alınarak yapılmış olması yeni tersane bölgesindeki iş kazalarının tekrardan değerlendirilmesi ihtiyacını doğurmuştur. Çalışmada, inşa süreci devam eden veya bakımı yapılan gemilerde yaşanan iş kazalarının nedensel faktörlerinin Bayes ağı ile analiz edilmesi amaçlanmıştır.

Kaza raporları veya TÜİK verileri raporlanmamış kazalar nedeniyle kazaların asıl nedeninin belirlenmesi eksik kalabilmektedir. Ciddi sonucu olmayan bir kaza ölümcül bir kazanın kök nedeni olabilmektedir. Bu sebeple tersane sahibi ve gemi inşa sektöründe akademik çalışmalar yapan araştırmacılardan oluşturulan uzman grubu görüşleri ile Bayes ağı oluşturulmuş ve iş kazası olasılıkları hesaplanmıştır. Ölçüm yapmak mümkün değil ise veya yeterli veri yoksa uzman görüşlerinden yararlanılarak da olasılıklar hesaplanabilir (Pristrom, 2016).

2.2. Çalışmanın Aşamaları

Çalışma 3 kısma ayrılmaktadır. Birinci kısımda kaza veri tabanı hazırlanmış ve uygun çalışma metodu seçilmiştir. Uzman grupları ile yapılan yüz yüze görüşmeler ve yapılan çalışmalardan elde edilen gemi inşa sektörü iş kaza nedenleri belirlenmiştir. Çalışma için uygun metot seçilirken, bu konuda yazılmış makaleler ve daha önce yaşanmış kaza raporları incelenip bu çalışmalarda kullanılan yöntemler dikkate alınmıştır. Son dönemde Bayes ağı modelinin özellikle kaza analizlerinde ve başka birçok alanda da kullanılacağı düşünülmüştür (Ekici, 2005). Bu model sayesinde kazaları oluşturan etmenler arasındaki ilişki düğümler ve kümeler kullanılarak kolay anlaşılabilir düzeyde bir şematik yapıya sahip olmaktadır. Ayrıca koşullu olasılık yaklaşımından da faydalanılarak gerçeğe en yakın sonuçlar elde etmeye olanak sağlamaktadır (Cai vd., 2013).

Çalışmanın ikinci kısmında uzman görüşleri dikkate alınarak kazaları meydana getiren sebeplerden Bayes ağı modeli kurulmuştur. Kaza verilerinin analizlerinden yararlanmak adına kullanılabilecek yazılımlar; Analytica, Hugin, Netica ve Genie'dir. Kullanımının basit, ücretsiz ve grafiksel arayüze sahip olması nedeniyle Genie programı tercih edilmiştir (Murphy, 2007). Genie programında düğümlerin olasılık değerlerinin hesaplanması yüz yüze görüşmeler ile elde edilen veriler ışığında yapılmıştır. Hazırlanan Bayes ağına aksiyon testleri uygulanarak geçerliliği ispatlamak hedeflenmiştir. Bu ispat Bayes ağının kurulma amacına uygun çalışması konusunda güven tesis etmek adına gerekmektedir. Bayes ağının ispatı, aksiyon 1, aksiyon 2 ve aksiyon 3 olmak üzere üç farklı şekilde yapılmaktadır. Kurulan Bayes ağı tüm aksiyonları tamamlaması durumunda geçerli olmaktadır (Pristrom vd., 2016). Ağın geçerliliği ispatı yapıldıktan sonra sebepler arası düğümlerin kazaların oluşumuna etkisini ortaya çıkarmak amacıyla Bayes ağına hassasiyet analizi uygulanmıştır.

Çalışmanın üçüncü kısmında, hassasiyet analizi sonucunda elde edilen verilere göre kazalarda en fazla etkiye sahip olan düğümler irdelenmiş, daha önce bu hususta hazırlanan çalışmalar arasında benzer ve farklı yönleri gösterilmiştir. Sonuç olarak, Sürmene tersaneler bölgesinde meydana gelen iş kazalarının önlenmesi için dikkate alınması gereken kaza nedenleri ve kazaları engellemeye yönelik öneriler sunulmuştur.

2.3. Araştırmada Kullanılan Metot

2.3.1. Bayes Ağ Yapısı ve Koşullu Olasılık Yaklaşımı

İngiliz matematikçi Thomas Bayes tarafından 1763 yılında yazılan “Şanslar Doktrinindeki Bir Problemi Çözmeye Yönelik Bir Deneme” adlı makale ile Bayes yaklaşımının temelleri atılmıştır (Link ve Barker, 2010). Olasılık teorileri arasında en yaygın kullanılan teoridir. Thomas Bayes’in adını verdiği teorem, koşullu olasılığı belirlemek için kullanılan matematiksel bir formüldür. 1970’lerden günümüze kadar çeşitli sektörlerde belirsizlik içeren vakaların modellenmesi, sonuçlarının irdelenmesi ve olayı meydana getiren nedenlerin arasındaki bağların yorumlanması amaçlarıyla kullanılmıştır (Demirel ve Bodur, 2004).

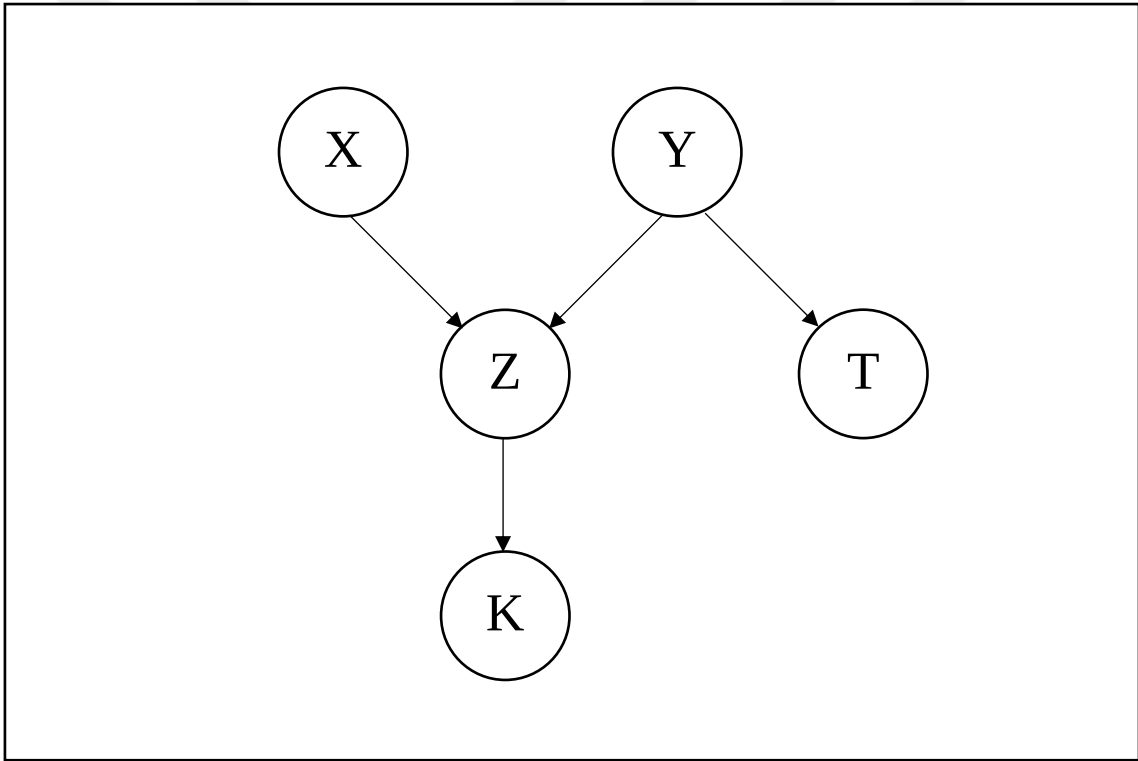
Bayes teoremi, olasılıksal bir sınıflandırma metodudur. Koşullu olasılık yönteminden faydalanan Bayes teoremi bir olayın nedenini ararken, vakanın hangi olasılıklarla, hangi nedenlerden kaynaklandığını bulmaya yardımcı olmaktadır. Bu teorem olasılık durumunun söz konusu olduğu her yerde kullanılmaktadır. Ortaya atılmasının üzerinden çok uzun zaman geçmiş olmasına rağmen son zamanlarda denizcilik, sağlık bilimleri, ekonomi ve pazarlama gibi alanlarında sıkça kullanılmaktadır (Akar ve Gündoğdu, 2013).

Bayes ağ yapısının hazırlanmasında iki ana yaklaşım bulunmaktadır. İlki ağda bulunan değişkenler arasındaki nedensel ilişkilerin belirlenmesidir. İkinci yaklaşım ise ağ yapısını mevcut bir algoritma ile direkt olarak verilerden elde etmektir. Kullanılan yöntemlere göre ağ yapısının belirlenmesiyle alakalı algoritmalar, kısıtlama esaslı yöntemler, arama ve puanlama esaslı yöntemler olarak ayrılmaktadır. Kısıtlama esaslı yöntemler koşullu olasılıklı belirsizlikler arasındaki ilişkilerinin istatistiki testlere tabi tutularak geçerliliği hakkında karar verilebilmektedir.

Bayes ağları, düğümler ve oklar aracılığıyla değişkenler arası olasılıkların şematik gösteriminin olduğu grafiksel kısım ve düğümlere ait koşullu olasılık tabloları olmak üzere iki ana bölümden oluşmaktadır. Bunlardan biri istatistiksel verilerden yararlanmak veya önceki çalışmalardan faydalananarak koşullu olasılık değerlerini belirlemektir. Grafiksel kısım bayes ağının yapısını göstermektedir. Diğeri ise değişkenlerin koşullu olasılıklarını gösteren tablolarıdır. Bu tablolarda meydana gelmiş vakaların incelenmesi üzerine daha önce hiçbir araştırma yapılmayan, istatistiki verilerin bulunmadığı durumlarda olasılıkların uzman yargılarından faydalananarak gösterilmektedir (Pristrom, 2016). Değişkenler arası

yönlendirilen oklar direkt olarak etkiyi göstermekte ve rastgele değişkenler arasında tutulması gereken bağımsızlık varsayımlarını belirtmektedir (Rausand, 2011). İki düğümün okla bağlandığı durumlarda, okun başladığı kısım ana düğümdür, okun bittiği kısım alt düğüm olmaktadır. Bir ağdaki iki değişken arasında okla yönlendirme olmaması, belirsizlikler arasında bir bağın olmadığı, yani marjinal olasılık dağılımına sahip olduğunu göstermektedir.

X, Y, Z, T ve K değişkenlerinden oluşan örnek bir Bayes ağ şeması aşağıda verilmiştir (Şekil 7). Şemada verilen X ve Y değişkenleri Z değişkeninin ebeveyni olmaktadır. T değişkeni de Y'nin çocuk değişkenidir.



Şekil 7. Örnek Bayes ağı şeması

Bir Bayes ağının sahip olabileceği düğüm sayısı için sınır bulunmamaktadır. Tek şart düğümden çıkan bir ok tekrar aynı düğüme dönmemelidir. Bayes ağ yapısındaki verilere bir veri tabanından ulaşılabildiği gibi, bir uzman grubunun yorum ve analizlerinden ulaşılabilmektedir. Bu durum Bayes ağlarının daha iyi anlaşılması açısından öncelikle koşullu olasılık yaklaşımının belirlenmesi gerekmektedir. Şemada verilen değişkenlere ait koşullu olasılık dağılımları, $P(X)$, $P(Y)$, $P(Z|X,Y)$, $P(T|Y)$ ve $P(K|Z)$ aşağıda verilmektedir.

Herhangi X ve Y iki olay için Y bilindiğinde X'in olma olasılığı;

$$P(X|Y) = P(X \cap Y) / P(Y), P(Y) > 0 \quad (1)$$

X olayı bilindiğinde Y'nin olma olasılığı;

$$P(Y|X) = P(X \cap Y) / P(X), P(X) > 0 \quad (2)$$

X ve Y'nin birlikte görüldüğü olasılıkların kesişim kümesi;

$$P(X \cap Y) = P(X|Y).P(Y) = P(Y|X).P(X) \quad (3)$$

Koşullu olasılığı genelleştirecek olursak; Y olayı bilindiğinde X_i olayının olma olasılığı;

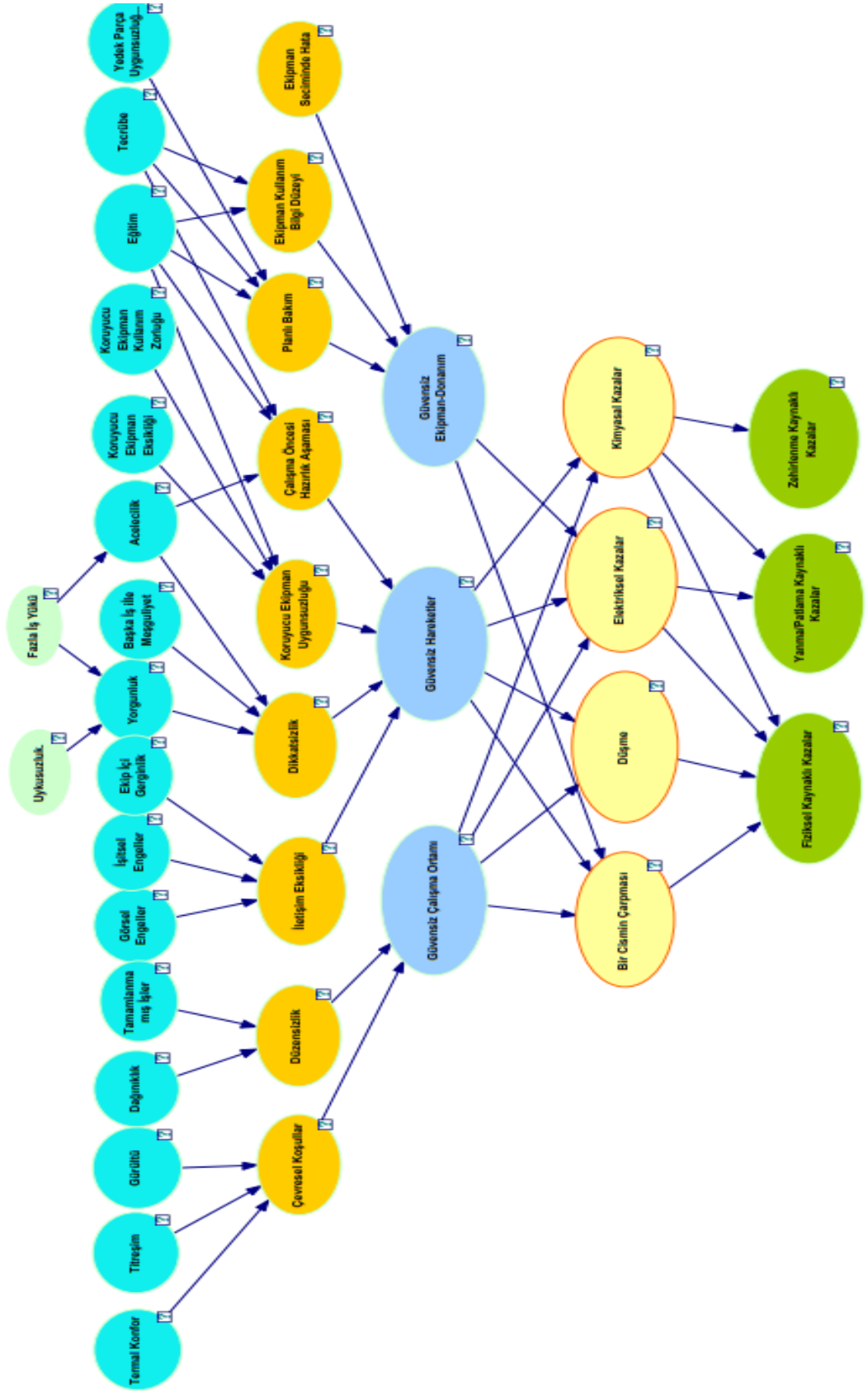
$$P(X_i|Y) = P(X_i). P(Y|X_i) / P(Y) \quad i=1,2,3,\dots,k \quad (4)$$

Eşitlik (4) teki Y olayının olasılığı;

$$P(B) = P(A_1).P(B|A_1) + \dots + P(A_k).P(B|A_k) = \sum_{j=1}^k P(A_j). P(B|A_j) \quad (5)$$

2.3.2. Bayes Ağı Düğümleri ve Ön Koşulları

Bayes ağı oluşumunda ağın anlaşılabilir olması için ön koşullar ve düğümler arasındaki ilişkinin detaylıca açıklanması gerekmektedir (Jakeman,2006). Sürmene tersane bölgesinde meydana gelen iş kazalarındaki bütün düğümler, uzman görüşleri ve konuyla alakalı literatür ayrıntılı bir şekilde değerlendirilip fiziksel kaynaklı kazalar, yanma-patlama kaynaklı kazalar, zehirlenme kazalarının ön koşul çatısı altında oluşturulmuştur. Aşağıda bu çalışma için hazırlanan Bayes ağı şeması Şekil 8'de gösterilmiştir. Bayes ağındaki düğümlere ait kullanılan kısaltmalar da Tablo 9'da verilmiştir.



Şekil 8. Sürmene Tersanelerindeki kazaları incelemek için hazırlanan Bayes ağı şeması

Tablo 9. Bayes ağının düğümleri ve kısaltmaları

Düğüm Adı	Kısaltması
Fiziksel Kaynaklı Kaza	FK
Yanma/Patlama	YP
Zehirlenme	Z
Bir Cismin çarpması	BCC
Düşme	D
Elektriksel kaza	EK
Kimyasal kaza	KK
Güvensiz çalışma ortamı	GC
Güvensiz hareket	GH
Güvensiz ekipman/donanım	GED
Çevresel koşullar	CK
Düzensizlik	DÜ
İletişim Eksikliği	İE
Dikkatsizlik	Dİ
Koruyucu Ekipman Uygunsuzluğu	KEU
Çalışma öncesi hazırlık aşaması	CÖHA
Planlı bakım	PB
Ekipman kullanım bilgi düzeyi	EKBD
Ekipman seçiminde hata	ESH
Termal konfor	TK
Titreşim	TİT
Gürültü	G
Dağınıklık	DA
Tamamlanmamış işler	Tİ
Görsel engeller	GE
İşitsel engeller	İE
Ekip içi gerginlik	EİG
Yorgunluk	Y
Başka iş ile meşguliyet	BİM
Acelecilik	A
Koruyucu ekipman eksikliği	KEE
Koruyucu ekipman kullanım zorluğu	KEKZ
Eğitim	E
Tecrübe	T
Yedek parça uygunsuzluğu	YPU
Uykusuzluk	U
Fazla iş yükü	FİY

Kazalarda sebeplerin derinlemesine incelenmesi için kazaların görünmeyen yüzünün ortaya koyulması gerekmektedir. Kazaların temel nedenleri bulunduğundan sonra ön koşullar analiz edilmelidir. Ön koşulların analiz edilmesi, iş kazalarına dair gerekli önlemleri alırken daha doğru bir sonuç çıkaracaktır. Örnek olarak; bir tersanede bir cismin çarpması sonucu

ölümlü bir kaza olması durumunda sebebin ilk olarak güvensiz hareketten dolayı olduğu düşünülebilir. Ancak bu düşünce kazanın asıl nedenine ulaşmakta belirsizlik yaratacaktır. Güvensiz harekete neden olan ön koşullar iletişim eksikliği, dikkatsizlik, koruyucu ekipman uygunsuzluğu ve çalışma öncesi hazırlık yapılmaması sebebiyle olabilir. Bu sebeple Bayes ağı oluşturulurken ön koşullar eksiksiz bir şekilde oluşturulmaya çalışılmalıdır (Özaydın, 2019).

Fiziksel kaynaklı kazalar; bir cismin çarpması, düşme, elektriksel kazalar, kimyasal kazalar olarak değerlendirilmiştir. İş kazalarının %80'inin insanlara, %18'inin çevre koşullarına, %2'sinin ise beklenmedik durumlar sayesinde oluştuğunu öngören araştırmalar bulunmaktadır (Cankurt, 2007). Yapılan birçok araştırmada, kazalarda insan faktörünün teknik faktörlerden çok daha fazla olduğu bildirilmiştir (Gülhan, 2008). Tersanelerde en çok karşılaşılan kazalardan biri olan bir cismin çarpması; yüksekte bir cismin düşerek kişiye çarpması, kişinin ekipman kullanırken ekipmanı kendine vurması, kişinin bir ekipman kullanırken ekipmandan parçaların kişiye çarpması olarak düşünülebilir. Gemiler yüksek seviyede inşa edildiğinden düşen nesneler tehlike oluşturmaktadır. Düşme; kişinin yüksekte düşmesi, kapatılmamış bir boşluğa düşmesi, çevresel koşullardan kayıp düşmesi, düzensizlikten takılıp düşmesi, koruyucu ekipman eksikliğinden düşmesi gibi nedenlerden olabilir. Elektriksel kazalar; dikkatsizlikten, koruyucu ekipman eksikliğinden, çalışma öncesi hazırlık yapılmama durumundan, planlı bakımın olmama durumundan, kullanılan yedek parçanın uygun olmamasından, ekipmanı kullanan kişinin yetersiz olmasından ve iletişim eksikliğinden kaynaklı olabilir. Kimyasal kazalar; kişinin kimyasallara dokunması ya da üzerine gelmesi durumunda kişiye fiziksel olarak zarar verebilir.

Yanma/patlama kaynaklı kazalar; elektriksel ve/veya kimyasal nedenlerden dolayı ortaya çıkabilmektedir. Tersanelerde fazla miktarda kimyasal kullanılmaktadır. Genel olarak kapalı alanlarda kimyasallar kullanılırken, kaynak, raspa, boya ve benzeri işlerin bir arada yapılırken yangın ve patlama açısından riskli durumlar oluşmaktadır (TBMM, 2008). Elektriksel kazalar, soyulmuş yaralanmış elektrik kabloları, yanlış yapılan bağlantılar yangına patlamaya sebebiyet verebilir. Yapılan bir işin gerekli güvenlik önlemlerini almadan çalışma ortamından terkedilmesi güvensiz çalışma ortamı ve tamamlanmamış iş olarak değerlendirilmiştir. Planlı bakımın yapılmadığı, uygun olmayan bir yedek parçanın kullanımı veya ekipmanı kullanan kişinin bilgi düzeyinin yetersiz olması yanma ve patlamaya neden olabilecek bir güvensiz ekipman/donanım olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca güvensiz ekipman/donanım elektriksel kazalara ekipman kullanım bilgi düzeyi,

ekipman seçiminde hata, planlı bakımın eksik olması gibi durumlar sebep olmaktadır. Tersanelerde elektrik tesislerindeki kesiciler ve ayırıcıların çeşitli hava koşullarında devreyi tam ve güvenli biçimde ayıramaması, elektrik panolarının kapalı kabinlerde olmaması, imalattaki kabloların açıkta bırakılması veya kablo hattı belirlenmiş kanallardan geçirilmemesi, kabloların yeterli kalınlıkta olmaması, standartlara uygunluklarının bulunmaması, platformu olmayan bir vince işlem yada bakım yapılması gerektiği durumda yalıtkan bir eşya kullanılmaması, yalıtkan eldivenler ve tutamacı yalıtkan aletler kullanılmaması, yalıtkan altlıklı iş ayakkabısı ve iş elbisesi kullanılmaması genel olarak elektriksel kazaların diğer nedenleri olarak düşünülebilir.

Zehirlenme kaynaklı kazalar; kimyasal kazalar ana sebep olarak değerlendirilmiştir. Tersanelerde yapılan işin niteliğine göre çeşitli kimyasal maddeler (çeşitli boya ve çözücüler, epoksi ve polyester reçine, oksijen ve LPG, çeşitli kimyasal temizleyiciler, aseton vb. maddeler) kullanılmaktadır (Akyıldız ve Barlas, 2015). Bu kimyasalların istiflenmesinin düzensiz olması ve kullanım aşamasında dökülme gibi durumlarla karşılaşarak kimyasal kazalara sebep olabilmektedir. Düzensizlik, dikkatsizlik ve kişinin koruyucu ekipman uygunsuzluğu kimyasal kazaların ön koşulu olduğu düşünülebilir. Tersane çalışanlarının, kaynak dumanının solunması, kapalı mahalde boya çalışmalarının yapılması, yeterli havalandırma şartlarının sağlanmaması ve kurşun gibi ağır metallere maruz kalınması sonucu solunum yolu hastalıklarına sebep olmaktadır. Tersane çalışanlarının bir kısmında fazla sayıda kanser durumu gözlenmiştir (Blot, vd., 1980). Özellikle kaynakçılar solunum sistemi kanserlerine fazla maruz kalmaktadırlar (Danielsen, vd., 1996). Bir başka çalışmada, bir nükleer tersanesinde çalışan elektrikçilerde ve kaynakçılarda lösemi riski bulunmuştur (Stern, vd., 1986).

Güvensiz çalışma ortamı; çevresel koşullar ve düzensizlik olarak değerlendirilmiştir. Çevresel koşullara termal konfor, titreşim ve gürültü; düzensizliğe, dağınıklık ve tamamlanmamış işler sebep olmaktadır. Termal konfor, tersane ortamının aşırı sıcak veya soğuk olmasından kaynaklı oluşan kazalara sebeptir. Soğuk bir havada çalışan bir kişi termal konfor eksikliğinden baret yerine şapkasını takması ve dağınık bir çalışmanın olduğu ortamda tamamlanmamış bir boşluğu fark edemeyerek içine düşmesi örnek olarak verilebilir. Tersanelerde montaj, kaynak, malzeme nakilleri sırasında sürekli olarak gürültü durumu oluşmaktadır. Gürültü hem kişide duyma problemlerine hem de kişiler arası iletişime engel olarak kazalara sebep olmaktadır. Gürültü, iletişimin kesilmesine, işitsel rahatsızlığa neden olabilmektedir (Yılmaz, 2014). Tersanelerde çekiçle vurma, şaloma ile

kesme, raspa boya işlemleri gürültü ve titreşim oluşturmaktadır. Özellikle kapalı alanlarda gürültü, metal duvarlardan kaynaklı yankıdan dolayı oluşmaktadır. Kapalı alandaki gürültü açık alana göre on kat fazla hissedilmektedir (Lingard vd., 2012) Düzensizliğe dağınıklık ve tamamlanmamış işler neden olmaktadır. Tamamlanmamış işlere çalışma sonrası menhol kapaklarının açıkta bırakılması, gerekli güvenlik önlemleri alınmadan kullanılan ekipman ve donanımlarının açık bırakılarak çalışma sahası terk edilmesi örnek olarak gösterilebilir.

Güvensiz hareketlerin ön koşulu dikkatsizlik, koruyucu ekipman uygunsuzluğu, iletişim eksikliği, çalışma öncesi hazırlık olarak değerlendirilmiştir. Yorgunluk, acelecilik, başka işle meşguliyet olması gibi durumlarda dikkatsizlik oluşabilmektedir. Tersane çalışanları yoğun iş yükünde zor şartlarda çalışmaktadırlar. Fazla emek ve güç harcayan çalışanlar fazla mesai ve istirahat sürelerinin yetersiz olmasından dolayı fiziksel yorgunluklar daha çabuk ortaya çıkmaktadır. Öküzcü, (2022) çalışmalarında dinlenme sürelerinin doğru uygulanıp iş yükünün günlere eşit olarak bölünmesi gerektiğini vurgulanmıştır. Koruyucu ekipman uygunsuzluğunun ön koşulu koruyucu ekipman eksikliği, koruyucu ekipman kullanım zorluğu ve eğitimidir. Koruyucu ekipman kullanım zorluğu kişinin kapalı dar alanlarda baret takmaması, sıcak havalarda gürültülü ortamda kulaklık takmaması olarak örneklendirilebilir. Koruyucu ekipman eksikliği emniyet kemeri, baret, kaydırmaz ayakkabı, eldiven, gibi donanımların çalışma sırasında olası riskleri engellemek ya da tehlike durumunda kişiyi koruyan donanımların olmama durumunu ifade etmektedir. Eğitimin yetersiz olması koruyucu ekipmanın hiç kullanılmamasına, gereksiz görülmesine veya yanlış kullanımına neden olabilmektedir. Tersanelerde yürütülen çalışmalarda çalışanların güvensiz hareketlerinden dolayı oluşan kazaların engellenebilmesi için mesleki eğitimlerinin dışında iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin de verilerek iş güvenliği bilincinin oluşturulması gereği bazı kaynaklarda tavsiye edilmiştir (Işık, 2016). İletişim eksikliği; tersanelerde iletişim eksikliği görsel engeller, işitsel engeller, ekip içi gerginlikten kaynaklanmaktadır. Tersanelerde gemi yapımında gürültünün yoğun olmasından işitsel engeller, kapalı alanlarda çalışmalardan dolayı görsel engeller, yoğun ve ağır çalışmalardan da ekip içi gerginlikler yaşanabilmektedir. Kapalı alanlarda çalışma sırasında yeterli aydınlatma olmaması, gemilerin sac kaynatılması sırasında kişilerin haberleşmesinde arada metal duvarların engel olması gibi durumlar görsel engellere örnek verilebilir. Çalışma öncesi hazırlık; eğitim, tecrübe, acelecilik olarak değerlendirilmiştir. Kapalı alanda çalışma prosedürleri, sıcak çalışma prosedürleri gibi yöntemler çalışma öncesinde uygulanarak gerekli ön tedbirlerin alınması gerekmektedir. Çalışma öncesinde

gerekli güvenlik tedbirlerinin alınabilmesi için yapılan iş konusunda gerekli eğitim ya da tecrübenin bulunması gerekmektedir. Acelecilik bu tür prosedürlerin uygulanmasının eksik kalmasına ve yapılan işe odaklanılmasından dolayı dikkatsizliğe neden olabilmektedir.

Güvensiz ekipman-donanım; planlı bakım, ekipman seçiminde hata, ekipman kullanım bilgi düzeyi olarak değerlendirilmiştir. Güvensiz ekipman donanım olarak; işe uygun makine kullanılmaması sayılabilir (Menteşe, vd., 2017). Aynı zamanda güvensiz ekipmana planlı bakım ve ekipman kullanım bilgi düzeyi eksikliği de etkili olabilmektedir. Tersanelerde ağır işler yapıldığından yüksek güçte makineler, vinçler kullanılmaktadır. Kullanılan bu ekipmanların planlı bakımları yapılmadığında ekipman arızasından dolayı yüksek ölçüde kazalara sebep olabilmektedir. Planlı bakım; eğitim, tecrübe, yedek parça uygunsuzluğu sonucu ortaya çıkabilmektedir. Planlı bakımda arıza oluşma koşulu yoktur. Yani plansız bakım gibi olay esaslı değildir (Ünal, 2009). Yedek parça uygunsuzluğu, donanımlarda kullanılan yedek parçaların orijinal parça kullanılması ya da yan sanayi parça kullanılması durumudur. Eğitimsizlik ve tecrübesizlik durumları planlı bakımı yüksek derecede etkilemektedir.

2.3.3. Uzman Değerlendirmeleri

Bayes ağı ile yapılan çalışmalarda en sık kullanılan yöntemlerden biri de uzman görüşlerinden yararlanmaktır. Ancak uzmanlardan alınan görüşlerde hata veya eksiklikler olabilmektedir. Bu durumu engellemek için birden fazla kişiden görüş alınması önemlidir. Bu çalışmada da farklı meslek dallarından uzman görüşleri alınıp, uzmanların özelliklerine göre ağırlıklandırılarak değerlendirilmiştir. Uzman i 'nin görüşü x_i olmak üzere ve her ω_i ($i=1,2, \dots,8$) normalleştirilmiş uzman i ağırlık değeri iken ($\sum_{i=1}^8 \omega_i = 1$) bu işlem (6) numaralı denklem boyunca uygulanmıştır. (Aydın, 2021)

$$X = \omega_1 x_1 + \omega_2 x_2 + \dots + \omega_8 x_8 = \sum_{i=1}^8 \omega_i x_i \quad (6)$$

Çalışma kapsamında değerlendirme yapan uzmanların özellikleri aşağıda verilmiştir.

- Uzman 1: Akademisyen, Uzakyol Başmühendisi
- Uzman 2: Denizcilik firmasında Teknik Müdür, Uzakyol Başmühendisi
- Uzman 3: Akademisyen, Gemi İnşaatı Yüksek Mühendisi, İş Güvenliği Uzmanı,
- Uzman 4: Akademisyen, Uzakyol Vardiya Mühendisi,
- Uzman 5: İş Güvenliği Uzmanı

- Uzman 6: Tersane sahibi
- Uzman 7-8: Çalışmanın yapıldığı bölgedeki farklı tersanelerde görev yapan 2 adet Gemi İnşaatı Mühendisi

Uzman görüşleri meslek, öğrenim ve tecrübelerine göre tablo 10'daki gibi ağırlıklandırılarak Tablo 11'de uzman değerlendirmelerinin ağırlıklara göre etki derecesi incelenmiştir.

Tablo 10. Uzmanların özelliklerine göre ağırlık katsayıları

KRİTER	KOD	AÇIKLAMA	AĞIRLIK
ÇALIŞMA ALANI	A	TEKNİK MÜDÜR	5
	B	İŞ GÜVENLİĞİ UZMANI	4
	C	GEMİ İNŞA MÜH.	3
	D	AKADEMİSYEN	2
	E	TERSANE SAHİBİ	1
ÖĞRENİM	F	LİSANS/BAŞMÜHENDİS	5
	G	YÜKSEK LİSANS/İŞ GÜVENLİĞİ	4
	H	LİSANS/VARDİYA MÜH.	3
	I	LİSANS	2
	J	LİSE	1
DENEYİM SÜRESİ	K	15 YILDAN FAZLA	5
	L	10-15 YIL	4
	M	5-10 YIL	3
	N	3-4 YIL	2
	O	0-2 YIL	1

Tablo 11. Uzman değerlendirmelerinin ağırlıklara göre etki derecesi

[illegible]

2.3.4. Bulanık Mantık Yöntemi

Bulanık mantık kavramının kökeni Antik Yunan felsefesine dayanmakta olup, geleneksel küme üyeliğine dayalı mantığa bir alternatif oluşturmaktadır (Fogarty, 2021). Bulanık mantık bir konu hakkında verilen kararın hangi küme elemanının ne kadar üyesi olduğunu açıklar. Bulanık mantık yöntemine göre doğruların veya yanlışların da bir derecesi vardır (Özdemir ve Kalinkara, 2020). Bu metotta, kesin yargılara dayanan düşünce sistemi yerine, yaklaşık düşünce sistemi ve terimleri kullanılmaktadır.

Bulanık mantığı klasik mantık sistemlerinden ayıran farklılık dilsel değişkenlerin kullanımına izin vermesidir. Bulanık mantık düşüncesinde, genellikle uzmanların tecrübe ve bilgilerinden yararlanılmaktadır. Uzman kişi; günlük yaşamda sıkça kullanılan “uygun, uygun değil, düşük, biraz düşük, az, çok az, yüksek, çok yüksek” gibi kelimelerle derecelendirme yaparak, esnek bir değerlendirme yapmaktadır. Böylece sözlü ifadeler sayesinde değişken değeri olan sözcükler kullanılarak, net olarak ifade edilemeyen karar ve kavramların yaklaşık olarak yorumlanabilmesi sağlanmaktadır. (Zadeh, 1975) Bir başka ifadeyle bulanık mantık, belirsiz durumlar için yapılan sözel ifadeleri, matematiksel değerlere dayandırarak bilgisayar ortamına aktarılmasını sağlamaktadır. (Akıllı ve Atıl, 2014)

Bulanık mantık 3 aşamadan oluşmaktadır.

2.3.4.1. Bulanıklaştırma

Sisteme ham veri halinde girilen değerleri, üyelik fonksiyonunu kullanarak bulanık değerlere (0 ile 1 arasında) dönüştüren birimdir. Bir başka deyişle, her bir giriş değerinin bulanık kümelerle olan üyelik derecesini hesaplamaktadır (Wang, 1997).

A kümesinin $[a_1, a_3]$ aralığında olduğu kabul edilirse $\mu_A(x)$ üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & x \leq a_1 \\ (x - a_1)/(a_2 - a_1) & a_1 \leq x \leq a_2 \\ (a_3 - x)/(a_3 - a_2) & a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0 & x \geq a_3 \end{cases} \quad (7)$$

Uzmanların sözel değerlendirme ifadeleri ve bunlara karşılık gelen üçgen bulanık sayılar Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Ölçüm terimleri ve üçgen bulanık sayı değeri karşılıkları (Rajakarunakaran, 2015).

Ölçüm Terimi	Kısaltma	ÜÇGEN BULANIK SAYILAR		
		A	B	C
Çok Düşük (Very Low)	VL	0.00	0.04	0.08
Düşük (Low)	L	0.07	0.13	0.19
Makul Düşük (Reasonable Low)	ML	0.17	0.27	0.37
Orta (Medium)	M	0.35	0.50	0.65
Makul Yüksek (Reasonable High)	MH	0.63	0.73	0.83
Yüksek (High)	H	0.81	0.87	0.93
Çok Yüksek (Very High)	VH	0.92	0.96	1.00

Acelecilik ve yorgunluk düğümleri için 5 ayrı koşullu olasılık durumuna ait uzmanların sözlü değerlendirmeleri ve bu değerlendirmelerin üçgen bulanık sayılara dönüştürüldüğü veriler Tablo 13'te gösterilmektedir. İlk 5 koşullu olasılık durumu için üçgen bulanık sayı verileri Tablo 14 ve 15'te gösterilmektedir.

Tablo 13. 5 farklı koşullu olasılık durumu için uzmanların sözlü değerlendirmeleri

Koşullu Olasılık No	DÜĞÜM	ÖN KOŞULLAR		Uzman Numarası ve Uzman Sözlü Değerlendirme Konum Belirleme Sistemi GÜVENLİ							
		Fazla İş Yüğü	Uykusuzluk	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Acelecilik	YOK	-	ML	ML	L	ML	ML	L	L	ML
2	Acelecilik	VAR	-	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH	VH
3	Yorgunluk	YOK	VAR	ML	ML	ML	ML	ML	ML	ML	ML
4	Yorgunluk	VAR	YOK	M	M	M	ML	M	M	ML	ML
5	Yorgunluk	VAR	VAR	M	M	M	M	M	M	M	M

Tablo 14. İlk 5 koşullu olasılık durumu için üçgen bulanık sayı verileri, uzman1~4

Koşullu Olasılık No	UZMAN 1			UZMAN 2			UZMAN 3			UZMAN 4		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	0.17	0.27	0.37	0.17	0.27	0.37	0.07	0.13	0.19	0.17	0.27	0.37
2	0.92	0.96	1.00	0.92	0.96	1.00	0.92	0.96	1.00	0.92	0.96	1.00
3	0.17	0.27	0.37	0.17	0.27	0.37	0.17	0.27	0.37	0.17	0.27	0.37
4	0.35	0.50	0.65	0.35	0.50	0.65	0.35	0.50	0.65	0.17	0.27	0.37
5	0.35	0.50	0.65	0.35	0.50	0.65	0.35	0.50	0.65	0.35	0.50	0.65

Tablo 15. İlk 5 koşullu olasılık durumu için üçgen bulanık sayı verileri, uzman 5~8

Koşullu Olasılık No	UZMAN 5			UZMAN 6			UZMAN 7			UZMAN 8		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	0.17	0.27	0.37	0.07	0.13	0.19	0.07	0.13	0.19	0.17	0.27	0.37
2	0.92	0.96	1.00	0.92	0.96	1.00	0.92	0.96	1.00	0.92	0.96	1.00
3	0.17	0.27	0.37	0.17	0.27	0.37	0.17	0.27	0.37	0.17	0.27	0.37
4	0.35	0.50	0.65	0.35	0.50	0.65	0.17	0.27	0.37	0.17	0.27	0.37
5	0.35	0.50	0.65	0.35	0.50	0.65	0.35	0.50	0.65	0.35	0.50	0.65

2.3.4.2. Çıkarım

Bu kısım, bilgi tabanıyla ortak çalışarak, gelen bulanık değerlerden sonuçlar elde etmeye yarar.

$\widetilde{R1}, \widetilde{R2}$: Bir çift uzman görüşü

$S_{UV}(\widetilde{R1}, \widetilde{R2})$: İki farklı uzman görüşünün benzerlik derecesi

$S(\tilde{A}_1, \tilde{A}_2)$: İki bulanık sayı kümesi arasındaki benzerlik derecesi

$AA(E_u)$: Uzmanların ortalama anlaşma derecesi

$RA(E_u)$: Uzmanların değişken anlaşma derecesi

$CC(E_u)$: Uzman Konsensus Katsayısı

$\tilde{R}_{AG}$: Uzman kararlarının toplam sonucu olarak ifade edilmektedir.

İki bulanık sayı kümesi arasındaki benzerlik derecesi aşağıdaki benzerlik fonksiyonu ile hesaplanır.

$$S(\tilde{A}_1, \tilde{A}_2) = 1 - (1/3) \sum_{i=1}^3 |a_{1i} - a_{2i}| \quad (8)$$

M tane uzmanın ortalama anlaşma (AA) derecesi aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$AA(E_u) = \frac{1}{M-1 \sum_{U \neq V}^M S(\tilde{A}_1, \tilde{A}_2)} \quad (9)$$

M tane uzmanın değişken anlaşma (RA) derecesi aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$RA(E_u) = \frac{AA(E_u)}{\sum_1^M AA(E_u)} \quad (10)$$

M tane uzmanın Konsensus katsayısı (CC) aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$CC(E_u) = \beta \cdot w(E_u) + (1 - \beta) \cdot RA(E_u) \quad (11)$$

Uzman görüşlerinin birleştirilmiş sonucu $\tilde{R}_{AG}$ değeri aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\tilde{R}_{AG} = CC(E_1) \times \tilde{R}_1 + CC(E_2) \times \tilde{R}_2 + \dots + CC(E_M) \times \tilde{R}_M \quad (12)$$

Bulanık mantık yönteminin çıkarım kısmı 4 aşamadan oluşmaktadır. Birinci kısım olan benzerlik fonksiyonu verileri ilk 5 koşullu olasılık durumu için; Tablo 16, Tablo 17 ve Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 16. İlk 5 koşullu olasılık durumu için benzerlik fonksiyonu verileri S(1-2) ~S(2-5)

Koşullu Olasılık No	BENZERLİK FONKSİYONU VERİLERİ									
	S(1-2)	S(1-3)	S(1-4)	S(1-5)	S(1-6)	S(1-7)	S(1-8)	S(2-3)	S(2-4)	S(2-5)
1	1.00	0.86	1.00	1.00	0.86	0.86	1.00	0.86	1.00	1.00
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	0.77	1.00	1.00	0.77	0.77	1.00	0.77	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tablo 17. İlk 5 koşullu olasılık durumu için benzerlik fonksiyonu verileri S(2-6) ~S(4-5)

Koşullu Olasılık No	BENZERLİK FONKSİYONU VERİLERİ								
	S(2-6)	S(2-7)	S(2-8)	S(3-4)	S(3-5)	S(3-6)	S(3-7)	S(3-8)	S(4-5)
1	0.86	0.86	1.00	0.86	0.86	1.00	1.00	0.86	1.00
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	0.77	0.77	0.77	1.00	1.00	0.77	0.77	0.77
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Tablo 18. İlk 5 koşullu olasılık durumu için benzerlik fonksiyonu verileri S(4-6) ~S(7-8)

Koşullu Olasılık No	BENZERLİK FONKSİYONU VERİLERİ								
	S(4-6)	S(4-7)	S(4-8)	S(5-6)	S(5-7)	S(5-8)	S(6-7)	S(6-8)	S(7-8)
1	0.86	0.86	1.000	0.86	0.86	1.00	1.00	0.86	0.86
2	1.00	1.00	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	0.77	1.00	0.93	1.00	0.77	0.77	0.77	0.77	1.00
5	1.00	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

İkinci kısım ortalama anlaşma verileri Tablo 19’da, üçüncü adım değişken anlaşma verileri Tablo 20’de ve çıkarımın son aşaması Konsesus katsayıları Tablo 21’de gösterilmektedir.

Tablo 19. İlk 5 koşullu olasılık durumu için ortalama anlaşma verileri

Koşullu Olasılık No	ORTALAMA ANLAŞMA VERİLERİ							
	AA(E1)	AA(E2)	AA(E3)	AA(E4)	AA(E5)	AA(E6)	AA(E7)	AA(E8)
1	0.73111	0.73111	0.70000	0.73111	0.73111	0.70000	0.70000	0.73111
2	0.77778	0.77778	0.77778	0.77481	0.77778	0.77778	0.77778	0.77481
3	0.77778	0.77778	0.77778	0.77037	0.77778	0.77778	0.77778	0.77037
4	0.70111	0.70111	0.70111	0.64259	0.70111	0.70111	0.65000	0.64259
5	0.77778	0.77778	0.77778	0.76667	0.77778	0.77778	0.77778	0.76667

Tablo 20. İlk 5 koşullu olasılık durumu için değişken anlaşma verileri

Koşullu Olasılık No	DEĞİŞKEN ANLAŞMA VERİLERİ							
	RA(E1)	RA(E2)	RA(E3)	RA(E4)	RA(E5)	RA(E6)	RA(E7)	RA(E8)
1	0.12703	0.12703	0.12162	0.12703	0.12703	0.12162	0.12162	0.12703
2	0.12512	0.12512	0.12512	0.12464	0.12512	0.12512	0.12512	0.12464
3	0.12530	0.12530	0.12530	0.12411	0.12530	0.12530	0.12530	0.12411
4	0.12886	0.12886	0.12886	0.11811	0.12886	0.12886	0.11947	0.11811
5	0.12545	0.12545	0.12545	0.12366	0.12545	0.12545	0.12545	0.12366

Tablo 21. İlk 5 koşullu olasılık durumu için konsensus katsayısı verileri

Koşullu Olasılık No	KONSENSUS KATSAYISI VERİLERİ							
	CC(E1)	CC(E2)	CC(E3)	CC(E4)	CC(E5)	CC(E6)	CC(E7)	CC(E8)
1	0.13851	0.15726	0.12331	0.11976	0.12601	0.10456	0.11081	0.11976
2	0.13756	0.15631	0.12506	0.11857	0.12506	0.10631	0.11256	0.11857
3	0.13765	0.15640	0.12515	0.11830	0.12515	0.10640	0.11265	0.11830
4	0.13943	0.15818	0.12693	0.11530	0.12693	0.10818	0.10973	0.11530
5	0.13772	0.15647	0.12522	0.11808	0.12522	0.10647	0.11272	0.11808

2.3.4.3. Durulaştırma

Durulaştırma işleminin amacı bulanık mantık yöntemiyle ölçülebilir veriler elde etmektir. Yani durulaştırma, bulanık küme elemanlarının gerçek sayıya dönüştürüldüğü kısım olarak ifade edilmektedir. Çıkarım yapılan veriler bu kısma kadar bulanık değerler

halinde gelmektedir ve burada denklem (13) sayesinde gerçek sayıya dönüşmektedir (Bayram vd., 2002).

$$\text{Durulaştırma denklemi: } X^* = \frac{\int \mu_i(x) dx}{\int \mu_i(x)} \quad (13)$$

Tablo 22. İlk 5 koşullu olasılık durumu için durulaştırma ve bulanık olasılık verileri

Koşullu Olasılık No	DURULAŞTIRMA DEĞERLERİ			BULANIK OLASILIK DEĞERLERİ
1	0.13613	0.22258	0.30904	0.22
2	0.92000	0.96000	1.00000	0.96
3	0.17000	0.27000	0.37000	0.27
4	0.28874	0.42172	0.55470	0.42
5	0.35000	0.50000	0.65000	0.50

İlk 5 koşullu olasılık durumu için durulaştırma ve buna bağlı olarak bulanık olasılık değeri verileri Tablo 20’de verilmiştir. 37 adet düğümden ve 136 adet koşullu olasılık durumu için belirlenen bulanık olasılık değerleri Genie programına girilerek, sonuç düğümlere ait olasılık değerleri Şekil 10’da gösterilmektedir.

3. BULGULAR

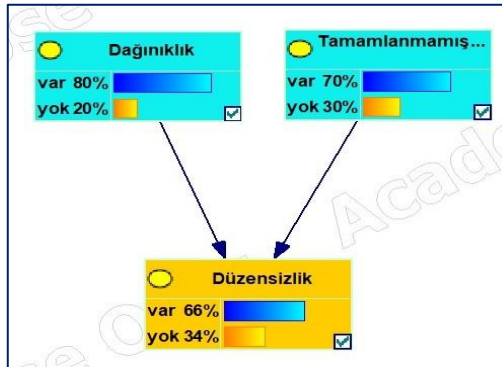
3.1. Bayes Ağında Elde Edilen Sonuçlar

Bayes ağından elde edilen sonuçlar Şekil 10'da gösterilmektedir. Sürmene tersanelerindeki iş kazalarının en yüksek oranı fiziksel kaynaklı kazalar olarak bulunmuştur. Fiziksel kaynaklı kazalara neden olan ön koşullarda ise bir cismin çarpması en çok karşılaştığımız kaza olarak çıkmış ardından da düşme, elektriksel kazalar ve kimyasal kazalar gelmektedir. Yapılan çalışmada bir başka ön koşuldan güvensiz hareketler en yüksek sebeplerden bulunmuştur. Güvensiz harekete; çalışma öncesi hazırlık, koruyucu ekipman uygunsuzluğu ve dikkatsizlik yaklaşık değerlerde görülmektedir. Çevresel koşullara gürültü; düzensizliğe, dağınıklık ve tamamlanmamış işler benzer oranda; iletişim eksikliğine görsel ve işitsel engeller; dikkatsizliğe acelecilik; koruyucu ekipman uygunsuzluğuna eğitim ve koruyucu ekipman kullanım zorluğu; planlı bakım ve ekipman kullanım bilgi düzeyine eğitim önkoşulları en yüksek sebeplerden bulunmuştur.

Şekil 9'da Genie programına girilen olasılık değerleriyle, programın oluşturduğu veriler gösterilmektedir.

Şekil 9. Örnek Bayes ağı düğümleri ve olasılık değerleri

Node properties: Düzensizlik				
General Definition Format User properties Value				
Tamamlanmamış İşler				
Dağınıklık				
	var	yok	var	yok
var	0.81	0.48	0.53	0.14
yok	0.19	0.52	0.47	0.86

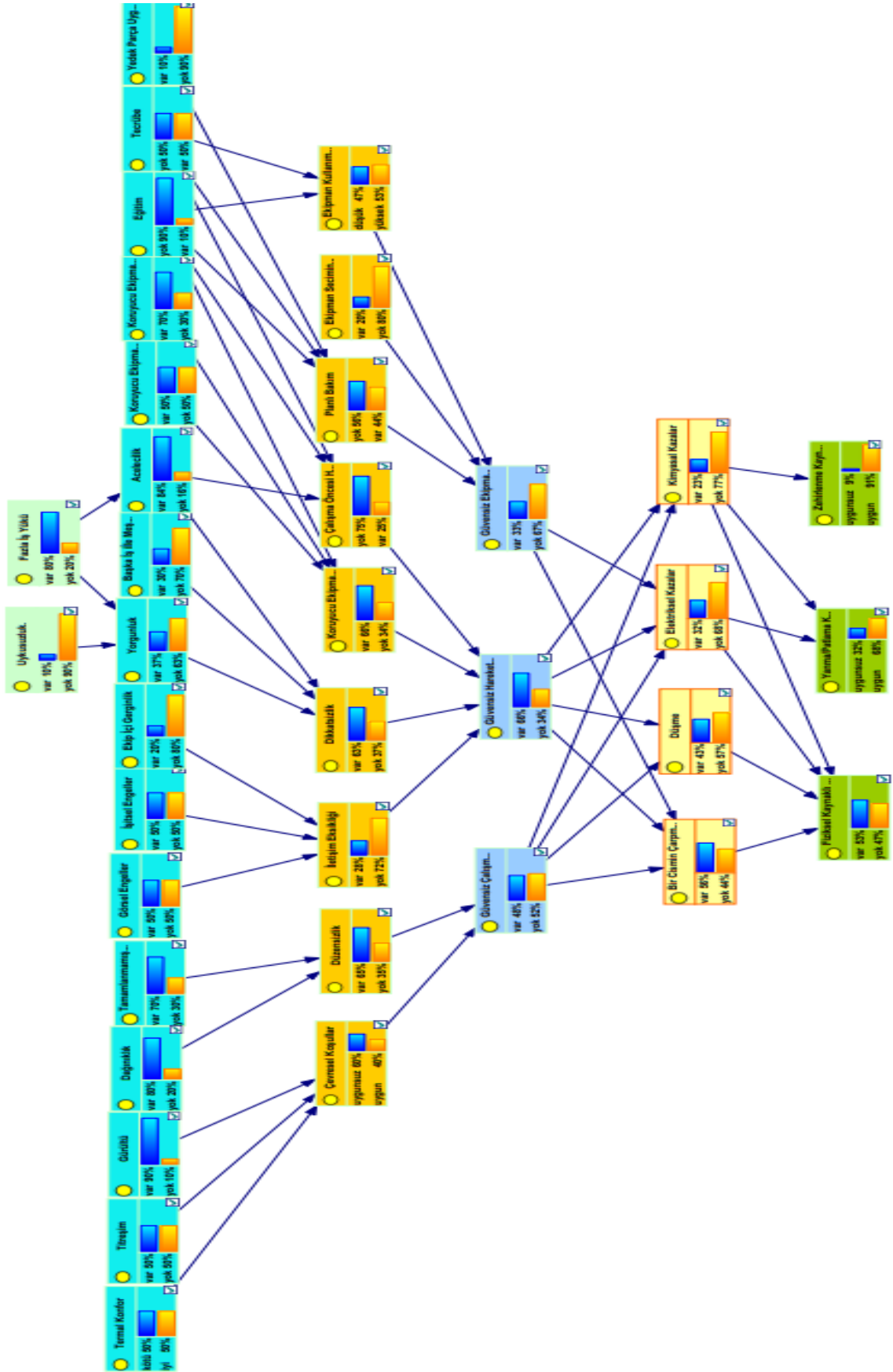


Genie programı düzensizlik düğümüne dağınıklık ve tamamlanmamış işlerin olasılık değerlerini denklem (14)' de gösterilen formülle hesaplayıp belirlemektedir. Bayes ağında tüm düğümlerin değerleri tek tek girilerek olasılık hesaplamaları yapılmıştır.

$$P(DÜ(Var)) = [(P(DÜ(Var)|DA(Var), Tİ(Var)) \times P(DA(Var)) \times P(Tİ(Var))] + [(P(DÜ(Var)|DA(Var), Tİ(Yok)) \times P(DA(Var)) \times P(Tİ(Yok))] + [(P(DÜ(Var)|DA(Yok), Tİ(Var)) \times P(DA(Yok)) \times P(Tİ(Var))] + [(P(DÜ(Var)|DA(Yok), Tİ(Yok)) \times P(DA(Yok)) \times P(Tİ(Yok))] \quad (14)$$

$$P(DÜ(Var)) = (0.81 \times 0.80 \times 0.70) + (0.53 \times 0.80 \times 0.30) + (0.48 \times 0.20 \times 0.70) + (0.14 \times 0.20 \times 0.30) = 0.66$$

$$P(DÜ(Yok)) = 1 - 0.66 = 0.34$$



Şekil 10. Sürmene Tersanelerindeki kazaların Bayes ağında oransal dağılımı

Tablo 23. Bayes ağı düğümlerinin olasılıkları

Düğüm Adı	Kısaltma	Olasılık (%)	Ebeveyn Düğümü	Çocuk Düğümü
Fiziksel Kaynaklı Kaza	FK	53	BCC-DÜ-EK-KK	-
Yanma/Patlama	YP	32	EK-KK	-
Zehirlenme	Z	9	KK	-
Bir Cismin çarpması	BCC	56	GCO-GH-GED	FK
Düşme	D	43	GCO-GH	FK
Elektriksel kaza	EK	32	GCO-GH-GED	FK-YP
Kimyasal kaza	KK	23	GCO-GH	FK-YP-KK
Güvensiz çalışma ortamı	GC	48	CK-DÜ	BCC-DÜ-EK-KK
Güvensiz hareket	GH	66	İE-Dİ-KEU-CÖHA	BCC-DÜ-EK-KK
Güvensiz ekipman/donanım	GED	33	PB-EKBD-ESH	BCC-EK
Çevresel koşullar	CK	60	TK-TİT-GÜ	GCO
Düzensizlik	DÜ	65	DA-TİT	GCO
İletişim Eksikliği	İE	28	GE-İE-EİG	GH
Dikkatsizlik	Dİ	63	Y-BİM-A	GH
Koruyucu Ekipman Uygunsuzluğu	KEU	66	KEE-KEKZ-E	GH
Çalışma öncesi hazırlık aşaması	CÖHA	75	A-E-TE	GH
Planlı bakım	PB	56	E-TE-YPÜ	GED
Ekipman kullanım bilgi düzeyi	EKBD	47	E-TE	GED
Ekipman seçiminde hata	ESH	20	-	GED
Termal konfor	TK	50	-	CK
Titreşim	TİT	50	-	CK
Gürültü	G	90	-	CK
Dağınıklık	DA	80	-	DÜ
Tamamlanmamış işler	Tİ	70	-	DÜ
Görsel engeller	GE	50	-	İE
İşitsel engeller	İE	50	-	İE
Ekip içi gerginlik	EİG	20	-	İE
Yorgunluk	Y	37	U-FİY	Dİ
Başka iş ile meşguliyet	BİM	30	-	Dİ
Acelecilik	A	84	-	Dİ
Koruyucu ekipman eksikliği	KEE	50	-	KEU
Koruyucu ekipman kullanım zorluğu	KEKZ	70	-	KEU
Eğitim	E	90	-	CÖHA-KEU-EKBD
Tecrübe	T	50	-	CÖHA-KEU-EKBD
Yedek parça uygunsuzluğu	YPÜ	10	-	PB
Uykusuzluk	U	10	-	Y
Fazla iş yükü	FİY	80	-	Y

3.2. Bayes Ağının Geçerliliği

Bayes ağı 3 ayrı aşamada aksiyon (aksiyon 1, aksiyon 2, aksiyon 3) testine alınabilmektedir. Bu ağın geçerliliği, yapılan tüm aksiyon testlerinin doğru çalışmasına bağlıdır.

Aksiyon 1; Kurulacak bayes ağının geçerliliği için öncelikle Aksiyon 1'in gerekliliklerini sağlayıp sağlamadığı test edilmiştir. Bu aksiyon için kaza düğümlerinin arka olasılıklarındaki değişimler gözlenmiştir (Uğurlu vd., 2020). Her kategorideki kazalar ile ilişkili ebeveyn düğümlerde meydana gelecek değişimin çocuk düğümleri ne derece etkilediği gözlemlenmiştir. Fiziksel kaynaklı kaza ebeveyn düğümleri bir cismin çarpması, düşme, elektriksel kazalar ve kimyasal kazalardır. Örneğin bir cismin çarpmasının uygunsuz olma durumunda fiziksel kaynaklı kaza olasılığı %53'den %71'e yükselmiştir. Eğer bir cismin çarpmasının uygun olma durumunda fiziksel kaynaklı kaza olasılığı %30'a düşmüştür. Benzer şekilde düşmenin gerçekleşme durumunda fiziksel kaynaklı kaza %71'e yükselirken gerçekleşmeme durumunda %40'a düştüğü görülmektedir. Ağın bütün düğümlerine bu test uygulanır. Tablo 24, 25, 26 da sırasıyla fiziksel kaynaklı kaza, yanma/patlama ve zehirlenme için yapılan test değerlerine ait verileri göstermekte olup, ebeveyn düğümlerde oluşan değişimin kaza olasılık yüzdelelerini aynı oranda etkilemiştir.

Tablo 24. Fiziksel kaynaklı kazalar test sonuçları

Durum	Bir Cismin Çarpması (Var) (%)	Fiziksel Kaynaklı Kazalar (Evet) (%)	Durum	Elektriksel Kazalar (Var) (%)	Fiziksel Kaynaklı Kazalar (Evet) (%)
Normal	56	53	Normal	32	53
En kötü	100	71	En kötü	100	68
En iyi	0	30	En iyi	0	46
Durum	Düşme (Var) (%)	Fiziksel Kaynaklı Kazalar (Evet) (%)	Durum	Kimyasal Kazalar (Var) (%)	Fiziksel Kaynaklı Kazalar (Evet) (%)
Normal	43	53	Normal	23	53
En kötü	100	71	En kötü	100	68
En iyi	0	40	En iyi	0	49

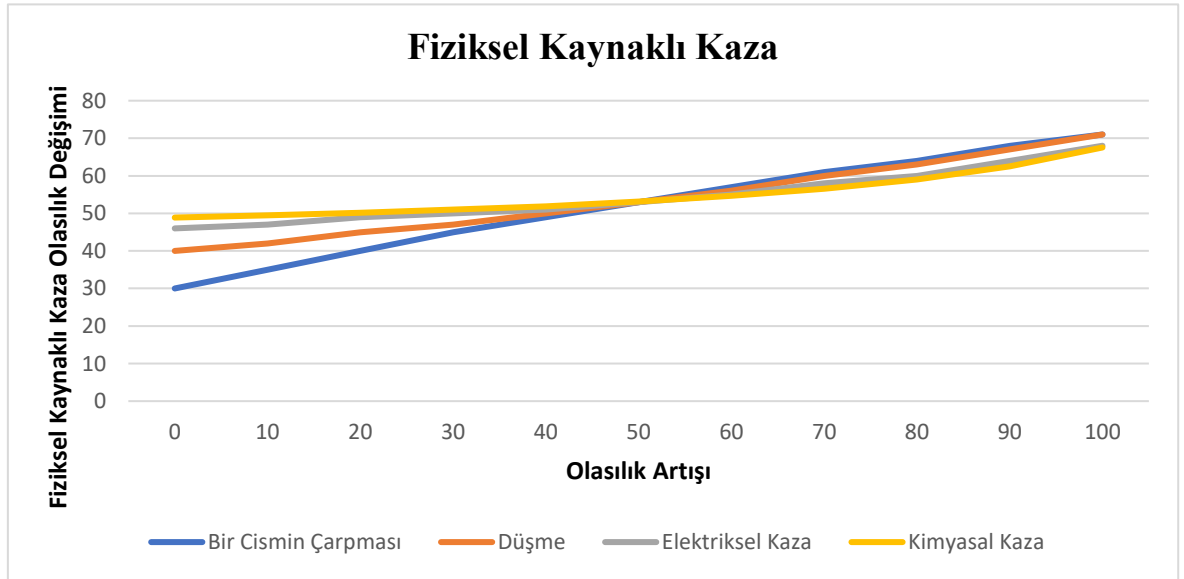
Tablo 25. Yanma/patlama kazaları test sonuçları

Durum	Elektriksel Kazalar (Var) (%)	Yanma/Patlama Kazaları (Evet) (%)	Durum	Kimyasal Kazalar (Var) (%)	Yanma/Patlama Kazaları (Evet) (%)
Normal	32	32	Normal	23	32
En kötü	100	50	En kötü	100	49
En iyi	0	24	En iyi	0	28

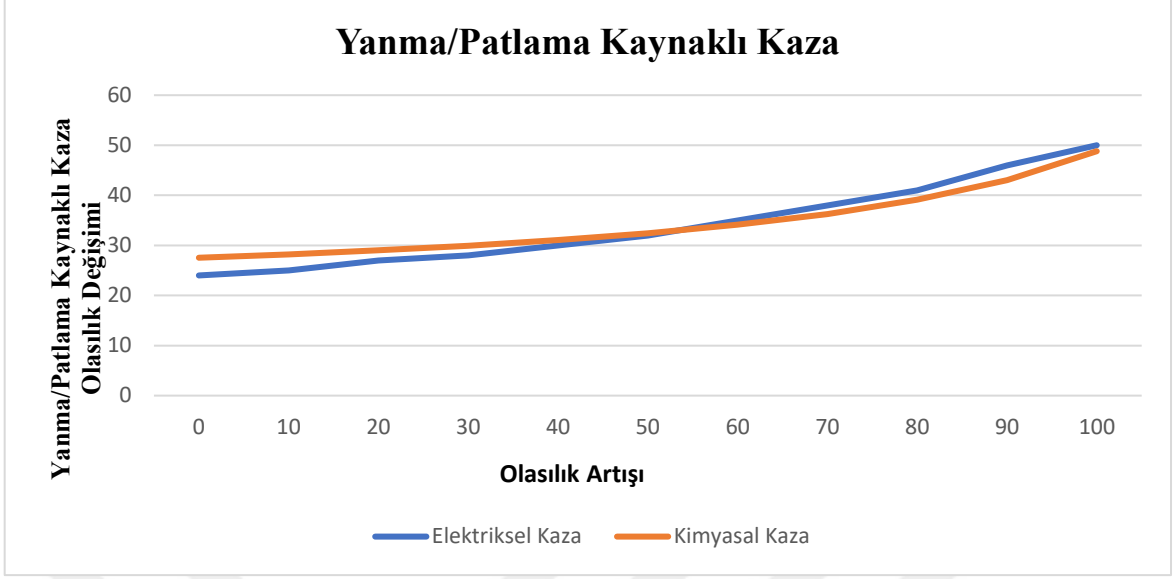
Tablo 26. Zehirlenme kazaları test sonuçları

Durum	Kimyasal Kazalar (Var) (%)	Zehirlenme Kazaları (Evet) (%)
Normal	23	9
En kötü	100	21
En iyi	0	5

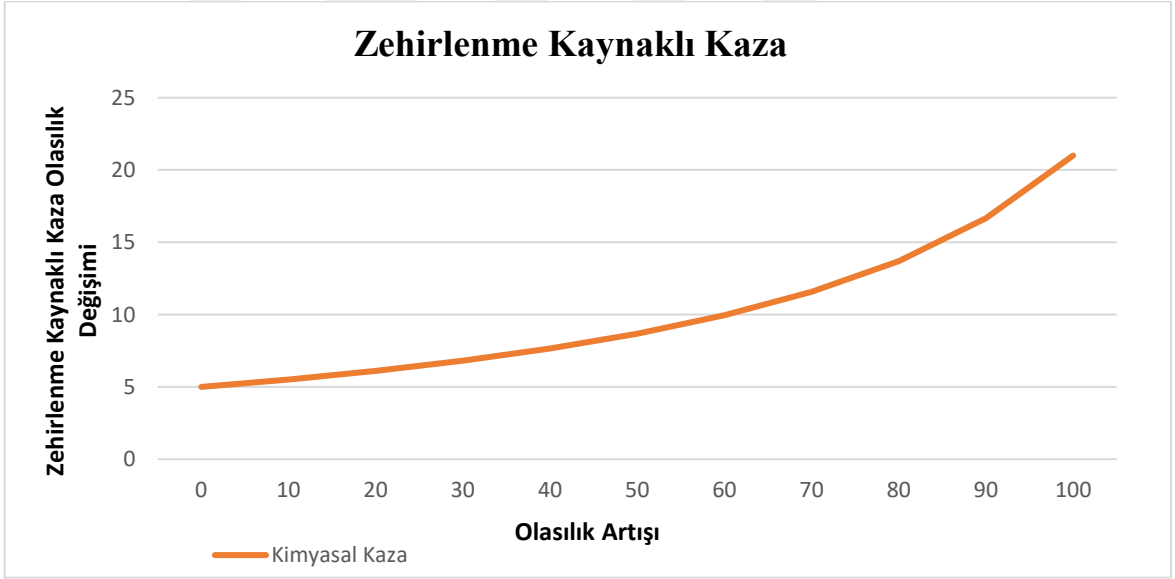
Aksiyon 2; herhangi bir kaza kategorisi ile bağlantılı ebeveyn düğümlerin olasılık değerlerinde meydana gelen kademeli değişimlerin her bir kaza olasılığındaki değişim ile kıyaslandığında, değerlerin ölçülü olmasının test edilmesidir. Şekil 11, 12, 13'te sırasıyla fiziksel kaynaklı kaza, yanma/patlama ve zehirlenme kaynaklı kazalara ait aksiyon 2 testi olasılık değişimlerini göstermektedir.



Şekil 11. Fiziksel kaynaklı kazaların olasılık değişimi



Şekil 12. Yanma/patlama kazalarına ait olasılık değişimi



Şekil 13. Zehirlenme kazalarının olasılık değişimi

Olasılık değişimleri (Şekil 11, 12, 13) incelendiğinde istatistik eğrilerinde aykırı bir değer çıkmaması aksiyon 2 testinin tamamlandığını göstermektedir.

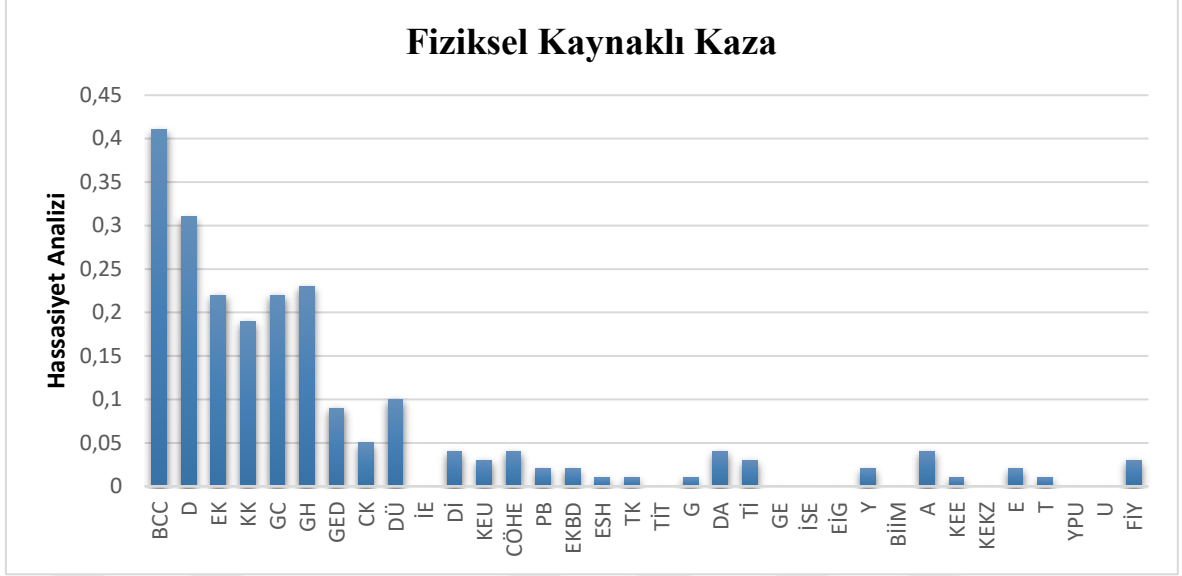
Aksiyon 3; olasılık değişkenlerinin birleşmesinden kaynaklı etkilerin ebeveyn düğümlerin kendi etkilerinden daha yüksek olması durumunun test edilmesidir. Fiziksel kaynaklı kaza düğümünün ön koşulları bir cismin çarpması, düşme, elektriksel kazalar ve kimyasal kazalardır. “Bir cismin çarpması=var”, “düşme=var”, “elektriksel kaza=var” ve

kimyasal kaza=var” ayrı ayrı ele alındığında “fiziksel kaynaklı kaza=evet” olasılık yüzdeleri sırasıyla %71, %71, %68, %68 olmaktadır. “Bir cismin çarpması=var”, “düşme=var”, “elektriksel kaza=var” ve kimyasal kaza=var” birlikte girildiğinde “fiziksel kaynaklı kaza=evet” olasılık değeri %96 sonucu çıkmaktadır. Sonuçlar aksiyon 3 testi için geçerli olduğunu göstermekte ve Bayes ağının diğer kısımlarında da uygulanmaya devam etmiştir.

3.3. Hassasiyet Analizi

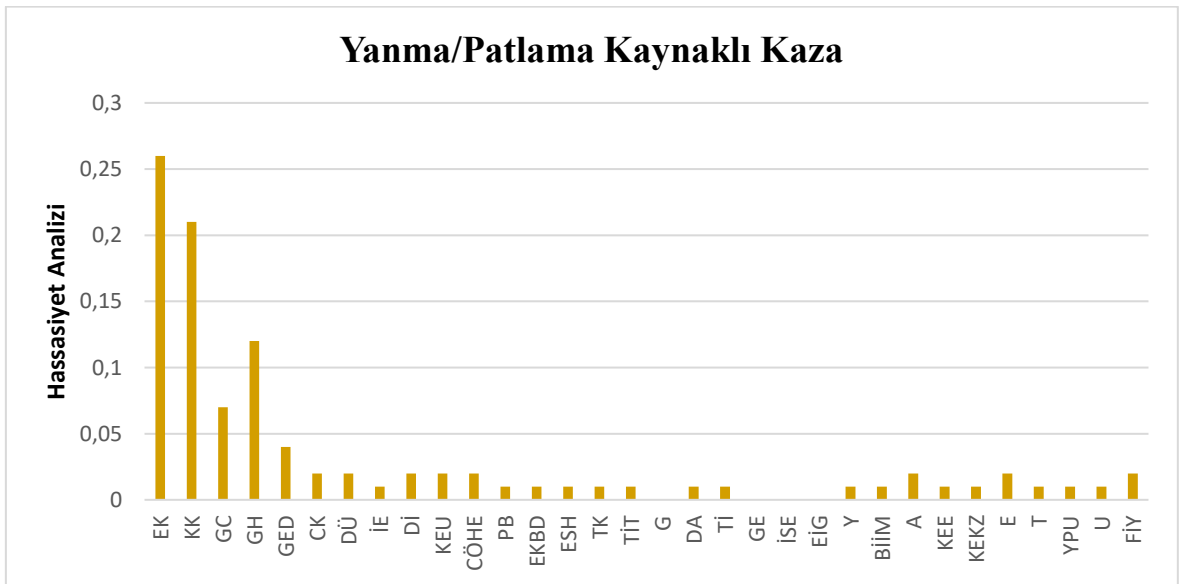
Hassasiyet analizi çıktıları sayesinde, kazaların ön koşullarının sonuç düğümlerde nasıl bir etki oluşturduğu belirlenebilmektedir (Pristrom vd., 2016). Bu çalışma için hazırlanan Bayes ağında elde edilen sonuç düğümleri fiziksel kaynaklı kaza, yanma/patlama ve zehirlenme olmaktadır. Aynı zamanda kurulan Bayes ağında toplam düğüm sayısı 37’dir. Hassasiyet analizi, düğümlerin önce %100, akabinde %0 yapılarak Bayes ağındaki sonuç düğümlerdeki olasılık değerlerindeki değişimi ile tanımlanmaktadır. Her bir sonuç düğümü için yapılan hassasiyet analizinin olasılık yüzdelerindeki değişimlere ait istatistikler Şekil 14-15-16’da gösterilmektedir.

Fiziksel kaynaklı kaza hassasiyet analizi (şekil 14) etki derecesine göre incelendiğinde bir cismin çarpması (%41), düşme (%31), elektriksel kazalar (%22) ve kimyasal kazalar (%19) olarak sıralanabilir. Kazaların meydana gelmesindeki ana sebep ve çevresel etmenler dışında kazaların ön koşullarının da büyük önem arz ettiği düşünülmektedir. Fiziksel kaynaklı kaza ön koşullarından; güvensiz hareket (%23), güvensiz çalışma (%22), güvensiz ekipman/ donanım (%9), düzensizlik (%10), dağınıklık (%4), tamamlanmamış iş (%3), dikkatsizlik (%4), koruyucu ekipman uygunsuzluğu (%3), çalışma öncesi hazırlık (%4), acelecilik (%4), yorgunluk (%2), eğitim (%2), koruyucu ekipman eksikliği (%1) etkiye sahiptir. Ekip içi gerginlik, görsel ve işitsel engeller, koruyucu ekipman kullanım zorluğu, başka iş ile meşguliyet, iletişim eksikliği, titreşim, yedek parça uygunsuzluğu ve uykusuzluk diğer düğümlere kıyasla en az etkiye sahiptir.



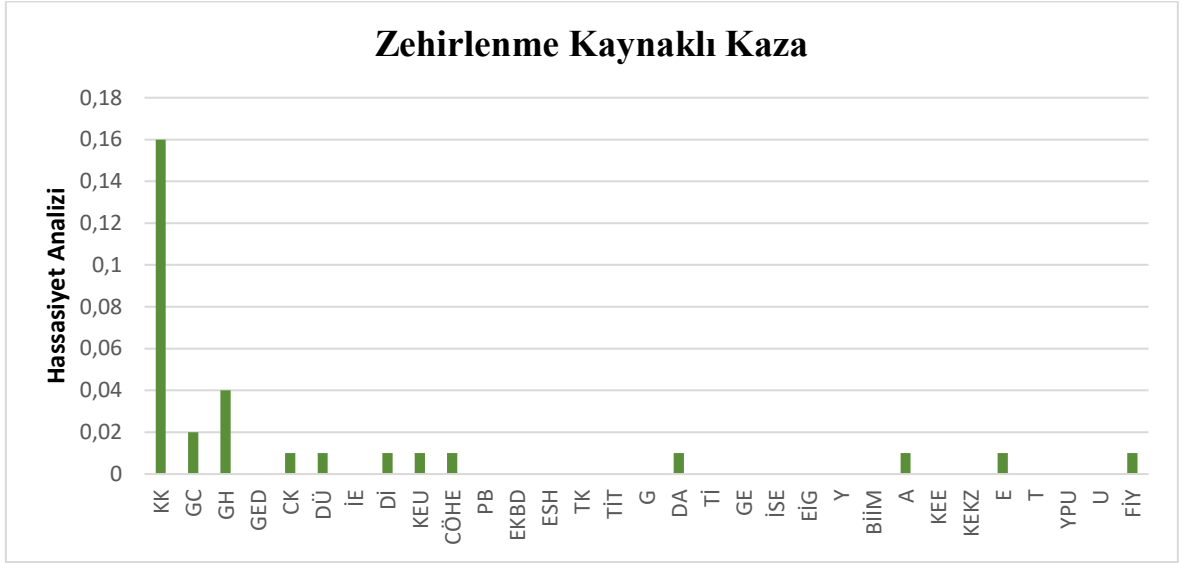
Şekil 14. Fiziksel kaynaklı kaza hassasiyet analizi

Yanma/patlama kaza, hassasiyet analizi (şekil 15) etki derecesine göre incelendiğinde elektriksel kaza (%26), kimyasal kaza (%21) olarak sıralanabilir. Yanma/patlama kaza ön koşullarından; güvensiz hareket (%12), güvensiz çalışma ortamı (%7), güvensiz ekipman/donanım (%4) koruyucu ekipman uygunsuzluğu (%2), dikkatsizlik (%2), çalışma öncesi hazırlık aşaması (%2), eğitim (%2), acelecilik (%2), çevresel koşullar (%2), düzensizlik (%2) ve fazla iş yükü (%2) olarak bulunmuştur. Gürültü, ekip içi gerginlik, görsel ve işitsel engeller en az etkiye sahip ön koşullardır.



Şekil 15. Yanma/patlama hassasiyet analizi

Zehirlenme kaynaklı kaza hassasiyet analizi (Şekil 16) etki derecesine göre incelendiğinde kimyasal kaza (%16) olarak bulunmuştur. Zehirlenme kaynaklı kaza ön koşullarından; güvensiz hareket (%4), güvensiz çalışma ortamı (%2) etkiye sahiptir. Ön koşullardan; iletişim eksikliği, planlı bakım, titreşim, gürültü, tecrübe ve uykusuzluk eşit derecede en az etkiye sahiptirler.



Şekil 16. Zehirlenme hassasiyet analizi

4. TARTIŞMA VE İRDELEME

Yapılan çalışmada Sürmene tersanelerinde meydana gelen iş kazalarının nedensel faktörleri Bayes ağıyla incelenmiştir. İş kazaları fiziksel kaynaklı kazalar, yanma/patlama kaynaklı kazalar ve zehirlenme kaynaklı kazalar olmak üzere üç sonuç düğümü şeklinde oluşturulmuştur. Erbay (1994) çalışmalarında da tersanede yaşanan iş kazalarını benzer şekilde fiziksel (kişisel kusurlar) kazalar, yanma ve patlama kaynaklı kazalar ve zehirlenme olarak kategorize ederek incelemiştir. Yapılan çalışmada Bayes ağına göre olasılık değerleri fiziksel kaynaklı kazalar için %53, yanma/patlama kaynaklı kazalar için %32 ve zehirlenme kaynaklı kazalar için %9 olarak bulunmuştur.

Fiziksel kaynaklı kazalar hassasiyet analizi etki derecesine göre incelendiğinde, bir cismin çarpması (%41), düşme (%31), elektriksel kazalar (%22) ve kimyasal kazalar (%19) olarak bulunmuştur. Tersanelerde en sık gözlemlenen kazalardan biri, bir cismin çarpmasıdır. Özkök (2012) çalışmasında, kaza istatistiklerini değerlendirmiş ve taşlama kaynaklı kazaların en sık görülen kaza tipi olduğu görülmüş, bu kazalarında %92 ise taşlama esnasında göze çapak çarpmasından kaynaklıdır. Baginsky (1976) Kaliforniya tersanelerinde yaptığı çalışmada 1970-1971 yılları arası yaşanan 1466 uzuv kaybına sebep olan iş kazalarının %75'ini bir cismin çarpması, düşme ve aşırı zorlanmadan oluştuğu ve bu kazalardan en fazla bir cismin çarpması kaynaklı olduğu bildirilmiştir. Tezdoğan ve Taylan (2009) yaptıkları çalışmada tersanelerde en çok görülen iş kazasının yapılan çalışmaya benzer şekilde %34 ile bir cismin çarpması olduğu bulunmuştur. Ancak Tuzla tersaneler bölgesinde yapılan bir çalışmada 2000-2008 yılları arasında meydana gelen ölümlü iş kazalarının %32'si yüksekten düşme; %18'i elektrik çarpması; %17'si malzeme çarpması/düşmesi; %13'ü sıkışma ve %10'u ise patlama nedeniyle oluştuğu görülmüştür (DDK, 2008). Nitekim yapılan uzman grubu görüşmeleri sonucu Sürmene tersanelerinin eski konumlandığı bölgede yüksekten düşme kazalarının daha sık yaşandığı vurgulanmıştır. Ancak bu çalışmada bir cismin çarpması kaza olasılığının, düşme kaza olasılığından daha fazla çıkmasının nedeni olarak yeni tersane bölgesinde portal veya raylı yüksek vinçlerin kullanılması, daha profesyonel ve düzenli bir çalışma alanının oluşturulmasıyla bu tür düşme kazalarında azalma görüldüğü düşünülmektedir. Elektriksel kazalar ve kimyasal kazalar, yanma ve patlama kaynaklı kazalar ile fiziksel kaynaklı kazaların ortak ebeveynidir. Bu ebeveyn düğümler, hassasiyet analizlerine göre kıyaslandığında; yanma ve patlama kaynaklı kazalarda daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Tersanelerin doğası gereği LPG, LNG, oksijen, hidrojen, asetilen ve boya gibi maddeler yangınlara neden olabilmektedir. Kapalı alanlarda uygun havalandırma olmadığında gaz birikmesi nedeniyle patlama meydana gelmektedir. Tanklara giriş sırasında havalandırılması gerekmektedir (Barlas,2011). Adalı (2010) yaptığı çalışmada, oksijen ve asetilen kaynaklarında gaz hortumlarında yırtık oluşması, gaz kaçırmaya ve yanma/patlama kaynaklı kazalara sebep olduğu bildirmiştir. Büyük ölçekli tersanelerde gemi inşa süreci bloklar halinde yapılmaktadır ve daha sonra montajı sağlanmaktadır. Ancak balıkçı gemileri üreten küçük ölçekli tersanelerde ise tek bir omurga üzerinde inşa aşamaları tamamlanmaktadır. Bu durumlar, yanma ve patlama kaynaklı kazalar için ön görülemeyen riskler teşkil etmektedir. Kapalı mahalde boyama işlemi sırasında mahal dışındaki yapılan kaynak işlemi boyanın yanması sonucu bu tür kazalara örnek olarak gösterilebilir.

Kazaları meydana getiren nedenlerdeki karmaşıklığın aydınlatılması için herkesçe tahmin edilebilen ana faktörlere odaklanmaktansa, kazaların meydana gelmesine sebep ön koşullar göz ardı edilmemelidir. Çalışmada uygulanan fiziksel kaynaklı kaza hassasiyet analiz sonuçlarına göre bir cismin çarpmasının ön koşullarına, güvensiz hareket (%23), güvensiz çalışma ortamı (%22) etki oluşturmaktadır. Yanma/patlama kaza hassasiyet analizinde güvensiz hareket (%12), güvensiz çalışma ortamı (%7) olarak bulunmuştur. Her iki kaza sonuç düğümü içinde önkoşullardan olan güvensiz hareket ve güvensiz çalışma ortamı en önemli düğümler olarak tespit edilmiştir. Tiryaki (2011) yaptığı çalışmada iş kazalarının sebeplerinden olan güvensiz hareketin çalışanlar tarafından farkındalığını incelemiş ve güvensiz hareketin iş kazalarına yüksek derecede etkili olduğunu bildirmiştir. Yapılan çalışmada güvensiz hareketlere, fiziksel kaynaklı kaza için hassasiyet analiz sonuçlarına göre, koruyucu ekipman uygunsuzluğu (%3) ve dikkatsizlik (%4); yanma ve patlama kazaları için koruyucu ekipman uygunsuzluğu (%2), dikkatsizlik (%2) olarak bulunmuştur. Bazı durumlarda risk kaynağının tam anlamıyla kontrol edilemeyebilir. Böyle durumlarda kişisel koruyucu ekipman kullanımı gerekmektedir. Eatchel ve Woulf (2008) yaptıkları araştırmada kişisel koruyucu ekipmanların “10 ihmal edilmiş iş güvenliği endişesi” arasında yer aldığını ve gerekli önemin henüz verilmediği bildirmişlerdir. Benzer olarak ülkemizde meydana gelen iş kazalarında en çok hasar alan uzuvlar ayak (%34), el (%15), kafa (%15) ve göz (%8) olarak sıralanmaktadır ve bu kazaların büyük bir çoğunluğunun gerekli KKD kullanımı ile engellenebilecek veya şiddeti azaltılabilecek olduğu düşünülmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda meydana gelen kazaların %23,8’i KKD’nin kullanımı eksikliğinden kaynaklandığı görülmektedir (Kale ve Eskişar, 2021).

Literatürdeki birçok çalışmada koruyucu ekipmanların eksikliği ve kullanım zorluğu üzerine odaklanılmaktadır. Doğru kullanımı ve kullanım amacının özümsemesi açısından eğitimlerin yapılması ve etkisinin değerlendirildiği çalışmalar sınırlıdır. Nitekim Bayes ağında koruyucu ekipman uygunsuzluğu; koruyucu ekipman eksikliği, koruyucu ekipman kullanım zorluğu ve eğitim olarak değerlendirilmiştir. Eğitimin (%2) ile diğer düğümlere kıyasla en fazla etkiye sahip olduğu bulunmuştur. İş kazalarının sürekli oluşmasını azaltmaya yönelik, 6331 sayılı İş Güvenliği Kanunu çalışma alanlarında var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, risk değerlendirilmesinin yapılması, iş güvenliği tedbirlerinin alınmasını zorunlu kılmaktadır. Bu tedbirlerden koruyucu ekipmanlarının varlığı üzerine yoğunlaşılmasına rağmen kullanımında halen devam eden bir eksiklik bulunmaktadır. Buradaki en büyük sorun; koruyucu ekipman kullanımının bir kültür olarak benimsenmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu kültür, tersane bünyesinde uzman kişiler tarafından yapılan eğitimler ile sağlanabilir. Baret kullanmanın cezai kaygılardan veya işsiz kalma korkusundan değil, hayat kurtarır mantığıyla kullanılması için verilebilecek bir iş güvenliği eğitimi başarıya ulaştıracaktır. Kale ve Eskişar (2021) koruyucu ekipman kullanımına yönelik çalışanlara uygulamalı eğitim verilmesinin en uygun eğitim yöntemi olarak önermişlerdir. Fiziksel kaynaklı ve yanma/patlama kaynaklı kaza hassasiyet analiz sonuçlarına göre koruyucu ekipman uygunsuzluğundan sonra en fazla dikkatsizlikten kaynaklandığı bulunmuştur. Çalışanlara ait Benton testi skorları değerlendirilmesi yapıldığında, büyük bir kısmının (%91,5) dikkati düşük olduğu görülmüştür (Aybek vd.,2003). Çalışmada dikkatsizlik en fazla yorgunluk nedeniyle oluşmaktadır. Tiryaki (2011), çalışmasında “güvensiz hareketler (dikkatsizlik, eğitimsizlik, yorgunluk vb.) iş kazalarına sebep olmaktadır” sorusuna tersane çalışanlarının büyük bir çoğunluğu “katılıyorum” cevabını vermiştir. TÜİK (2011) verilerine göre iş kazası en fazla işin yapıldığı son saatlerde meydana gelmektedir. Dikkatsizliğin ve yorgunluğun fazla hissedildiği saatlerde iş kazalarının fazla olması, bu durumların kazalara etkisini göstermektedir. TMMOB (2008), hazırlamış olduğu raporda gemi inşa ve tamirat işlerinin ağır ve iş güvenliği açısından riskli bir iş olduğunu, bu sebeple yüksek dikkat gerektirdiğini belirtmiştir. Tersanelerde çalışanların günde 7.5, haftada 37.5 saat üstünde çalışmamaları gerekmektedir. Ancak, 2004 yılında yayınlanan 25494 sayılı Resmi Gazete’de “Ağır ve Tehlikeli İşler Yönetmeliği” kapsamında hazırlanan çalışma saatlerine tersanelerde uyulmadığı tespit edilmiştir. Çalışma saatlerine uyulmaması çalışana fazla iş yüküne, fazla iş yükü de yorgunluğa sebep olmaktadır. Nitekim çalışmada da yorgunluğa en fazla yoğun

iş yükünün neden olduğu bulunmuştur. Çalışma ve dinlenme saatlerinin gözetim ve takibini kolaylaştırmak amacıyla ulusal ve uluslararası kurallara göre düzenlenmiş, çalışma saatleri takip çizelgesinin hazırlanıp tersanelerde uygulanmasına ihtiyaç vardır.

Fiziksel kaynaklı ve yanma/patlama kazalarının hassasiyet analizinde güvensiz hareketten sonra en fazla güvensiz çalışma ortamının neden olduğu bulunmuştur. Cascio (1995) yaptığı çalışmada iş kazalarına güvensiz hareketler ve güvensiz çalışma ortamının sebep olduğunu, güvensiz çalışma ortamını da fiziksel ve çevresel koşullar olarak iki kısma ayırdığı görülmektedir. Menteşe vd. (2017) yaptıkları çalışmada iş kazalarını güvensiz davranışlar ve güvensiz koşullar olarak iki temel neden altında incelemiştir. Tersanelerde genel olarak açık alanlarda çalışılmaktadır. Açık alanda çalışma, çalışanların hava şartlarından olumsuz etkilenmesine sebep olmaktadır (TBMM, 2008). Adalı (2010) yaptığı çalışmada, tersane şartlarında çalışanları sıcaklık, hava durumu, titreşim, gürültü gibi çevresel koşullar etkilemektedir. Çalışmada Sürmene tersanelerinin yeni yerleşkesine geçişinden sonraki süreç değerlendirildiğinde, çevresel koşullar etki derecesi önemsenmeyecek kadar az olduğu bulunmuştur. Bu durum Sürmene tersanelerinin yeni yerleşkesine taşınmasıyla balıkçı gemilerinin yapılabileceği kapalı alanlar inşa edilerek hava şartlarından etkilenme oranının azaldığı düşünülmektedir. Güvensiz çalışma ortamına en fazla etkiye sahip olan düğüm düzensizliktir. Düzensizlik önkoşulları; dağınıklık ve tamamlanmamış işler olarak bulunmuştur. Sürmene bölgesinde bulunan tersanelerin eski yerleşimi oldukça sıkışık olması ve gemi inşaatı aşamasında çalışma alanlarında sürekli olarak bir malzeme akışı gerçekleşmesi ve yeterli depolama alanlarının olmaması nedeniyle çalışma alanında bir kargaşaya neden olabilmekteydi. Gemi inşa sürecinin veya bakım onarımın yoğun olduğu yaz dönemlerinde bu durum ciddi bir dağınıklık oluşturmaktaydı. Çalışma ortamında dar alanlar, güvenli çalışma koşullarını kısıtladığı için, kaza riskini arttırmaktadır. Yeni yerleşkesine geçiş ile birlikte çalışma alanlarının genişlemesi, kapalı depolama alanları ile yer tahsis edilmiş olsa da yapılan çalışma da dağınıklık ciddiye alınması gereken bir faktör olarak bulunmuştur. Tiryaki (2011) iş kazalarının oluşmasına sebep faktörlerden birinin de çalışma ortamının düzensizliği olduğunu ve yapmış olduğu ankette tersane çalışanlarının “En çok çalışma ortamının düzensiz olması iş kazalarına yol açmaktadır” ifadesine çoğunluğu “katılıyorum” cevabını vermiştir. Düzensizliğe dağınıklıktan sonra neden olan bir diğer ciddiye alınması gereken düğüm tamamlanmamış işlerin olduğu görülmektedir. Gerekli emniyet tedbirleri alınmadan çalışma alanının terk edilmesi ve tehlikenin farkında olmadığı bir başka çalışana ciddi bir risk teşkil etmektedir.

Gemi inşasında özellikle kapatılmamış menhol kapakları, bağlantıları tamamlanmamış elektrik kabloları, montajı yarım bırakılmış işler kazalara sebep olmaktadır.

Güvensiz ekipman/donanım uygunsuzluğu, güvensiz davranış ve güvensiz çalışma ortamına kıyasla en düşük düğüm olarak bulunsada; etki derecesinin (fiziksel kaza için %9, yanma/patlama için %4) çok düşük olmamasından kaynaklı dikkate alınması gereken bir başka nedensel faktör olduğu düşünülebilir. Güvensiz ekipman ve donanım uygunsuzluğu en fazla planlı bakımın yapılmaması ve ekipmanın kullanan kişinin yeterli bilgi düzeyinin olmamasından kaynaklı olduğu bulunmuştur. Sürmene tersaneler bölgesinde maliyetinin daha düşük olması nedeniyle arıza bakım yöntemi uygulanmaktadır. Arıza bakım; arıza olduğunda tamir et mantığıyla bakım süreci yürütüldüğünden, arıza esnasında bir kazaya neden olması büyük bir risk teşkil etmektedir. Ekipman kullanım bilgi düzeyinin yetersiz olması; çalışan personelin eğitim durumunun düşük olması ve çalışanların büyük bir çoğunluğunun tecrübeye dayalı olarak meslek edinmesinden kaynaklıdır. Kaza nedenleri incelendiğinde eğitim seviyesindeki azalma tehlikeli davranışlarda bulunmada artmaya sebebiyet vermektedir (Yavuz, 2015). Öküzücü (2022) yaptığı çalışmada, kaza yaşayan çalışanların eğitim durumlarına göre incelendiğinde ilkokul mezunlarının %45 oranında, ortaokul %40 oranında, lise %10, üniversite %5 oranında iş kazaların olduğu görülmüş ve eğitim seviyesinin yükseldikçe kaza oranlarının azaldığı vurgulanmıştır. Gemi inşa sanayi, birçok yan sanayi dalını kapsayan ve ağır işleri barındıran bir mesleki yelpazeye sahiptir. Tersanelerde yürütülen işlerde çalışanların mesleki dağılımına bakıldığında en fazla kaynakçı, montajcı, raspacı, boyacı gibi vasıflı işçilerden olduğu görülmektedir. Profesyonellik gerektiren işlerin tümü usta ve çırak mantığı ile yürütülmektedir. Tersanelerde çalışan personellerin birden fazla işte çalıştırılması sıradan bir uygulama olarak görülmektedir. Ancak tersanede yapılan işlerde personellerin kendi mesleği üzerine çalışmasıyla daha profesyonel ve sistemli bir çalışma yönteminin sağlanabileceği öngörülebilir. Lakin son dönemlerde yaşanan krizler, ekstra işgücü gerekmesi ve ‘işe göre işçi’ anlayışı değil de “işçiye göre iş” yaklaşımı, ekipmanların kullanım bilgi düzeyini yetersiz kılmakta ve güvensiz ekipmanların uygunsuzluklarının yaygınlaşmasına sebep olmaktadır (İlhan ve Yılmaz, 2018).

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmada Sürmene tersane yerleşkesinde meydana gelen iş kazalarının nedensel faktörleri Bayes ağı ile incelenmiştir. Uzman grubu olarak akademisyenler, tersane sahipleri, tersane de aktif olarak çalışan gemi inşaat mühendisleri ve iş güvenliği uzmanları dahil edilerek Sürmene tersanesinde yaşanan iş kazalarının değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu tür çalışmalarda sektör paydaşlarının çalışmaya dahil edilmesi çıktıların benimsenmesi ve kazaların gizli kalmış yönlerinin açığa çıkartılmasında önemli olduğu düşünülmektedir.

Sürmene tersane bölgesinde yeni yerleşkesine geçişle daha profesyonel bir gemi inşa süreci başlamış ve kazaların azaltılmasında da etkili olmuştur. Ancak kazalara daha etkin önlemlerin alınması açısından, ISM, ISO, OHSAS gibi kalite yönetim sistemlerinin uygulamaya geçilmesine ihtiyaç vardır. Böylelikle, çalışmada da bulunan iş kazalarının kritik nedensel faktörler, risk değerlendirmesi, eğitim, çalışma saatleri, bakım-onarım, riskli işler öncesi alınan izinler, çalıştırma ve kullanım kılavuzları ile ilgili gerekli prosedür ve talimatların oluşturulmasıyla tersaneler ulusal ve uluslararası bir standarda kavuşabilecektir. Ancak iş yerinde tam anlamıyla kazaların önlenmesi öncelikle güvenlik kültürünün çalışanların her kademesinde oluşturulmasına bağlıdır. Yapılmama durumunda, yasalar ve iş sağlığı ve güvenliği mevzuatları ve kalite yönetim sistemleri, kayıt altına alınmış dökümantasyon olarak kalmaktan başka bir amaca hizmet etmeyecektir. Güvenlik farkındalığının oluşturulması amacıyla, tekrarlanan eğitimlerin düzenlendiği, çalışanların sürece dahil edilip kişisel sorumlulukların verildiği, işyerine aidiyet bilincinin geliştirildiği, motivasyon unsurlarının etkin kullanıldığı bir süreç özümsemişi gerekmektedir.

Tersanelerde 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kapsamında çalışan sayısı 0-50 aralığında olması durumunda iş sağlığı ve güvenliği konusunda dışarıdan hizmet alınması; çalışan sayısının 50'den fazla olması durumunda iş yeri bünyesinde iş sağlığı ve güvenliği uzmanı bulundurma zorunluluğu getirmiştir. Ancak iş güvenliği uzmanlarının maaş ödemeleri tersane sahibi tarafından yapılmaktadır. Bu durum alınacak önlemler ve kontrollerin taraflı bir bakış açısı ile yapılmasına neden olabilmektedir. Gemi inşa sektöründe görev yapacak iş güvenliği uzmanlarının maaş ödemeleri, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı kontrolünde bir maaş havuz sistemi oluşturulma ihtiyacı bulunmaktadır. Böylelikle işverene karşı bağımlılık ortadan kaldırılacak, iş kazaların önlenmesinde daha etkin çözümler üretilebilecektir.

Balıkçı gemileri üreten küçük ölçekli tersanelerde tek bir omurga üzerinde inşa aşamalarının tamamlanması nedeniyle montaj, kaynak, raspa vb. gibi işlerin birlikte yürütüldüğü durumlar olabilmektedir. Gerekli emniyet tedbirleri alınmadan çalışmaya başlanması veya çalışma alanının terk edilmesi, tehlikenin farkında olmadığı bir başka çalışana ciddi bir risk teşkil etmektedir. Görev ve iş dağılımlarında işe uygun personel seçiminin yapılması, yapılan işin risk durumunun işe başlamadan değerlendirilmesi ve planlanması bu tür kaza risklerini azaltacaktır. Aynı zamanda geleneksel yöntemlerin aksine tersane yerleşkesinin atölye alanlarının daha verimli kullanıldığı, geminin bloklar halinde üretilip kızakta montajının yapıldığı modern gemi inşa sürecine geçişe ihtiyaç vardır. Böylelikle gemi kızakta iken farklı iş kollarının bir arada çalışması engellenebildiğinden kazaların azaltılmasında etkili olacaktır. Seri üretim yapılmasına imkan sağlaması nedeniyle de üretim maliyetlerinin azaltılmasına katkı sağlayacaktır. Ancak modern teknoloji gerektirmesi, kurulum maliyetleri nedeniyle yeni yatırımların yapılmasına ihtiyaç vardır.

Tersane yerleşkesinde alınan önlemlerin eksikliği veya uygunsuzluğu durumunda yaşanabilecek bir iş kazasının şiddetini azaltılmasında koruyucu ekipmanlar önemli bir görev üstlenmektedir. Tersane çalışma şartlarına uygun ekipmanların bulunmasına rağmen kullanımındaki eksiklik çalışmada en fazla eğitim ile ilgili olduğu bulunmuştur. Eğitim içeriğinin, sıklığının ve etkinliğinin değerlendirilerek planlanan eğitimlerin uygulamalı olarak hayata geçirilmesi koruyucu ekipmanların kullanım farkındalığının artırılmasında ve içselleştirilmesinde faydalı olacaktır.

Gemi inşa sanayi ile alakalı güncel olarak yeterli istatistiksel çalışma ve bilgiler bulunmamaktadır. Detaylı olarak yapılan çalışmalar 2008 yılından sonra azalmıştır. İstatistiksel çalışmaların arttırılması, yapılacak olan çalışmalara fayda sağlayacaktır.

Çalışma, ayrıntılı kaza raporlarının elde edilmesi durumunda bu veriler ışığında tekrarlanabilir. Kaza raporlarının elde edilememe veya yetersiz olma durumunda, tersane çalışanları ile yapılan yüz yüze görüşmeler ışığında yaşanmış ancak raporlanmamış kaza verileri elde edilerek de yeniden değerlendirilebilir. Nitekim Bayes ağının güncellenebilir olması bu durumu da imkan sağlamaktadır.

6.KAYNAKÇA

- Acuner, Ö. ve Çebi, S., 2016. An Effective Risk-Preventive Model Proposal for Occupational Accidents at Shipyards, Brodogradnja, 67, 67-84.
- Adalı, P., 2010. Tersanelerde Ekipmanlara Bağlı Kaza Olasılıklarının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Akar, M., ve Gündoğdu, S., 2014. The Usage of Bayes Theory in Fisheries Sciences, Journal of Fisheries Sciences, 8, 1, 8-16.
- Akbulut, T., 1996. İşçi Sağlığı Prensip ve Uygulamaları, 34, Sistem Yayıncılık, İstanbul.
- Akıllı, A., ve Atıl, H., 2014. Süt Sığırcılığında Yapay Zekâ Teknolojisi: Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağları, Hayvansal Üretim, 55, 1, 39-45.
- Akhtar, M. J. ve Utne, I. B., 2014. Human Fatigue's Effect on the Risk of Maritime Groundings - A Bayesian Network Modeling Approach, Safety Science, 62, 427-440.
- Akyıldız, H. ve Barlas, B., 2015. Tersanelerde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönünden Risk Analizi Yöntemleri (Rapor no. DEN 2015/02), İstanbul Teknik Üniversitesi Gemi ve Deniz Teknolojisi Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Akyol, Y. ve Ökmen, M. A., 2014. İnşaat Şantiyelerinde İş Güvenliği ve İşçi Sağlığı Uygulamaları, Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi, 8, 26-41.
- Aybek, A., Güvercin, Ö. ve Hurşitoğlu, Ç., 2003. Teknik Personelin İş Kazaları Nedenleri ve Önlenmesine Yönelik Görüşlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 95-96.
- Aydın, B., 2021. Gemi Elektronik Seyir Yardımcı Sistemlerine Yönelik Siber Saldırı Riskinin Bayes Ağı Metodu ile Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Baginsky, E., 1976. Occupational Illness and Accidents Reported from California Shipyards, Occupational Health Section, California State Department of Health, 271-279.
- Barlas, B., 2011. Gemi İnşaatı Sanayinde İş Kazaları ve En Aza İndirmek İçin Alınması Gereken Tedbirler, TMMOB Gemi Mühendisleri Odası, İstanbul.
- Bayram, H., Uğur, A.F. ve Danışman, K., 2002. FPGA (Field Programmable Gate Array) Tabanlı Bulanık Kontrolör Tasarımı ve Bir Uygulama, ELECO.
- Baksh, A., Abbassi, R., Garaniya, V. & Khan, F., 2018. Marine transportation risk assessment using Bayesian Networks: Application to arctic waters. Ocean Engineering, 159, 422-436.

- Berk, M., Önal, B. ve Güven, R., 2011. Meslek Hastalıkları Rehberi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Mates Basımevi, Ankara.
- Blot, W. J., Morris, L. E., Stroube, R., Tagnon, I. and Fraumeni, J. F., 1980. Lung and Laryngeal Cancers in Relation to Shipyard Employment in Coastal Virginia, Journal of the National Cancer Institute, 65, 3, 571-575.
- Bozkurt, E., 2019. İş Kazalarının Sınıflandırılması, İş Kazaları ve İSG'de Temel Önlemler, Atatürk Üniversitesi Açıköğretim Fakülte Kitabevi, Erzurum.
- Cai, B., Liu, Y., Zhang, Y., Fan, Q., Liu, Z., and Tian, X., 2013. A Dynamic Bayesian Networks Modeling of Human Factors on Offshore Blowouts, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 26, 4, 639-649.
- Cankurt, M., 2007. İş Yeri Çalışma Sistemi ve İş Yeri Fiziksel Faktörlerin İş Kazaları Üzerindeki Etkileri, TUHİS İş Hukuku ve İktisat Dergisi, 6, 20.
- Cascio, W. F., 1995. Managing Human Resources, The Business School University of Colorado Denver, McGraw-Hill Irwin, Denver.
- ÇSGB, 2021. Çalışma Hayatı İstatistikleri Kitabı, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Ankara.
- Costa, B., Jacinto, C., Teixeira, A.P. and Guedes Soares, C., 2018. Progress in Maritime Technology and Engineering, CRC Press, Lisbon.
- Danielsen, T. E., Langard, S. and Andersen, A., 1996. Incidence of Cancer Among Norwegian Boiler Welders, Occupational and Environmental Medicine, 53, 4, 231-234.
- DDK, 2008. Tersanecilik Sektörü ile İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Tuzla Tersaneler Bölgesinin İncelenmesi ve Değerlendirilmesi Hakkındaki Araştırma ve İnceleme Raporu, Devlet Denetleme Kurulu, Ankara.
- Demirel, S. ve Bodur, S., 2004. Application of Bayes Theorem In Genetic Counseling, Erciyes Medical Journal, 26, 2, 81-85.
- DTO, 2008. 2007 Sektör Raporu, Deniz Ticaret Odası, İstanbul.
- DTO, 2022. Denizcilik Sektör Raporu, Deniz Ticaret Odası, İstanbul.
- Dündar, C., 2013. Gemi İnşa Sanayinde, Kaynak Teknolojilerindeki Yenilikler, Gemi İnşa Sanayi ve Yan Sanayisi Dergisi, 31, 26-30.
- Eatchel, T. and Woulf, T., 2008. 10 Neglected Construction Safety Concerns, Industrial Safety and Hygiene News.

- Ekici, O., 2005. Bayesyen Regresyon ve WinBUGS ile Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Erbay, N. Ö., 1994. İnşaat Sektöründe İşçi Sağlığı İş Güvenliği ve Önlemleri, İşçi Sağlığı İş Güvenliği Okulu II, 2, 374, 79-101.
- Fogarty, P., 2021. Fuzzy Logic, A Logician's Perspective, Fuzzy Logic:Recent Applications and Developments, 1-9.
- GİSBİR, 2009. 2008 Sektör Raporu, Türkiye Gemi İnşa Sanayicileri Birliği, İstanbul.
- Gökçe, G. ve Aker, T., 2008. İş ve Özel Yaşama Psikolojik Bakışlar, Solmuş, T., 125-147, Epsilon Yayınevi, İstanbul.
- Gülhan, B., 2008. Bir Ağır Metal Üretim Fabrikasında İş Kazası Geçirme Sıklığı ve İlişkili Etmenler, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Haldun, T. ve Süslü, E., 2021. Tersanelerde İş Sağlığı Güvenliği, The Journal of Academic Social Science, 9, 119, 160-188.
- Hassel, M., 2010. Underreporting of Maritime Accidents to Vessel Accident Databases, Master Theises, Norwegian University of Science and Technology, Norway.
- Işık, M. K., 2016. Gemi Bakım ve Onarım Sektörü Kapalı Alanlarında İş Sağlığı ve Güvenliği, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara.
- İlhan, S. ve Yılmaz, M., 2018. Gemi İnşa Sektöründe Güvencesiz Çalışanlar Üzerine Sosyolojik Bir Araştırma, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 28, 2, 287-313.
- İşler, S. B., 2016. Tersanelerde Yaşanan İş Kazalarının İncelenmesi: İş Sağlığı ve Güvenliği Bağlamında Risk Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, İstanbul.
- Jakeman, A. J., Letcher, R. A., and Norton, J. P., 2006. Ten Iterative Steps in Development and Evaluation of Environmental Models, Environmental Modelling & Software, 21, 5, 602-614.
- Kale, Ö. ve Eskişar, T., 2021. Kişisel Koruyucu Donanım Kullanımının Önemi ve Gelişim Planlaması için Bir Alan Çalışması, Çalışma ve Toplum, 4, 2739-2749.
- KİGEM Vakfı, 1999. Türkiye Gemi İnşa Sanayi A.Ş. Tersaneler Raporu, İstanbul.
- Li, S., You, M., Li. D., and Liu, J., 2022. Identifying Coal Mine Safety Production Risk Factors by Employing Text Mining and Bayesian Network Techniques, Process Safety and Environmental Protection, 162, 1067-1081.

- Lingard, H. C., Cooke, T. and Bilismas, N., 2012. Designing for Construction Workers Occupational Health and Safety: A case Study of Socio-material Complexity, Construction Management and Economics, 30, 367-382.
- Link, W. A. and Barker, R. J., 2010. Bayesian Inference: With Ecological Applications, Academic Press, Boston, 400.
- Liu, Y., Ma, X., Qiao, W., Luo, H. and He, P., 2022. Human Factor Risk Modeling for Shipyard Operation by Mapping Fuzzy Fault Tree into Bayesian Network, International Journal of Environmental Research and Public Health, 19, 1, 297.
- Menteşe, G., İnce, E. ve Özcan, B., 2017. Gemi İnşa Sanayinde İş Sağlığı ve Güvenliği Bilincinin İncelenmesi, Mühendis ve Makina, 58, 688, 53-78.
- Murphy, K., 2007. Software Packages for Graphical Models/Bayesian Networks, International Society for Bayesian Analysis.
- Nergis, H.G., 2018. Analitik Ağ Süreci ve Kısıtlar Teorisi Düşünce Süreçlerini Kullanarak İş Kazalarının Önlenmesi: Tersane Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.
- OECD, 2011. The Shipbuilding Industry in Turkey, OECD Council Working Party on Shipbuilding, Eylül.
- OSHA, 2014. Shipyard Industry Standards, Occupational Safety and Health Administration, USA, 41-56.
- Öküzücü, B. M., 2022. Tersanelerde Meydana Gelen Kazaların Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Üsküdar Üniversitesi, İstanbul.
- Özaydın, E., 2019. Balıkçı Gemilerinde Meydana Gelen Raporlanmamış Av Aracı Kaynaklı İş Kazaları, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Özdemir, O. ve Kalinkara, Y., 2020. Bulanık Mantık: 2000-2020 Yılları Arası Tez ve Makale Çalışmalarına Yönelik Bir İçerik Analizi, Acta Infologica, 4, 2, 155-174.
- Özkök, M., 2012. Tersane Kazalarının Tanımlanması ve İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi, Gemi İnşaatı ve Deniz Teknolojisi Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı, İstanbul.
- Pristrom, S., Yang, Z., Wang, J., and Yan, X., 2016. A Novel Flexible Model for Piracy and Robbery Assessment of Merchant Ship Operations, Reliability Engineering & System Safety, 155, 196-211.
- Rajakarunakaran, S., Maniram, K., A. ve Arumuga P., V., 2015. Applications of Fuzzy Faulty Tree Analysis and Expert Elicitation for Evaluation of Risks in LPG Refuelling Station. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 33, 109–123.

- Rausand, M., 2011. Risk Assessment Theory, Methods, and Applications: John Wiley & Sons, inc. , New Jersey.
- Sisko, H., 2016. The Bayesian Model for Cruise Shipbuilding: A Process for Production Efficiency and Organization, Doctoral Dissertations, Aalto University, Helsinki.
- Stern, F. B., Waxweiler, R., Beaumont, J., Lee, S. T., Rinsky, R., Zumwalde, R., Halperin, W. E., Bierbaum, P. J., Landrigan, P. J. and Murray, W. E., 1986. A Case-control Study of Leukemia at a Naval Nuclear Shipyard, American Journal of Epidemiology, 123, 6, 980-992.
- Şeker, Ş., Recal, F. ve Başlıgil, H., 2017. A Combined DEMATEL And Grey System Theory Approach For Analyzing Occupational Risks: A Case Study İn Turkish Shipbuilding Industry, Human and Ecological Risk Assessment, 23, 6, 1340-1372.
- Şendur, T., 2015. Lojistik Sektöründe Deniz Yolu Taşımacılığı, Türkiye’de Kuru Yük Taşımacılığında Gemi İşletme Sorunlarının Tespitine Yönelik Sektörel Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Tansoy, T.R., 2007. Tersanelerde İş Kazalarının Önlenmesinde Alınması Gereken Tedbirler ve Risk Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.
- Taylan, M., 2008. Tersanelerde Meydana Gelen İş Kazaları ve İş Güvenliği, Gemi İnşaatı ve Deniz Teknolojileri Teknik Kongresi, İstanbul, Cilt no:270-282.
- TBMM, 2008. Gemi İnşa Sanayisindeki İş Güvenliği ve Çalışma Şartları Sorunlarının Araştırılarak Alınması Gereken Önlemlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Meclis Araştırması Raporu, Türkiye Büyük Millet Meclisi, Ankara.
- T.C. Resmi Gazete, 2014. Ağır ve Tehlikeli İşler Yönetmeliği, 25494.
- T.C. Resmi Gazete, 2012. 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu.
- Tezdoğan, T. ve Taylan, M., 2009. Tersanelerdeki İş Kazalarının İstatistiki Olarak İncelenmesi, Gemi ve Deniz Teknolojisi, 10-16.
- Tiryaki, D., 2011. İş Sağlığı ve Güvenliğindeki Gelişmeler: Altınova Tersaneleri Çalışanlarının Farkındalıklarının Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yalova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- TMMOB, 2008. Tersanelerde İş Sağlığı ve Güvenliği Raporu, Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Gemi Mühendisleri Odası, İstanbul.
- Trucco, P., Cagno, E., Ruggeri, F., ve Grande, O., 2008. A Bayesian Belief Network Modelling of Organisational Factors in Risk Analysis, A Case Study in Maritime Transportation, Reliability Engineering and System Safety, 93, 823-834.
- TÜİK, 2011. İş Kazası ve Meslek Hastalığı İstatistikleri.

- UAB, 2022. Gemi İnşa İstatistikleri (2011-2021), Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Ankara.
- Uğurlu, Ö., Yıldız, S., Loughney, S., Wang, J., Kuntchulia, S. and Sharabidze, I., 2020. Analyzing Collision, Grounding, and Sinking Accidents Occurring in the Black Sea Utilizing HFACS and Bayesian Networks, Liverpool John Moores University.
- Uğurlu, F., Yıldız, S., Boran, M., Uğurlu, O. and Wang, J., 2020. Analysis of fishing vessel accidents with Bayesian network and Chi-square methods, Liverpool John Moores University.
- UNCTAD, Review of Maritime Transport 2018, Paper presented at the United Nations Conference On Trade And Development (UNCTAD), New York and Geneva, https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2018_en.pdf, 4 Ocak 2021.
- Ünal, G., 2009. Güvenilirlik Merkezli Bakım ve Bir Endüstriyel Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Wang, D., 1997. "An Inexact Approach for Linear Programming Problems with Fuzzy Objective and Resources", Fuzzy Sets and Systems, 89, 1, 61-68.
- Yavuz, K., 2015. Tersanelerde Kazaların Önlenmesi ve İş Güvenliği: Tuzla Tersaneler Bölgesi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi, Ankara.
- Yılmaz, A. İ., 2014. Tersaneler İçin Tersane Kaza Analizi ve Yönetim Sistemi (TKAYS) Kurulması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yorulmaz, M. ve Öztürk, M.A., 2022. Tersanelerdeki İş Kazası Nedenlerinin Önem Düzeylerine Göre Belirlenmesi, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 41, 132-143.
- Yüksekyıldız, E., Uğurlu, Ö., Yıldırım, U. ve Başar, E., 2015. Trabzon Çamburnu Tersanesinin Tarihsel Gelişimi, OÜSBAD, 5, 12, 58-70.
- Zadeh, L., A., 1975. The Concept of a Linguistic Variable and Its Application to Approximate Reasoning , II. Information Sciences, 8, 4, 301-357.
- Zaman, M. B., 2019. Identification of Occupational Accident Relations of Shipyard Labour in terms of Individual and Workplace Factors, International Journal of Marine Engineering Innovation and Research, 3, 4, 134-140.
- Zhu, Y., Ma, W., Feng, H., Liu, G. and Zheng, P., 2022. Effects of Preparedness on Successful Emergency Response to Ship Accident Pollution Using a Bayesian Network, Journal of Marine Science and Engineering, 10, 2, 179.
- URL-1, <https://www.tersanederigisi.com/yayin/787/sefine-tersanesi23538.html> 21 Kasım 2022

URL-2, <https://www.smartel.com.tr/gemi-insa-sanayi-smartel/gemi-insa-sanayi>. 21 Kasım 2022.

URL-3, <https://www.haberturk.com/trabzon-haberleri/92782036-yilda-10-bin-ton-celik-bu-ter-sanede-gemilere-donusuyor-trabzonun-surmene-ilcesindeki>. 28 Kasım 2022.



ÖZGEÇMİŞ

Fevzi YILMAZTÜRK İlk ve ortaokul eğitimini Ardeşen’de, lise eğitimini Rize Fen Lisesi’nde tamamladı. 2008 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Denizcilik Fakóltesi Gemi Makineleri İşletme Mühendisliğı Bölümü’nde lisans eğitime başlayıp, 1 yıl ingilizce hazırlık da dahil olmak üzere 5 yıllık eğitimin sonunda 2013 yılında mezun oldu. Uzakyol Vardiya Mühendisi olarak 4 yıl özel sektör deneyimi sonrasında, 2017 yılında KTÜ Sürmene Deniz Bilimleri Fakóltesi Araştırma Gemisi KTÜ DENAR-1’e atandı. Halen KTÜ DENAR-1’de çalışan Fevzi YILMAZTÜRK evli ve bir çocuk babasıdır.

