

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GEMİ FİLO YÖNETİMİNDE OPERASYONEL RİSK KONTROLÜ İÇİN BİR
KARAR VERME YAKLAŞIMI**

DOKTORA TEZİ

Kadir ÇİÇEK

Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Endüstri Mühendisliği Programı

MART 2013

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GEMİ FİLO YÖNETİMİNDE OPERASYONEL RİSK KONTROLÜ İÇİN BİR
KARAR VERME YAKLAŞIMI**

DOKTORA TEZİ

**Kadir ÇİÇEK
(507082105)**

Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Endüstri Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Y. İlker TOPÇU

MART 2013

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 507082105 numaralı Doktora Öğrencisi **Kadir ÇİÇEK**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**GEMİ FİLO YÖNETİMİNDE OPERASYONEL RİSK KONTROLÜ İÇİN BİR KARAR VERME YAKLAŞIMI**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Y. İlker TOPÇU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Füsun ÜLENGİN**
Doğuş Üniversitesi

Prof. Dr. Fethi ÇALIŞIR
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof.Dr. Gülçin BÜYÜKÖZKAN FEYZİOĞLU
Galatasaray Üniversitesi

Yrd.Doç. Dr. Metin ÇELİK
İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : 31 Aralık 2012
Savunma Tarihi : 1 Mart 2013

Biricik Eşim ve kızıma,

ÖNSÖZ

Öncelikle doktora öğrenimim süresince tüm bilgilerini benimle paylaşmaktan kaçınmayan, her türlü konuda desteğini benden esirgemeyen ve doktora tezimde büyük emeği olan değerli danışmanım Prof. Dr. Y. İlker TOPÇU'ya sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım. Doktora tezimin süresi boyunca araştırma çerçevesi kapsamındaki yapıcı yorumları ve katkılarından dolayı saygıdeğer tez izleme komitesi üyeleri Prof. Dr. Fethi ÇALIŞIR ve Prof. Dr. Füsün ÜLENGİN'e minnet ve şükranlarımı sunarım. Liverpool John Moores Üniversitesi, Mühendislik, Teknoloji ve Denizcilik Operasyonları Okulu, Lojistik, Açık Deniz ve Denizcilik Merkezi'nde gerçekleştirmiş olduğum uzun süreli araştırmam süresince Denizcilikte Risk Değerlendirmesi konusunda ki değerli görüş ve katkılarından dolayı Prof. Jin WANG ve Dr. Jun REN'e teşekkür ederim. Ayrıca, doktora öğrenimim boyunca maddi destek sağlayan Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK) sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Gemi platformu üzerinde gerçekleştirilmekte olan operasyonel süreçlere yönelik çevre, can ve mal esaslı risk değerlendirmesi konusunun denizcilik şirketleri için henüz çok yeni bir konu olması ve bu konu ile ilgili çalışmaların yeteri düzeyde olmaması tezde elde edilecek çıktıların denizcilik şirketleri ve armatörler için bir kılavuz niteliğinde olacağı şüphesizdir. Bu hedef doğrultusunda, TRANSAL Denizcilik Ticaret A.Ş. ile risk değerlendirme şablonunun oluşturulması, uzman görüşlerinin sağlanması aşamalarında teknik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Denizcilik alanında ki önemli kuruluşlardan biri olan Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği odalarından Gemi Makineleri İşletme Mühendisleri Odası (GEMİMO), araştırma muhteviyatının geliştirilmesinde çok kıymetli teknik bilgi ve veriler sunmuştur. Bununla birlikte, birçok denizcilik şirketi doktora araştırması süresince tez araştırma kapsamının gelişimi ve ilerlemesine katkı sağlayacak teknik destek sağlamıştır. İLKFER Denizcilik San. ve Tic.Ltd.Şti, İNCE Denizcilik ve Ticaret Ltd. Şti., TRANSBOSPHOR Denizcilik Servisi bu şirketlerden birkaçıdır. Bu organizasyonların bünyesinde çalışmakta olan denizcilik uzmanlarına da katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, doktora öğrenimim süresince beni hep destekleyen ve güvenen biricik eşim Vesile ÇİÇEK ve tüm aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mart 2013

Kadir ÇİÇEK
(Yüksek Mühendis)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Araştırmanın Amacı	5
1.2 Araştırmanın Kapsamı.....	6
1.3 Araştırmanın Organizasyonu.....	7
2. YAZIN TARAMASI	9
2.1 Denizcilik ve Risk Değerlendirmesi	9
2.2 Gemi Operasyonel Süreç Odaklı Risk Değerlendirmesi.....	11
2.3 Risk Değerlendirmesi Üzerine Yöntemsel Yaklaşımlar	14
2.4 Denizcilik Endüstrisinden İzlenimler	16
2.5 Tez İçeriğini Destekleyen Teknik Bilgiler	17
2.5.1 Uluslararası Emniyet Yönetim (UEY) Kod	17
2.5.2 Bıçimsel Emniyet Değerlendirmesi (BED).....	18
2.6 Bulgular ve Değerlendirme	19
3. RİSK YÖNTEM SÜRECİ.....	21
3.1 Genel Bilgiler	21
3.2 Risk Yönetim Süreç Adımları	23
3.2.1 İletişim ve danışma	23
3.2.2 Risk yönetimi ortamının oluşturulması.....	23
3.2.3 Risk değerlendirme	26
3.2.4 Risk iyileştirme	27
3.2.5 İzleme ve gözden geçirme.....	29
4. YÖNTEMSSEL YAKLAŞIM	31
4.1 Yöntemsel Çerçeve	31
4.2 Yöntemsel Altyapı.....	34
4.2.1 Bulanık mantık ve bulanık küme kavramı	34
4.2.1.1 Bulanık mantık	34
4.2.1.2 Bulanık küme teorisi	36
4.2.1.3 Bulanık sayılarda işlemler.....	38
4.2.2 Hata Ağacı Analizi (HAA)	39
4.2.2.1 Prensipler ve semboller.....	40
4.2.3 Kanıtsal Sonuçlama Yaklaşımı (KSY)	41
4.3 Önerilen Yöntemin Matematiksel Modeli.....	42
5. DENİZCİLİK ENDÜSTRİSİ UYGULAMASI.....	51
5.1 Genel Operasyonel Bilgiler	51

5.2 Hata Ağacı Analizi	56
5.3 Hataların Bulanık Modellemesi.....	59
5.4 Risk Kontrol Seçeneklerinin Belirlenmesi	69
5.5 Karar Verme: Etkin RKSnin Seçilmesi.....	72
6. SONUÇLAR	77
KAYNAKLAR.....	83
EKLER.....	99
ÖZGEÇMİŞ.....	131

KISALTMALAR

AAS	: Analitik Ağ Süreci
ABS	: American Bureau of Shipping
AHS	: Analitik Hiyerarşi Süreci
AT	: Aksiyomatik Tasarım
BED	: Biçimsel Emniyet Değerlendirmesi
BKT	: Bulanık Küme Teorisi
BSI	: İngiliz Standartları Enstitüsü (British Standards Institution)
ÇÖKA	: Çok Ölçütlü Karar Analizi
EYS	: Emniyet Yönetim Sistemi
GL	: Germanischer Lloyd
HAA	: Hata Ağacı Analizi
HAZOP	: Tehlike ve İşletilebilirlik (Hazard and Operability)
HFASC	: İnsan Faktörleri Analizi ve Sınıflandırma Sistemi (Human Factors Analysis and Classification System)
HTEA	: Hata Türü ve Etkileri Analizi
IACS	: International Association of Classification Societies
IMO	: International Maritime Organization
INSB	: International Naval Surveys Bureau
KSY	: Kanıtsal Sonuçlama Yaklaşımı
OAA	: Olay Ağacı Analizi
RINA	: Royal Institution of Naval Architects
RKS	: Risk Kontrol Seçeneği
TOPSIS	: İdeal Çözüme Dayalı Sıralama Tekniği (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution - TOPSIS)
TÜSİAD	: Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği
SOLAS	: Safety of Life at Sea
SWOT	: Güçlü Yönler, Zayıf Yönler, Fırsatlar ve Tehditler Analizi (Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats Analysis)
UEY	: Uluslararası Emniyet Yönetimi

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.1 : Hata Ağacı Analizinde kullanılan semboller.....	40
Çizelge 4.2 : Hata olasılığı (L) (Nwaoha ve diğ., 2012).....	43
Çizelge 4.3 : Hata sonuç olasılığı (E) (Nwaoha ve diğ., 2012).	43
Çizelge 4.4 : Sonuç şiddeti (C) (Nwaoha ve diğ., 2012).	43
Çizelge 4.5 : Emniyet değerleri (S) (Nwaoha ve diğ., 2012).	43
Çizelge 4.6 : RKS etki düzeyleri (Çelik ve Kandakoğlu, 2012).....	47
Çizelge 4.7 : Maliyet ölçek değerleri.....	49
Çizelge 4.8 : Örnek fayda/etki ve maliyet analizi hesaplaması.	49
Çizelge 5.1 : RKS fayda/etki ve maliyet analiz çizelgesi.	71
Çizelge 5.2 : T ₂₂ numaralı hata için RKS tespiti.	72

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Taşımacılık sistemlerinde temel değişim dinamikleri.....	1
Şekil 1.2 : İleri Gemi Yönetim Sisteminde Bilgi Akışı.	5
Şekil 2. 1 : Risk değerlendirme çalışmalarının dağılımı: 1974-2012 (Url-1).....	9
Şekil 2. 2 : Denizcilik alanındaki risk değerlendirme çalışmaları: 1974-2012 (Url-1)..	10
Şekil 2. 3 : Kaza analizi çalışmaların dağılımı: 2000-2013.....	13
Şekil 2. 4 : Operasyonel risk analizi çalışmalarının dağılımı: 2000-2013.....	13
Şekil 2. 5 : Denizcilik alanındaki çalışmaların yöntemsel dağılımı.	15
Şekil 2. 6: BED Metodolojisinin genel akış şeması (IMO, 2002).	18
Şekil 3.1 : Risk yönetim süreç döngüsü (TÜSİAD, 2008).	22
Şekil 3.2 : Risk yöntem süreç akış şeması (BSI ISO 31000, 2009; BSI 31100, 2011)..	22
Şekil 4.1 : Yöntemsel akış diyagramı (Nwaoha ve diğ., 2012).	32
Şekil 4.2 : Ayrık zamanlı fonksiyonlu bulanık küme üyelik fonksiyonu.	37
Şekil 4.3 : Sürekli zamanlı bulanık küme üyelik fonksiyonu.....	37
Şekil 4.4 : Risk Kontrol Seçeneklerinin Hiyerarşik Düzeni.	48
Şekil 5.1 : Hata öncelik değerleri.	65
Şekil 5.2 : Microsoft Office 2010 Excel ile hazırlanmış risk değerlendirme şablonu. ..	68
Şekil 5.3 : T ₂₂ kodlu hata türüne ait risk/emniyet değeri değişimi.	73

GEMİ FİLO YÖNETİMİNDE OPERASYONEL RİSK KONTROLÜ İÇİN BİR KARAR VERME YAKLAŞIMI

ÖZET

Deniz taşımacılığının sürekliliğinde odak unsur olan gemi filolarının güvenlik kavramı ve performans parametrelerinin hassas bir şekilde takip edilmesi gerekmektedir. Buna paralel olarak, çevre, güvenlik ve insan sağlığı ile ilgili konularda uluslararası kural yaptırımları da giderek yoğunlaşmaktadır. Bu doğrultuda, geminin tasarım/inşa aşamasından başlamak üzere, geminin kritik operasyonel süreçlerinde iyileştirmeleri ve ilave tedbirleri kapsayan yönetim sisteminin kurulması gerekmektedir. Bu konuda, en güncel çalışmalardan biri de Uluslararası Emniyet Yönetimi Kodu 'nun 1 Temmuz 2010 tarihinden itibaren yürürlüğe giren gemilerde risk yönetimi kavramıdır. Buna göre, gemi işletmeciliği firmalarının gemi, personel ve çevre esaslı risk değerlendirmesi yapmaları ve buna bağlı olarak ilgili prosedürleri hazırlamaları ve denetlemeleri gerekmektedir.

Bu çalışma ile gemi filo yönetiminde operasyonel süreçlere yönelik risk analizi uygulamaları için bir karar verme yaklaşımı geliştirilmesi hedeflenmiştir. Önerilen karar verme yaklaşımının, Uluslararası Emniyet Yönetimi Kodu ile uyumlu, ilgili gereksinimleri karşılayacak ve gemi personeli ve şirketin organizasyonel yapısı içerisinde ilgili yaklaşımı uygulamakla sorumlu tüm alt birimler tarafından uygulama ve denetimi sağlanacak bir yapıya sahip olması sağlanmıştır. Karar verme yaklaşımı; risk değerlendirmesi, operasyonel risk kontrolü, dokümantasyon ve onay olmak üzere üç temel adımda yürütülmüştür. Risk yönetimi kavramının karar teorisi ile desteklendiği bu çalışmada, olasılık ve etki bileşenlerinden oluşan risk değerinin en azlanmasını sağlayacak risk kontrol seçenekleri belirlenmiş; bu sayede, gemi filosu için kritik operasyonel süreçlerin yürütüldüğü zaman dilimi içerisindeki koşullu risk değeri belirlenmiştir. Bu değere göre, operasyonel süreçlerin tamamlanması için onay verilmiş veya ilave risk kontrol seçenekleri tedbir olarak alınarak revize edilmiş risk değeri ortaya konulmuştur. Sonuç olarak, potansiyel karar vericiler olarak gemi personeline, ilgili operasyonun doküman üzerinde belirlenen risk kontrol seçenekleri eşliğinde tamamlanması onaylanmış karar desteği olarak bildirilmiştir.

Son yıllarda, özellikle sertifikalandırma kuruluşları ve denizcilik danışmanlık grupları gemi filoları için risk yönetimi konusunda çözümler üretmektedir. Bu çalışmada ise, özellikle risk kontrol seçeneklerinin etkin olarak belirlenmesi üzerine bir karar verme yaklaşımı önerilmiştir. Bu yönü ile ortaya konulan karar verme yaklaşımının gemi filolarında risk değerlendirmesi konusunda yürütülen çalışmalara ve mevcut uygulama prosedürlerine önemli katkılar sağladığı tespit edilmiştir.

A DECISION-MAKING APPROACH TO OPERATIONAL RISK CONTROL IN SHIP FLEET MANAGEMENT

SUMMARY

Maritime transportation is recognized as the backbone of global trades with its tremendous advantages respect to other transportation mode. The recent concerns especially about the energy shortages and the ongoing environmental threads have increased the significance of the maritime transportation to sustain the global supply chain networks with its specialized marine vessels, which maintain the continuity of maritime transportation. Furthermore, restructuring tendencies in the maritime transportation industry based on environmental, social, and economic dimensions has enforced the principal maritime shareholders such as administration, classification societies, ship owners, port authorities, shipyards, marine vendors, and training institutes to improve their organizational behaviors. In addition, the participation of global enterprises in the recent years has also promoted the level of competitiveness in maritime market. The contemporary changes that are mainly related with international legislation, safety, security, and environmental issues have triggered the organizational efforts to carry out and involve into the sustainable development progress in maritime transportation industry.

The idea of sustainable transport lays to align the standards of maritime organizations with respect to the unified targets especially on safety and environmental related concerns. It is necessary to clarify the links among the relevant shareholders to understand the nature of activities behind the restructuring of maritime transportation industry. In administration level, the International Maritime Organizations (IMO) principally governs the safety and environmental protection via Flag State Implementation (FSI) and regional Port State Control (PSC) authorities in accordance with the designated memorandum of understandings (MOUs). The IMO has adopted various conventions, rules, codes, and recommendations mainly concerning marine safety, security, pollution prevention, and other relevant issues. Hence, safety, security and performance parameters of marine vessels must be followed precisely paralleling with the international rules related to environment, property and crew health issues. Therefore, the specially designed management system covering improvements and additional measures in critical operational processes of ship should be established in all phases of the marine vessel life, from its conception and design to its operation, maintenance and decommissioning. In this respect, one of the most recent studies in development an effective safety culture in companies and on board ship is announced by International Maritime Organization as an amendment in International Safety Management Code. The amendments get much closer and do make it clear that there is an expectation that the Company will adopt a risk based approach to managing safety. According to that, ship management companies are responsible for planning, organizing and the carrying out of the risk

assessments onboard to its ship, personnel and environment. In combination, all the assessment process must be documented in a formal documented procedure and embedded in relevant documentation system.

This research develops a risk based decision making approach based on a multi-methodological background includes Fuzzy Set Theory (FST), Fault Tree Analysis (FTA), and Evidential Reasoning Approach (ERA) for ship and fleet management to build and enhance safety of shipboard activities and operations that have critical needs to protect crew, property and environment. The proposed decision making approach compatible with International Safety Management (ISM) code, satisfying relevant requirements, and has a structure that provides implementation and control by ship and ashore personnel. Within the study, risk control options have been established to ensure minimization of risk value obtained by the combination of likelihood of a defined hazard, occurrence likelihood of a and the magnitude of the consequences of the occurrence. Cost-benefit analysis is carried to select the most appropriate risk control option to treat the risk. The mitigation of the frequency of potential unwanted end-consequence, frequency of occurrence of the potential unwanted end-consequence or the frequency of impact the end-consequence is provided with the application of appropriate risk control options. In that way, conditional risk value is determined within the time frame of critical operational processes. According to this value, the approval is granted for the completion of the operational process or revised risk value is propounded by taking additional risk control options. As a result, to crew members as potential decision makers, accomplishment of operational process respect to risk control options specified on document has been reported as an approved decision support.

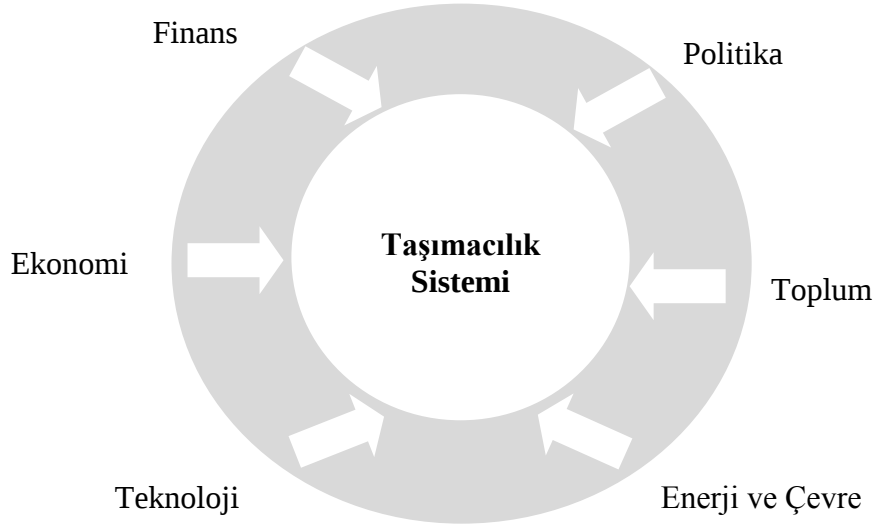
The proposed risk based decision-making approach contains the following five critical steps. The first step, the failure identification step, aims at identifying and generating a selected list of failures specific to the operation under review with the help of Fault Tree Analysis (FTA). This is a crucial step in process since failures, which are missed at this stage, will not be taken into in the further assessment process and decision making process. It involves a systematic brainstorming by trained and experienced personnel to determine the failures. The second and key step, the risk estimation step, aims at evaluating the identified failures estimating influencing the level of safety. However, risk assessment in marine industry is a new and challenging task as much of the available data are highly uncertain and vague, and many of the mechanisms may not fully understood. As a result, a methodical approach is needed to handle quantitative and qualitative data when new knowledge and data become available. For this purpose in order to deal with vague, unavailable and insufficient data FST coupled with the ERA is used to achieve the risk assessment. The third step, the risk mitigation step, aims at proposing effective and practical risk control options. High risk areas can be identified from the information produced in step 2. Then the identification of risk control options can be initiated. The fourth step, the cost benefit analysis step, aims at identifying benefits from reduced risks and costs associated with the implementation of each risk control option for comparison. The last and fifth step, decision-making step, aims at making decisions and giving recommendations for safety improvement. The information

generated can be used to assist in the choice of cost-effective and equitable changes in the system and to select the best risk control options.

Consequently, existing sources of uncertainties, incomplete knowledge, and randomness in the mechanisms require attention in respect of the identification, assessment, evaluation, mitigation and review with the use of an appropriate risk based decision making approach for critical shipboard operations and processes. To achieve this firstly there is a need for proposed approach to be integrated into all of the functions and processes within the maritime industry. However to perform the integration of proposed approach into all of the shipboard functions and processes, there is a special need at the beginning to become familiar with the relevant methodologies of risk assessment which could be a solution of existing uncertainties, incompleteness, and randomness in the maritime industry. For these reasons, an appropriate generic risk based decision making approach for the purpose of marine industry applications is introduced and reviewed in this paper and it has been identified that, proposed decision making approach provides important contributions on ship fleet risk assessment studies and current application procedures with its own aspect and leads the potential risk-based challenges and sources of uncertainties in the marine industry to be handled efficiently.

1. GİRİŞ

Taşımacılık ve lojistik insanlığın geleceği için son derece elzem öneme sahiptir. Öte yandan, taşımacılık faaliyetleri karayolu, demiryolu, havayolu ve denizyolu gibi sistemlerin bütünleşmesi ile oluşan karmaşık bir ağ yapısındadır. Bahsi geçen döngünün sürdürülebilirliği ancak beklenmeyen tehlikeli oluşumlar ile ardıl sonuçlarının öngörülmesi ve etkin yaklaşımlar ile bertaraf edilmesi ile mümkündür. Bu noktada, organizasyon düzeyinde kurulan yönetim sistemlerinin uygun iletişim ağı ile destekli yönetim araçlarını kullanarak, dinamik çözümler üretilmesi gerekmektedir. Uluslararası Taşımacılık Forumu gibi önemli platformlarda çözüm arayışları devam eden bu konularda kabul gören genel kaidelere göre, taşımacılık sistemleri için belirlenen değişim dinamikleri Şekil1.1’de sunulduğu gibi netleştirilmiştir (Rodrigue, 2010).



Şekil 1.1 : Taşımacılık sistemlerinde temel değişim dinamikleri.

Buna göre, değişim altı temel prensip üzerinde gerçekleşmektedir: i) Politika, ii) Toplum, iii) Enerji ve Çevre, iv) Teknoloji, v) Ekonomi, vi) Finans.

Önemli unsurlardan biri olan, teknoloji ögesinin değişimdeki rolünü yakından irdelediğimizde bilgi teknolojileri ön plana çıkmaktadır. Öte yandan, malzeme teknolojilerindeki inovasyonlar ile makine ve teçhizat tasarımlarındaki yenilikler

taşımacılık sistemlerinin geleceğini etkileyecektir. Enerji ve çevre konusunda, özellikle iklim değışiklikleri ön plana çıkmaktadır. Buna paralel olarak, alternatif yakıtlara yönelim gündemdedir. Bir diğér dinamik olarak belirlenen ekonomi hususunda, küresel büyüme ve ticaret önemli etkenler iken, taşımacılık maliyetleri başka bir boyut olarak karşımıza çıkmaktadır. Taşımacılık için kurallar, güvenlik ve denetim rejimleri güncellenen politikaların izlenmesini gerekli kılmaktadır. Özellikle, bahsi geçen dinamikler çerçevesinde ilgili organizasyonların ilave sorumlulukları yerine getirmesi ile birlikte taşımacılık sistemlerinde standardizasyon ve sürekli gelişimin mümkün olduğu öngörülmektedir.

Taşımacılıkta değışim açısından bakılarak alternatif modlar gözden geçirildiğinde, denizyolu taşımacılığı ekonomik ve çevresel avantajlar ölçütlerinde diğérlerine üstünlük sağlamaktadır. Dahası, son yıllarda özellikle enerji kaynaklarının değışkenliği, enerji arzı açığı, çevresel tehditlerin tırmanması, emniyet öncelikleri denizyolu taşımacılığı endüstrisinin temel kısıtları olarak belirginleşmektedir. Paydaşlar arasındaki etkileşimin arttıran bu durum ilave planlama ve kontrol gerektiren süreçleri ortaya çıkarmaktadır. Bu bağlamda, gemi işletmeciliği firmaları, tersaneler, liman ve terminal otoriteleri, acenteler, deniz ekipman üreticileri, klaslama kuruluşları, denizcilik idareleri, denizcilik eğitim kurumları ön plana çıkan paydaş gruplarıdır (Celik, 2009). Dolayısıyla, deniz taşımacılığı endüstrisinin dinamik karakteristiği gereği emniyet, çevre ve verimlilik gibi kritik ölçütlerdeki küresel beklentilerin, ilgili paydaşların organizasyonlarında yeniden yapılanma ve sürekli gelişim faaliyetleri ile karşılanması gerekmektedir. Bir başka değış ile denizcilik endüstrisi paydaşlarına ait organizasyonların değışim yönetimi prensiplerin etkin şekilde işletmesi, sürdürülebilir taşımacılık olgusu için önem arz etmektedir. Bu hedef, karmaşıklık düzeyi yüksek bir problem olarak ele alındığında, denizcilik paydaşlarının organizasyon yapılarının uygun yönetim araçları ile desteklenerek sonuç odaklı çalışmaları gerektiği ortadadır. İlgili paydaş gruplarının sorumluluk alanları ile ilgili süreç iyileştirme ve yönetim performanslarındaki seviye, uluslararası taşımacılığın denizyolu modunda mükemmeliyeti getirecektir.

Deniz taşımacılığı paydaş grupları arasında kritik öneme sahip ve bu endüstri kolunun itici gücü olarak kabul edilen organizasyonlar gemi işletmeciliği firmalarıdır. Gemi işletmeciliği, uluslararası kural gereksinimlerinin rehberliğinde ve yoğun rekabet şartları altında şekillenen teknik ve operasyonel süreçler bütünüdür.

Daha geniş perspektiften bakıldığında, Celik ve Karayigit (2008) tarafından gemi işletmeciliği, uluslararası denetimler kontrolünde yürütülen, rekabet şartlarının üst düzeyde gerçekleştiği güvenlik, emniyet, insan faktörü ve çevresel konulardaki beklentilerin teknolojik gelişmelere paralel olarak arttığı bir yönetim süreci olarak tanımlanmıştır. Bu tanım çerçevesinde, gemi işletmeciliğinde sorumlu organizasyon yapılarından özellikle güncel kural beklentilerini ve rekabet şartlarında belirginleşen anahtar performans göstergelerini yerine getirmeleri beklenmektedir. Bu durum denizcilik organizasyonlarının yönetici kadrolarının süreç yürütme sistemlerini tasarlamalarını, etkin bir planlama yapmalarını ve çıktıları izlemelerini gerektirmektedir.

Özetle, gemi işletmeciliği konseptinde karar vericilerin organizasyonun karşılaştığı problemlerin çözümünde aşağıda sıralanan unsurları göz önünde bulundurması gerekmektedir: i) Uluslararası denizcilik kuralları, ii) Rekabet, iii) Risk, iv) Emniyet, vi) Kalite, vii) Teknoloji ve viii) İnsan faktörü. Buna karşın, karşılaşılan problemler analitik yaklaşımların geliştirilerek, sistematik çözümlerin zamanında üretilmesini gerektirmektedir (Panayides, 2003; Hork, 2004; Panayides, 2006; Roe, 2007). Ayrıca, problem çözümlerinde teknolojik gelişmelerin ve inovasyon yaklaşımlarının (Jennsen ve Randoy, 2003) kullanılması avantajlar sağlayacaktır. Detaylı olarak sunmak gerekir ise, karar vericiler olarak yöneticilerin gemi işletmeciliği çerçevesinde aşağıda sıralanan yükümlülükleri yerine getirmeleri gerekecektir:

- i) Gemi operasyonlarından yüksek düzeyde performans elde edilmesi.
- ii) Uluslararası denetimlerden sorunsuz şekilde geçilmesi.
- iii) Muhtemel kaza ve tehlikeli oluşum risklerine karşı hazırlıklı olunması.
- iv) Gemi ve sahil yönetimi arasında üst düzey iletişimin kurulması.
- v) Firma itibarının ve müşteri beklentilerinin üst düzeyde tutulması.
- vi) Teknolojik gelişmelerin süreç yönetimine aktarılması.

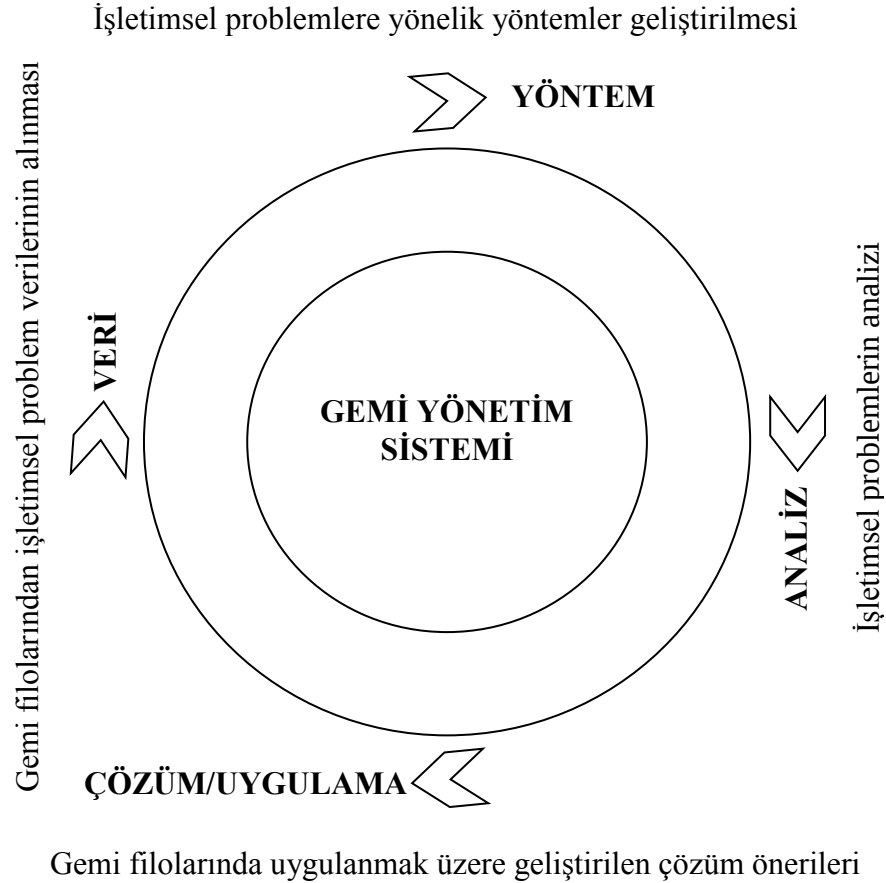
Sıralanan beklentilerin ve çözüm önerilerinin hayata geçirilmesi ancak kurumsal bir yönetim anlayışına geçiş ile başlayabilir. Ayrıca, organizasyonların kullanıcı ara yüzü uygun yönetim araçları ile bütünleştirilmesi ve yönetici kadroların eğitim desteği ile geliştirilmeleri gerekmektedir. Aksi durumda, uluslararası denizcilik otoriteleri tarafından emniyet, güvenlik ve çevre konularında yürürlüğe konulan zorunlu

kurallar süreçlerin yürütülmesinde belirleyici unsurlar olurken, etkin karar alma, verimlilik, karlılık, güvenilirlik gibi kavramlar daha geri planda kalacaktır. Bu unsurları başaran firmaların sektörde saygınlığını ve güvenilirliğini arttırarak, yük sahipleri ya da kiracılar ile daha uzun süreli ve kar payı yüksek olan taşıma sözleşmelerine imza atmaları öngörülebilir.

Bu öngörü, gemi filo yönetiminde performans, emniyet, risk, verimlilik ölçütlerini kontrol ve izlemeye yönelik uygulanabilir ileri yaklaşımlar geliştirerek tasarlanan ileri gemi yönetim sistemleriyle desteklenebilir. Bu tür bir yaklaşım, veri gereksinimi ve çıktıların izlenmesi açılarından düşünüldüğünde mevcut operasyonel prosedürlerin yeniden tasarlanmasını gerektirebilir. Süreç esaslı bu tür bir yapılandırma ilk etapta ilave gayret gerektirse de, gemi kondisyonunun takibinde çok önemli avantajlar sağlayacaktır. Gemi işletmeciliği firmalarında bu tür bir yaklaşımın hayata geçirilmesi için teknik, operasyon ve kalite departmanlarının ortak hareket etmesi gerekmektedir. Ancak, bu şekilde tasarlanan yaklaşımlar çözüm üretme potansiyeline sahip olacaktır. Ayrıca, gemi ve kara yönetimi arasındaki iletişim ve koordinasyon boyutunu da içerecek şekilde tasarlanmalıdır. Gemi işletmeciliği konseptine uygun olarak tasarlanan bu tür bir yaklaşımın ana hatları ile bilgi akışı Şekil 1.2’de sunulmuştur.

Buna göre, ileri konseptte bir gemi yönetim sisteminde bilgi akışı öncelikle gemi filolarından operasyonel problem verilerinin alınması ile başlamalıdır. Daha sonra gemilerde emniyet, performans, verimlilik beklentilerini zafiyete uğratan operasyonel problemlere yönelik yöntemler geliştirilmelidir. Uygun yöntemsel altyapının oluşturulması ve ilgili prosedürlere adaptasyonun ardından, operasyonel problemlerin analizi yapılmalıdır. Son olarak, çözüm/uygulama bölümü ile birlikte gemi filolarında uygulanmak üzere geliştirilen çözüm önerileri hayata geçirilmelidir.

Bu tür bir bilgi akış sistemi ile farklı nitelikteki problemlerin çözümü, olağan süreçlerin iyileştirilmesi ve etkin filo yönetiminin yürütülmesi sağlanabilir.



Şekil 1.2 : İleri Gemi Yönetim Sisteminde Bilgi Akışı.

1.1 Araştırmanın Amacı

İleri gemi yönetim sistemine uygun olarak geliştirilen yaklaşımlar performans, emniyet, risk, verimlilik ölçütlerinde ilgili süreçlere yönelik iyileştirmeler yapabilme özelliğine sahip olmalıdır. Bu motivasyon ile şekillenen araştırmanın temel hedefi gemi işletimsel süreçlerine yönelik risk değerlendirme yaklaşımının geliştirilerek, filo yönetim prosedürleri ile bütünleştirmektir. Bu noktada, geliştirilen yaklaşım veri toplama, yöntem geliştirme, analiz ve çözümlerin uygulanması adımlarına göre yapılandırılacaktır. Geliştirilen yaklaşımın uygulanabilir potansiyele sahip olması için, gemi işletmeciliği konseptine, uluslararası kural gereksinimlerine ve gemi ve kara yönetim personeli tarafından kolay kullanılabilir ara yüze sahip olması planlanmaktadır.

Çalışmanın amaçları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- i) Gemi işletimsel süreçlerine yönelik risk değerlendirme yaklaşımı geliştirmek.

- ii) Risk değerlendirme yaklaşımda uygun risk kontrol opsiyonlarına karar vermek.
- iii) Risk değerlendirme yaklaşımı çıktılarını çeşitlendirerek, insan, çevre ve gemi için dağılımları ortaya koymak.
- iv) Geliştirilen risk değerlendirme yaklaşımını örnek bir gemi işletmeciliği firmasına ait filonun gemilerine uygulamak.
- v) İleriye yönelik gelişmiş gemi risk yönetimi yazılımı modüllerinin teorik altyapısını oluşturmak.

1.2 Araştırmanın Kapsamı

Ticari gemilerde özellikle teknik ve operasyon yönetim departmanlarının sorumluluk alanlarına giren süreçlere yönelik yaklaşımlar geliştirilecektir. Bu noktada, özellikle problem karakteristiği ile geliştirilen yöntem arasındaki uygunluğa dikkat edilmiştir. Risk değerlendirme yaklaşımı özellikle kritik gemi operasyonlarını analiz edebilecek şekilde tasarlanacaktır. Bahsedilen konseptte uygun olası operasyonlar aşığıdaki gibi verilmiştir:

- i) Balast operasyonu
- ii) Sıcak & soğuk çalışma
- iii) Kapalı mahallere giriş
- iv) Yağ/Yakıt alım operasyonu
- v) Kargo operasyonu
- vi) Tank temizleme
- vii) Gemiler arası transfer
- viii) Dar kanallarda seyir
- ix) Makine dairesinde bakım operasyonları
- x) Sintine operasyonları
- xi) Makine dairesinde vardiya tutma

Araştırmanın uygulama bölümü ise, gemilerde yağ/yakıt alım operasyonu gerçek zamanlı vaka analizi olarak ele alınacaktır.

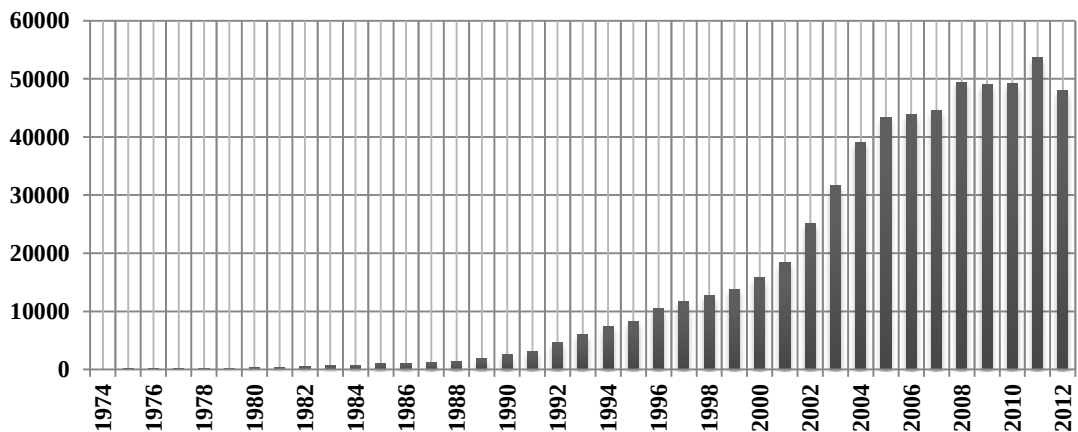
1.3 Araştırmanın Organizasyonu

Bu alışma, altı ana başlık altında organize edilmiştir. Bunlar, Giriş, Yazın Taraması, Risk Yönetim Süreci, Yöntem Önerisi, Uygulama, Sonuç ve Tartışma olarak belirlenmiştir. Çalışmanın ilk bölümünde, denizyolu taşımacılığı endüstrisinde gemi işletmeciliğinin rolü ve önemi tartışılmıştır. Ayrıca, ileri düzeyde bir gemi yönetim sistemi tasarımında uygulanabilir olması açısından öncelik verilmesi gereken unsurların altı çizilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümü denizcilikte risk değerlendirmesi, operasyonel süreç risk modellemesi, genel risk değerlendirme yaklaşımları ve bulguların değerlendirildiği yazın taramasını içermektedir. Üçüncü bölümde ise bir kuruluş bünyesinde oluşturulabilecek risk yönetim sürecine ait uygulama adımları ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Çalışmanın önerdiği yöntem olarak gemi operasyonel risk değerlendirme yaklaşımı dördüncü bölümde sunulmuştur. Beşinci bölümde ise, geliştirilen yaklaşımın örnek bir gemi işletmeciliği firmasında vaka uygulaması sunulmuştur. Çalışma, geliştirilen yaklaşımın ve vaka uygulamasının akademik yazına ve denizcilik endüstrisine sağlayacağı katkıları ve ileri çalışma önerilerini vurgulayan sonuç bölümü ile tamamlanmıştır.

2. YAZIN TARAMASI

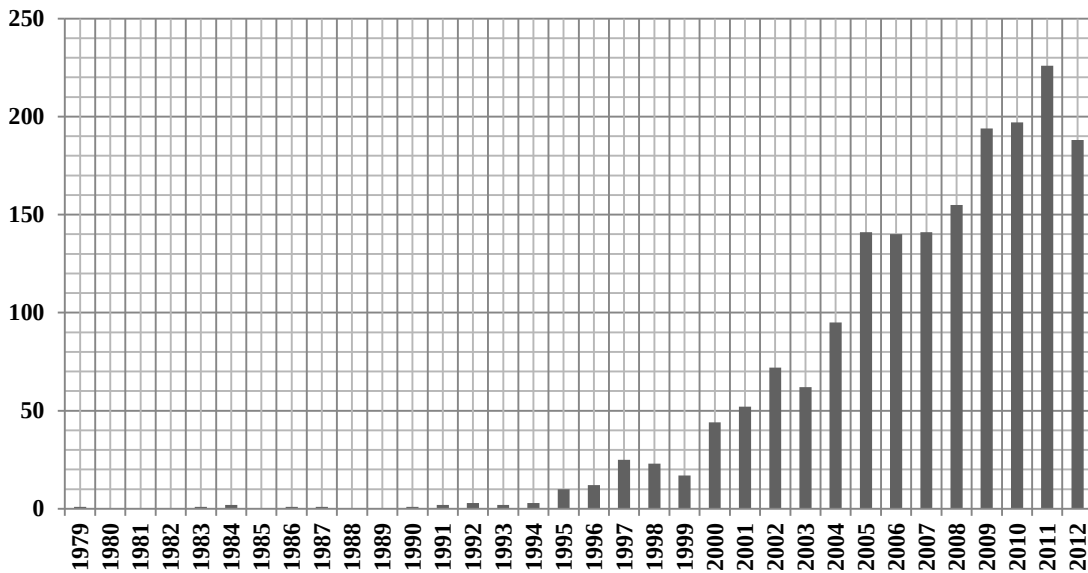
2.1 Denizcilik ve Risk Değerlendirmesi

Günümüz dünyasında gittikçe artan belirsizlikler, daha karmaşık hale gelen yapı, sistem ve süreçler risk değerlendirmesine duyulan önem ve ihtiyacın her geçen gün artmasına sebep olmaktadır. Buna paralel olarak risk değerlendirmesi üzerine yapılan akademik çalışmalar her geçen gün artarak çoğalmakta ve yazında pek çok farklı alanda çalışmaya rastlamak mümkündür. Scopus veri tabanı (Url-1) yardımı ile 1992-2012 yılları arasında risk değerlendirmesi üzerine yapılmış akademik çalışmalar incelendiğinde ilk sırada yaklaşık 400.000 makale ile sağlık alanında yapılan çalışmalar gelmektedir. İkinci sırada ise 58.000 makale ile genetik ve moleküler biyoloji alanında yapılan risk değerlendirme çalışmaları yer almaktadır. Devamında ise gıda alanında yapılan risk değerlendirme çalışmaları ile çevre bilimi üzerine gerçekleştirilen risk değerlendirme çalışmaları gelmektedir. Risk değerlendirme üzerine gerçekleştirilen çalışmalar yıllık bazda incelendiğinde ise 1974 yılında sadece 74 adet makaleye ulaşmak mümkün iken 2012 yılında ulaşılan makale sayısı 48000 seviyelerine gelmiş bulunmaktadır. Şekil 2.1’de de Scopus veri tabanı üzerinden elde edilen veriler doğrultusunda hazırlanmış 1974-2012 yılları arasına ait risk değerlendirme çalışmalarının yıllık bazda sayıları grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 2. 1 : Risk değerlendirme çalışmalarının dağılımı: 1974-2012 (Url-1).

Scopus veri tabanı üzerinde yapılan incelemelerde denizcilik alanında yapılan ilk risk değerlendirmesi çalışmasının 1979 yılında Leslie (1979) tarafından köprü üstü tasarımının çatışma riskini minimize edilecek şekilde geliştirilmesini hedefleyen bir çalışma ile başladığı görülmektedir. 1980-1994 yılları arası ise denizcilikte risk değerlendirmesi çalışmaları çok durağan geçmiş ve bu yıllar arasında toplam 16 adet akademik çalışma gerçekleştirilmiştir. Ancak Uluslararası Denizcilik Örgütü kararı ile 1993 yılında kabul edilen Uluslararası Emniyet Yönetimi (UEY) Kod'unun yürürlüğe girmesine paralel olarak 1995 yılından sonra denizcilikte risk değerlendirmesi üzerine yapılan çalışmalar son derece önem kazanmış ve artarak devam etmiştir. 2012 yılı içerisinde yapılan çalışma sayısı 188'e ulaşmış bulunmaktadır.



Şekil 2. 2 : Denizcilik alanındaki risk değerlendirme çalışmaları: 1974-2012 (Url-1).

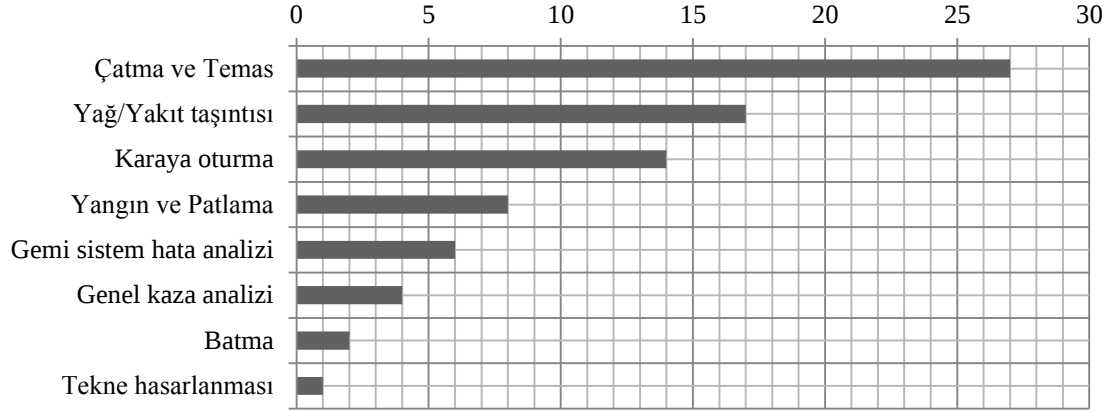
Şekil 2.2’de 1979 yılından başlayarak 2012 yılına kadar yapılan çalışmalar grafiksel olarak ifade edilmiştir. Yapılan yazın taramasında yöntem esaslı çalışmaların özellikle 2000 yılından sonra yoğunlaşarak artması sebebi ile 2000-2013 yılları arasında gerçekleştirilmiş olan çalışmalar içerisinde ki operasyonel süreç iyileştirme esaslı çalışmalar tespit edilmiş ve incelenmiştir. Tespit edilen bu çalışmalar yazarları, yayın yılı, kullanılan yöntem, uygulama alanları ve yayınlandığı dergilere göre sınıflandırılıp Ek Çizelge A.1’de sunulmuş ve bu bölümün devam eden alt bölümlerinde ilgili çalışmalar incelenerek yazında ki eksikler saptanmıştır.

2.2 Gemi Operasyonel Süreç Odaklı Risk Değerlendirmesi

2000-2013 yılları arasında denizcilik alanında risk değerlendirmesi üzerine yapılmış 1800 adet çalışmadan sadece 139 tanesi gemi operasyonel süreç iyileştirme ile ilgili çalışmalardır. Yapılan çalışmalar içerisinde öne çıkan başlıca çalışmalar yıllarına göre incelenecek olur ise; 2013 yılı içerisinde ilk olarak Zhang ve diğerleri ile Martins ve Maturana tarafından gerçekleştirilen iç su taşımacılığı esnasında oluşabilecek çatışma kazalarına yönelik risk değerlendirme çalışmaları dikkat çekmektedir. Devamında 2013 yılı içerisinde gerçekleştirilen gemi platformu üzerinde gerçekleştirilen helikopter operasyonuna yönelik risk değerlendirmesi çalışması ile (Cokorilo ve diğ., 2013), makine dairesinde ortaya çıkabilecek yangına yönelik tehlike analizi çalışması (Ikeagwuani, 2013) dikkat çeken diğer çalışmalardır. 2012 yılı içerisinde; Pam ve diğerleri 2012 yılında balast suyu operasyonu ile ilgili risklerin ve etkilerinin tahmin edilmesine yönelik bir yöntem öneren, Gasparotti ve Rusu (2012) Karadeniz havzasındaki deniz taşımacılığına yönelik bir risk değerlendirmesi sunan, Wang ve diğerleri (2012) yapmış oldukları çalışmada denizcilik emniyet ve güvenlik değerlendirmesine yönelik zorlukların ve gelişmelerin tespitini gerçekleştiren ve Park ve Kim (2012) seyir emniyetini desteklemeye yönelik zeki destek sistemi önerisinde bulunan çalışmalar dikkat çekmektedir. Balmat ve diğerleri 2011 yılı içerisinde gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarında açık denizlerdeki yakıt kirliliğini konu alan risk değerlendirme esaslı bir karar verme sistemi önerisinde bulunmuşlardır. Mevcut çalışmada geminin karakteristiği ve içinde bulunduğu hava koşullarına bağlı olarak değişen gemi risk faktörünün bulanık mantık yardımı ile tespit edilmesi sağlanmıştır. Taber ve diğerleri (2011) can salının buza indirilmesi esnasında oluşabilecek riskleri en azlayabilecek bir can salı tasarımı önerisinde bulunmuşlardır. Gasparotti (2010), Hong ve diğ. (2010), Kirby ve Law (2010) ise yapmış oldukları çalışmalarda gemi kazaları sonucunda ortaya çıkabilecek yakıt taşıntısına ait olasılık tabanlı bir risk değerlendirme sistemi önermişler ve risk değerlendirmesinin risk yönetimi içerisinde ne denli önemli bir yere sahip olduğunu vurgulamışlardır. Cicek ve diğ. (2010) ana makine sistemlerinin işletimi esnasında ortaya çıkabilecek olası riskleri en azlamak amacı ile Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) yöntemini kullanarak ana makine sistemlerine yönelik risk tabanlı önleyici bakım planı önerisinde bulunan bir çalışma

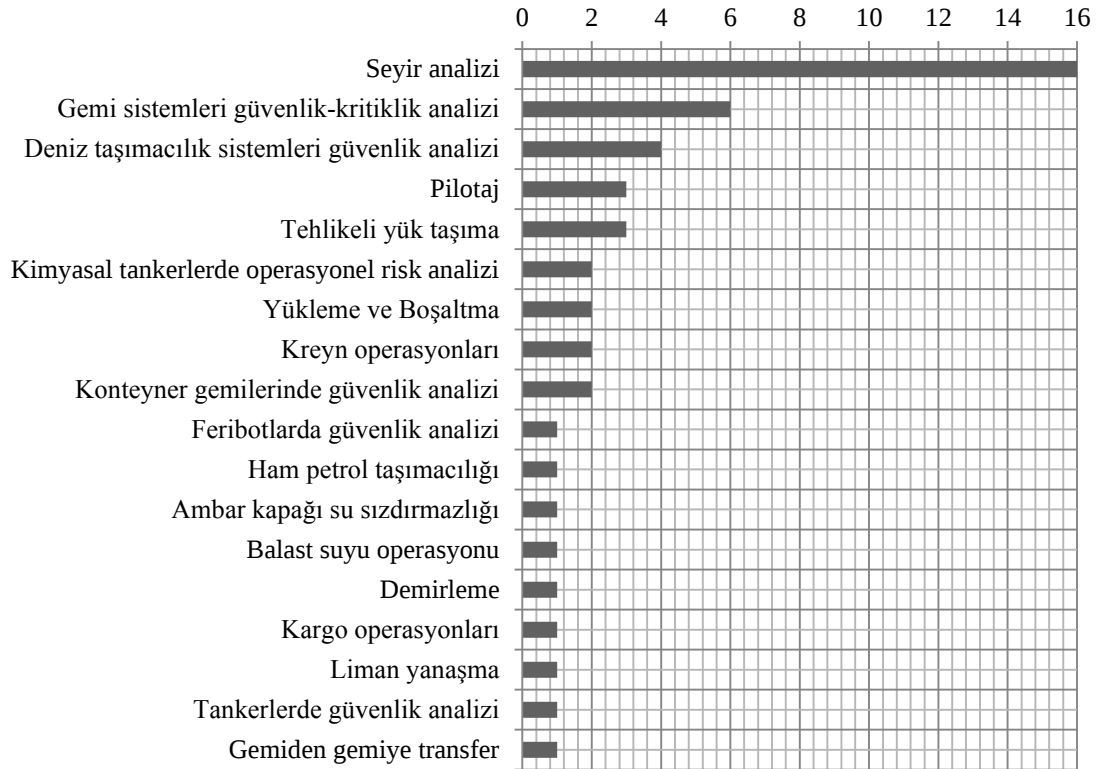
sunmuşlardır. Celik ve diğ. (2010) bulanık mantık kullanarak risk tabanlı gemi kaza analizi modeli önermişlerdir. Yu ve Cheng (2010) gri teori analizini kullanarak gemi pilotajı esnasında ortaya çıkabilecek riskleri tespit etmeye çalışmıştır. Bao ve diğ. (2010) gemi risk değerlendirmesi üzerinde yoğunlaşmış ve bu doğrultuda geri beslemeli yapay sinir ağı yönteminden faydalanmışlardır. Nielsen ve diğerleri 2009 yılında gemi platformu üzerinde yürütülen operasyonel süreçlere yönelik risk tabanlı karar destek sistemi önerisinde bulunmuştur. Bunun yanı sıra, Li (2009) Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (BAHS) yöntemini kullanarak sürat tekneleri için risk değerlendirme yöntemi önermiştir. Jin Wang (2006), Merrick ve Van Dorp (2006) denizcilikte risk değerlendirmesini konu olan birer çalışma yapmışlardır. Bu çalışmalar dışında İstanbul Boğazı'ndan geçişler esnasında oluşabilecek tehlikeli durumları ve bunların risklerini analiz eden (Uluşçu ve diğ., 2009), dar kanal seyirlerinde oluşabilecek riskleri inceleyen (Chin ve Debnath, 2009), LNG gemi platformları üzerinde yürütülmekte olan operasyonel süreçler içerisinde karşılaşılabilecek riskleri ortaya koyan (Elsayed, Lehetab ve Shehadeha, 2009; Bubbico, DiCave ve Mazzarotta, 2009; Vanem ve diğ., 2008), kimyasal tankerlerde alınan önlemlerin etkinliğini ölçmeye yönelik kantitatif değerlendirmeler gerçekleştiren (Arslan, 2009), gemi risk faktörünü inceleyen (Balmat ve diğ., 2009; Trucco ve diğ., 2008; Trbojevic, 2006) çalışmalarda yer almaktadır.

Tespit edilen çalışmalar kendi aralarında operasyonel süreçleri ele alış şekillerine göre (i) kaza analizi ve (ii) operasyonel analiz olmak üzere iki ana başlık altında toplanmaktadır. İlgili başlıklar altında sınıflandırılmış çalışmalar incelendiğinde, kaza analizini konu alan çalışmaların tespit edilen tüm çalışmaların % 62'sini operasyonel analizi konu alan çalışmaların ise tespit edilen tüm çalışmaların %38'ini oluşturduğu görülmüştür. Devamında ise iki ana başlık altında gruplandırılan çalışmalar kendi aralarında incelenerek üzerinde yoğunlaşmış konular tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu doğrultuda öncelikle kaza analizi esaslı risk değerlendirme çalışmalarında ele alınan konular incelenmiş ve çatışma/temas esaslı risk değerlendirme çalışmalarının üzerinde en çok yoğunlaşılan konu olduğu saptanmıştır. Bunun yanı sıra yağ/yakıt taşıması ve karaya oturma ile ilgili çalışmalarda üzerinde yoğunlaşılan diğer önemli başlıkları oluşturduğu görülmüştür. İlgili inceleme neticesinde elde edilen veriler şekil 2.3'de de grafiksel olarak ifade edilmiştir.



Şekil 2. 3 : Kaza analizi çalışmaların dağılımı: 2000-2013.

Bunun beraberinde operasyonel analiz esaslı risk değerlendirme çalışmalar incelendiğinde ise seyir konulu risk değerlendirme çalışmaları üzerinde yoğunlaşıldığı tespit edilmiştir. Devamında ise operasyonel süreçlerin iyileştirilmesine yönelik genel emniyet analizi çalışmaları, pilotaj, kreyn, kargo, demirleme, balast suyu, yükleme, boşaltma, tehlikeli yük taşıma operasyonları gibi pekçok farklı operasyon türüne ait çalışmalar gerçekleştirildiği de saptanmıştır. İlgili analiz sonucunda elde edilen dağılım şekil 2.4’de görsel olarak ifade edilmiştir.



Şekil 2. 4 : Operasyonel risk analizi çalışmalarının dağılımı: 2000-2013.

Şekil 2.3 ve şekil 2.4’de ki grafikler göstermiştir ki mevcut çalışmaların büyük bir çoğunluğu kaza/hata analizi üzerinde yoğunlaşmış; operasyonel analizi konu alan çalışmaların büyük bir kısmı da seyirsel risk değerlendirmesini incelemiş diğer operasyonel süreçlere yeteri kadar önem verilmemiştir. Bu noktada özellikle gemi makine dairesi operasyon ve yönetimi ile ilgili risk değerlendirme çalışmaların kısıtlı sayıda olması bu araştırmanın çıkış noktalarından biridir. Oysaki makine dairesi gemi platformu göz önünde bulundurulduğunda emniyet ve çevre açısından çok kritik öneme sahip sistem ve donanımların yer aldığı, önemli operasyonların gerçekleştirildiği bir bölümdür.

2.3 Risk Değerlendirmesi Üzerine Yöntemsel Yaklaşımlar

Risk değerlendirmesinin içeriği genel hatlarıyla bilinmesine ve mevcut bazı yöntemler kullanılmasına rağmen kapsamının tam olarak ne olduğu, nasıl yapılacağı ve en objektif yöntemin hangisi olduğuna dair tartışmalar halen tüm dünyada devam etmektedir (Yılmaz, 2010). Özellikle operasyonel süreç odaklı çalışmalar üzerine gerçekleştirilen yazın araştırması göstermiştir ki, mevcut risk değerlendirme yöntemleri karma bir şekilde kullanılarak problemin doğası itibarı ile ortaya çıkan kısıt ve engellerin etkisini en aza indirerek en sağlıklı çözüme ulaşılmaya çalışılmıştır.

Bunun beraberinde yazında mevcut olan risk değerlendirme yöntemleri farklı şekillerde sınıflandırılmışlardır. Bu sınıflandırmalardan biride Nas (2007) tarafından gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu sınıflandırmada risk değerlendirme yöntemleri altı ana başlık altında toplanmıştır. Bu başlıklar ve ilgili başlıklar altındaki yöntemler;

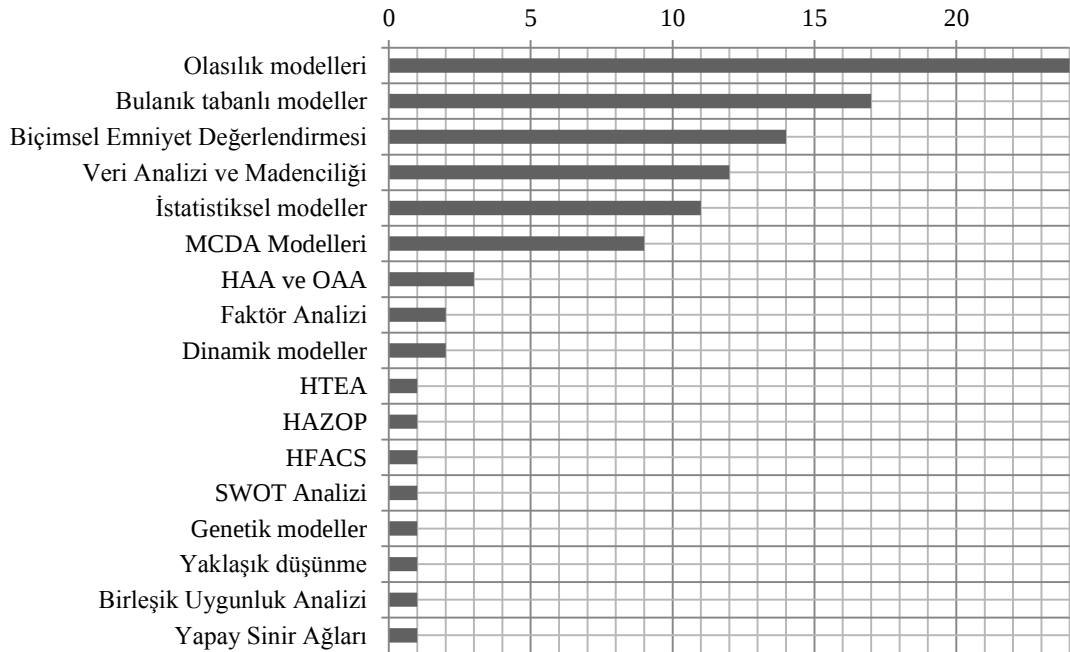
- i) Teknik eksenli yöntemler (Enerji Analizi, HAZOP, Hata Ağacı Analizi, Hata Türü ve Etkileri Analizi, Olay Ağacı Analizi, Sebep - Sonuç Diyagramı, Reaksiyon Matrisi, Sonuç Analiz Modelleri),
- ii) İnsan eksenli yöntemler (İnsan Güvenilirlik Değerlendirmesi, İnsan Hata Tanımlaması, İnsan Hata Oranı Tahmini Tekniği, Kavramsal Güvenilirlik ve Hata Analiz Yöntemi, Görev Analizi, Sapma Analizi),
- iii) Görev analizi yöntemleri (Hiyerarşik Görev Analizi, Kavramsal Görev Analizi),

iv) Yönetim eksenli yöntemler (Yönetim Bakışı ve Risk Ağacı, Uluslararası Emniyet Derecelendirme Sistemi, Emniyet, Sağlık ve Çevre Tetkiki, Emniyet Kültürü Tehlike ve İşletilebilirlik Çalışması),

v) Kaza araştırma yöntemleri (Sapma Analizi, Olay Ağacı Analizi, Hata Ağacı Analizi, Yönetim Bakışı ve Risk Ağacı, Emniyet Fonksiyon Analizleri, Kaza Evrimi ve Bariyer Fonksiyonu, Değişim Analizi, Çok doğrusal Olaylar Sıralaması) ve

vi) Kaba analiz yöntemleri (kontrol listesi kullanımı, kayıtlara geçmiş tehlikelerin dökümü, bilinen tehlikelerin dökümü, benzer kuruluşlarla karşılaştırma, direktif ve normlarla karşılaştırma, kabaca tehlike analizi, Ne - eğer analizi, kaba enerji analizi, kaba sapma analizi) şeklinde sıralanmaktadır.

Yapılan sınıflandırmadan da anlaşılacağı gibi yazında risk değerlendirmesi amacı ile yapılan çalışmalarda kullanılan yöntemler, kullanılmış oldukları uygulama alanlarına, ilgili alanda ele alınacak sorunsalın yapısı itibarı ile ortaya çıkabilecek kısıtlara göre çeşitlilik göstermektedir. Öyle ki yapılan yazın araştırması göstermiştir ki, gemi operasyon ve yönetsel süreçleri üzerine gerçekleştirilen risk değerlendirme çalışmalarında kullanılan yöntemlerde süreçlerin yapısal durumları dikkate alınarak seçilmiştir. Şekil 2.5’de yazın araştırması kapsamında tespit edilen gemi operasyon ve yönetsel süreç odaklı risk değerlendirme çalışmalarında kullanılan yöntemler ve sayısal dağılımları grafiksel olarak ifade edilmiştir.



Şekil 2.5 : Denizcilik alanındaki çalışmaların yöntemsel dağılımı.

Şekil 2.5’de de görüleceği üzere, denizcilik endüstrisinin yapısı itibarı ile mevcut olan belirsizlikler, doğal şartların getirmiş olduğu zorluklar, ve denizcilik endüstrisindeki belkide en büyük problemlerinden biri olan olay / hata / kaza analiz raporlarının sağlıklı bir biçimde tutulmaması, gerçekleşen birçok kazanın raporlanmaması sebebi itibarı ile ortaya çıkan bilgi eksikliği gemi operasyonel süreçlerinde kullanılabilecek yöntem çeşitliliğini sınırlandırmaktadır. Şekil 2.5 incelendiğinde görülmektedir ki gemi operasyonel süreç odaklı risk değerlendirme çalışmalarında kullanılan yöntemler olası tabanlı modeller üzerinde yoğunlaşmaktadır. Olasılık tabanlı modelleri, bulanık tabanlı modeller, istatistiksel modeller ve çok ölçütlü karar analizi modelleri izlemektedir.

2.4 Denizcilik Endüstrisinden İzlenimler

Uluslararası Denizcilik Örgütü komitelerinde gerçekleştirilen periyodik toplantılar neticesinde gemi üzerinde gerçekleştirilen operasyonel süreçlere yönelik can, mal ve çevre emniyetini en üst düzeye çıkarabilecek kural, kod ve anlaşmalara paralel olarak klas kuruluşlarınca denizcilik firmalarına yeni çıkan kural, kod ve anlaşmalara uyum sağlayabilmeleri amacı ile kılavuzlar yayınlanmaktadır.

Risk değerlendirmesinin 1 Temmuz 2010 tarihi itibarı ile zorunlu hale gelmesinin ardından bir çok farklı klas kuruluşu Uluslararası Denizcilik Örgütü’nün hazırlayıp sunmuş olduğu Biçimsel Emniyet Değerlendirme sistematiğini esas alarak denizcilik şirketlerinin referans alabilecekleri risk değerlendirme kılavuzları yayınlamışlardır (GL, 2010; IACS, 2012; INSB Class, 2010; RINA, 2010). Yayımlanan bu kılavuzlarda risk değerlendirmesinin genel hatları ile ne şekilde yapılabileceği, risk değerlendirmesinin hangi temel adımlardan oluştuğu ve risk değerlendirmesi kullanılabilecek olası yöntemlerin neler olabileceği açıklanmıştır.

Germanischer Lloyd (GL) (2010) yayınlamış olduğu kılavuzda risk değerlendirme adımlarını, yöntemlerini ve gemi üzerinde emniyetin sağlanabilmesi amacı fiziksel, idari ve yönetsel engelleyicilerin neler olabileceğine dair bilgiler vermiştir.

American Bureau of Shipping (ABS) 2000 yılında denizcilik, açık deniz platformları ve gaz endüstrisine yönelik kapsamlı bir risk değerlendirme kılavuzu yayınlamıştır. Bu kılavuzda risk değerlendirmesinde kullanılabilecek yöntemleri tanıtmış, gerek gemi gerek açık deniz platformlarında emniyetin sağlanabilmesi amacı ile

Uluslararası Denizcilik Örgütü tarafından yayınlanmış kural, kod ve anlaşmalar hakkında bilgiler vermiş ve risk esaslı denetimlerin ne şekilde yapılabileceğini değinmiştir.

2.5 Tez İçeriğini Destekleyen Teknik Bilgiler

2.5.1 Uluslararası Emniyet Yönetim (UEY) Kod

Uluslararası Emniyet Yönetim (UEY) Kodu, Uluslararası Denizcilik Örgütü'nün A.741 (18) sayılı kararıyla Kasım 1993 tarihinde kabul edilmiş ve Mayıs 1994 tarihinde SOLAS 1974'ün 9. bölümüne eklenmiş bir kuraldır. Uluslararası Denizcilik Örgütü UEY Kod ile denizcilik firmalarının işletmeleri altındaki gemilerinin can, mal ve çevre emniyetini temin edebilmeleri amacı ile bünyelerinde Emniyet Yönetim Sistemi (EYS) kurmak, uygulamak ve sürdürmek için gerekli asgari yasal gereksinimleri ortaya koymuştur (Pun ve diğ., 2003). Etkin bir EYS ideal performans ölçümüne, iyileştirme gerektiren alanların tespit edilerek yürürlüğe konulmasına imkân sağlar (Ece, 2004).

13 maddelik bir kararname olan UEY Kod'un ilk on iki maddesi; (1) Genel, (2) Emniyet ve çevre koruma politikası, (3) Şirket sorumluları ve yetkisi, (4) Belirlenmiş kişiler, (5) Kaptanın sorumluluk ve yetkisi, (6) Kaynaklar ve personel, (7) Gemi işletmeleri için planların geliştirilmesi, (8) Acil duruma hazırlık, (9) Raporlar ve uygunsuzluklar, kazalar ve tehlikeli oluşumların analizleri, (10) Gemi ve teçhizatın bakımı, (11) Belgeleme, (12) Şirket doğrulama, gözden geçirme ve değerlendirmesi; deniz emniyeti ve gemilerin yaptığı deniz kirliliğini önlemeye yönelik olup 13. Madde; (13) Sertifikalandırma, doğrulama ve kontrol; bayrak hükümeti, yetkileri ve bir kuruluş tarafından yapılacak sertifika, tahkik etme ve kontrollerle ilgilidir.

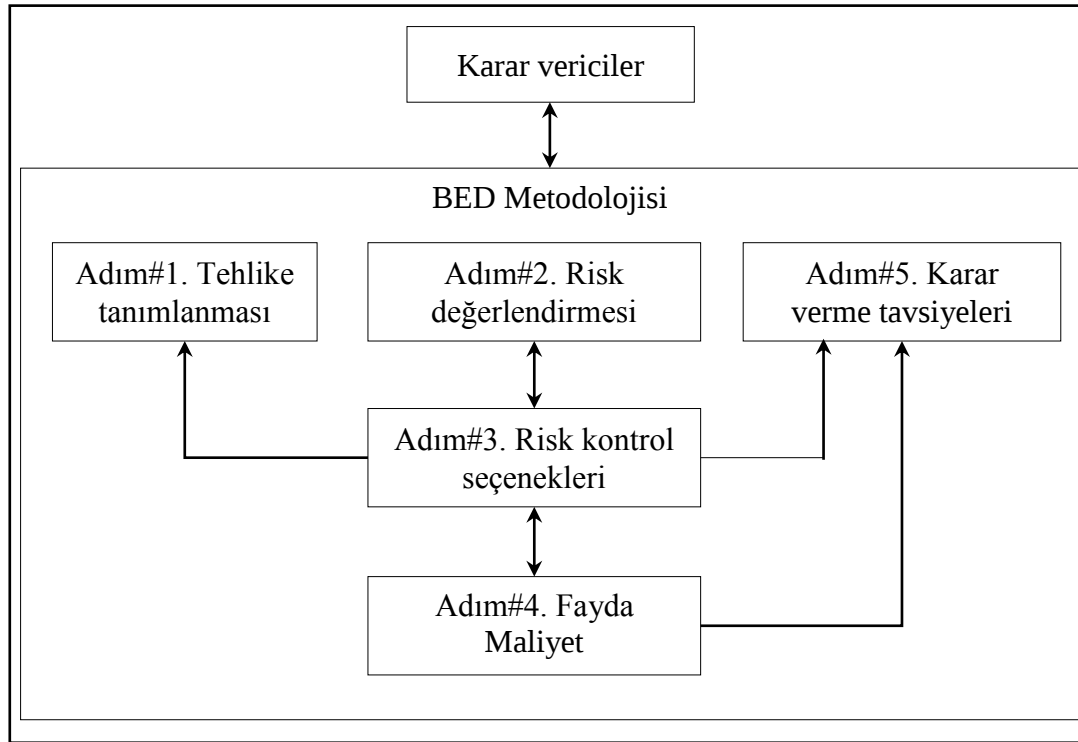
Uluslararası Denizcilik Örgütü, denizcilik alanındaki gelişmelere paralel olarak yayınlamış olduğu kod, kural ve anlaşmalarda zaman içerisinde güncellemeler ve değişiklikler yapmaktadır. Bu doğrultuda Uluslararası Denizcilik Örgütü, UEY Kod'un "1.2.2 Emniyetli Yönetim Amaçları" maddesinde ki "*tanımlanmış tüm risklere karşı emniyet tedbirleri oluştur*" ifadesi "*gemi, personel ve çevre için tanımlanmış tüm riskleri değerlendir ve uygun emniyet tedbirleri oluştur*" olarak değiştirmiş ve tüm denizcilik şirketlerine ve gemi işletmecilerine bünyelerinde bir risk değerlendirme sistemi oluşturmalarını zorunlu kılmıştır. Uluslararası Denizcilik

Örgütü tarafından yapılan UYU Kod’da yapılan ilgili değişiklik bu araştırmanın ortaya konulmasında ki en önemli etkenlerden biridir.

2.5.2 Biçimsel Emniyet Değerlendirmesi (BED)

Biçimsel Emniyet Değerlendirmesi, 1988 Yılında Kuzey Denizi’nde bulunan Piper Alpha açık deniz platformunun patlaması ve 167 kişinin hayatını kaybetmesi üzerine İngiltere Sahil Güvenlik Teşkilatı tarafından Uluslararası Denizcilik Örgütüne önerilmiş ortaya çıkabilecek tüm tehlikeli durumlara karşı önleyici tedbirler alınmasını sağlayacak yapıda rasyonel ve sistematik işlemler bütünüdür. BED, açık deniz platformu ve gemi platformu bünyesinde gerçekleştirilmekte olan operasyonel süreçlere yönelik olarak ortaya çıkabilecek olası tehlikelere karşı gereken tedbir ve önlemlerin alınması ve kontrol edilmesi sağlar.

BED beş basamaktan oluşmaktadır (IMO, 2002); (1) Tehlikelerin tanımlanması, (2) Risklerin değerlendirilmesi, (3) Risk kontrol seçenekleri, (4) Fayda-Maliyet analizi, (5) Karar vericilere öneriler. Uluslararası Denizcilik Örgütü tarafından hazırlanan BED rehber dokümanına göre uygulama akış şeması şekil 2.6’da görsel olarak ifade edilmiştir (IMO, 2002).



şekil 2. 6: BED Metodolojisinin genel akış şeması (IMO, 2002).

Uluslararası Denizcilik Örgütü tarafından 2002 yılında yayınlanmış olan BED bugün birçok klas kuruluşunca yayınlanan risk değerlendirme kılavuzlarının özünü teşkil etmekte ve denizcilik şirketleri bünyesindeki risk değerlendirme sistemlerinin esasını oluşturmaktadır.

2.6 Bulgular ve Değerlendirme

Özellikle denizcilik endüstri paydaşlarını konu alan yöntem tabanlı risk değerlendirme çalışmalarının 2000 yılından sonra yoğunluk kazanması sebebi ile yapılan yazın araştırması 2000 ile 2012 yılları arası için gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda, denizcilik endüstrisi paydaşlarını (açık deniz platformları, limanlar, tersaneler, gemi platformları) konu alan yaklaşık 1400 adet risk değerlendirme çalışması tespit edilmiştir. Tespit edilen bu çalışmalardan gemi platformu üzerinde yürütülen operasyon ve yönetsel süreçleri konu alan çalışmalar Ek A.1’de de görülebileceği üzere kullanmış oldukları risk değerlendirme yöntemlerine, uygulama alanlarına ve yayınlanmış oldukları dergilere göre detaylı bir şekilde incelenmişlerdir. Yapılmış olan bu inceleme neticesinde tespit edilen bulgular sırası ile aşağıda ifade edilmiştir;

(1) Denizcilik endüstri paydaşları için henüz çok yeni bir konu olan risk değerlendirme çalışmalarının yazında da henüz yeteri düzeyde ilgi görmediği, gemi platformu üzerinde yürütülmekte olan operasyon ve yönetim odaklı süreçlere yönelik risk değerlendirme çalışmalarının 2000 ile 2012 yılları arasında toplam 130 makale seviyesinde kaldığı görülmüştür.

(2) Bu çalışmalar içerisinde gemi platformu üzerindeki kritik sistem ve donanımların mevcut olduğu gemi makine dairesinde yürütülen operasyon ve yönetsel süreçlere yönelik çalışmaların yok denecek kadar az seviyede olduğu tespit edilmiştir.

(3) Denizcilik endüstri paydaşlarına yönelik problemlerin genelinde mevcut olan veri eksikliği, yetersiz bilgi düzeyi ve mevcut bilgilerin güvenilirlik seviyesinin net olarak bilinmemesi gibi sorunların üstesinden gelebilmek amacı ile olasılık ve bulanık tabanlı risk değerlendirme yöntemlerinin yoğun olarak kullanıldığı saptanmıştır.

(4) Yazın araştırmasında tespit edilen çalışmalarda kullanılan risk değerlendirme yöntemlerinin büyük bir çoğunluğunun matematik yoğun yöntemler olması sebebi ile

Çalışmaların uygulanabilirlik safhasında yetersiz kaldığı veya uygulamaya yönelik olmadıkları, sektör ihtiyaçlarını göz ardı etmiş oldukları tespit edilmiştir.

(5) Uluslararası Deniz Örgütü ve klas kuruluşlarınca denizcilik şirketleri ve gemi işletmecilerine kılavuz olması amacı ile yayınlanan teknik dokümanların, risk değerlendirme sisteminin oluşturulabilmesi için yeteri düzeyde olmadığı görülmüştür.

Yapılan araştırması neticesinde saptanan eksikliklerin giderilebilmesi, denizcilik endüstrisinde ki emniyet kültürünün gelişmesine katkı sağlamak ve risk değerlendirmesi anlayışına yeni bir bakış sağlayabilmek amacı ile önerilen bu çalışma ile beraber;

(i) Yazında denizcilik paydaşlarını konu alan risk değerlendirme çalışmaları ile ilgili önemli bir boşluk doldurulmuş olacak,

(ii) Bugüne kadar yeteri düzeyde önem verilmemiş olan gemi makineleri operasyon ve yönetimine yönelik bir risk değerlendirme sistemi oluşturulması sağlanacak,

(iii) Uygulanabilirliği yüksek, şirket ve gemi bünyesinde çalışmakta olan personelin karar verme sürecini desteleyecek yapıda bir sistem tasarlanacak,

(iv) Denizcilik şirketleri ve gemi işletmecilerinin gerçek anlamda kaynak olarak alabilecekleri bir çalışma oluşturulacak,

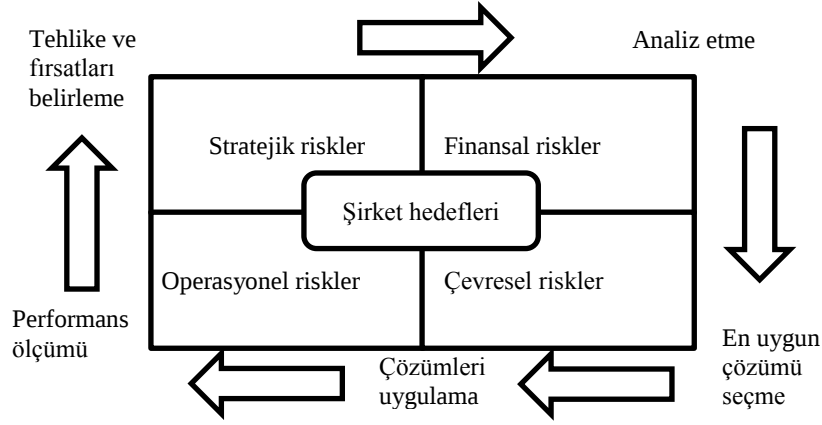
(v) Denizcilik endüstrinde özellikle risk değerlendirme çalışmalarında ortaya çıkan mevcut veri ve bilgi eksikliğinin ortadan kaldırabilmesi amacı ile oluşturulacak Denizcilik Operasyonel Risk Veri Takip Sistemi için ön çalışma niteliğinde bir eser ortaya konulacaktır.

3. RİSK YÖNTEM SÜRECİ

3.1 Genel Bilgiler

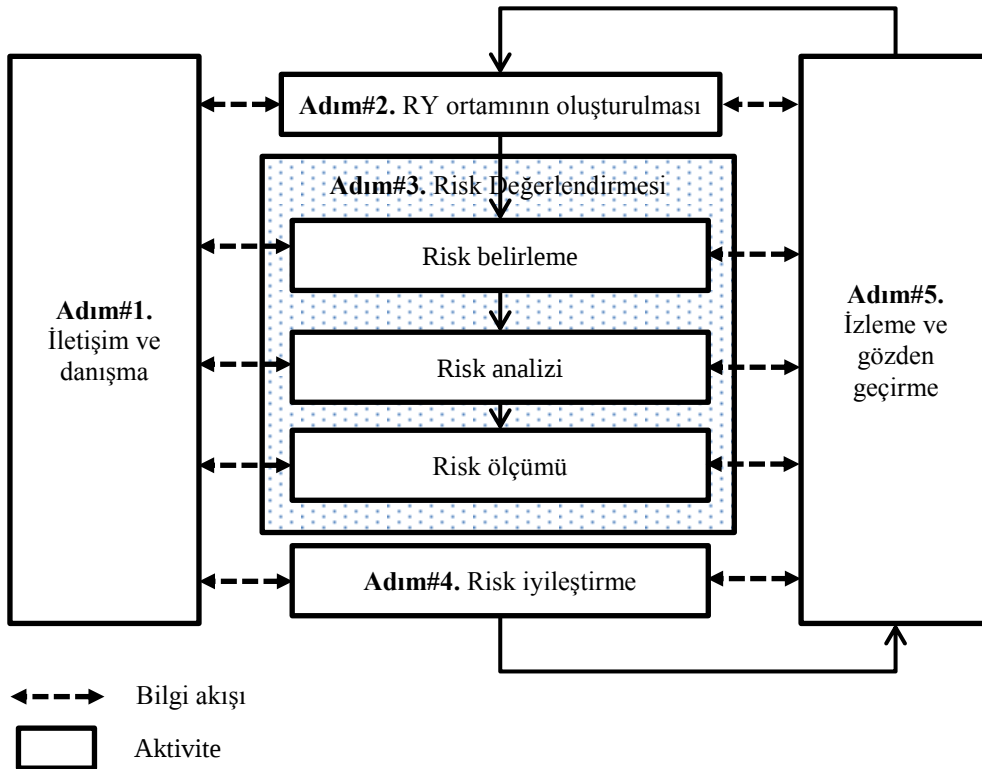
Ulusal ve uluslararası alanda rekabetin her geçen gün artarak devam ettiği günümüz dünyasında arzu edilen hedeflere ulaşılması ve gerçekleştirilmesi, yüksek rekabet ortamında birçok iç ve dış olayların etkisi altında kalan kuruluşları oldukça zorlamaktadır (BSI, 2012). Hedeflerin gerçekleştirilmesine etki edebilecek her olay ve durumun meydana gelme olasılığını tahmin edebilmek, riskleri bu şekilde önceden görülebilir hale getirmek, riskleri ölçmek, değerlendirmek, devamında kabul edilebilir değerler içerisinde olmayan risklere karşı önceden tedbirler almak ve bunu bir yönetim biçimi olarak benimsemek risk yönetimi felsefesinin temelini oluşturmaktadır (BSI, 2012; Collier, 2009; Gantz ve Philpott, 2012). Belirlenen potansiyel risklerin kuruluş açısından tehlikeye dönüşmeden, sistematik bir biçimde, olası zararların etkisini azaltıcı yönde ve verilere dayalı bir anlayış çerçevesinde yönetilmesi gerekmektedir (BSI, 2012). İç ve dış paydaşlarla iletişim sağlayarak risk kriterlerinin belirlenmesi, risklerin saptanması, risklerin ölçümlemesi, risklerin analizi, risklerin değerlendirilmesi, risklerin önceliklendirilmesi, izleme ve gözden geçirme sistemiyle risk yönetimi süreci oluşturulur (BSI, 2012; BS ISO 31000, 2009; BS EN 31010, 2010; BS 31100, 2011). Kuruluşların sürdürülebilirliklerini sağlayabilmeleri ve uluslararası arenada rekabet edebilir seviyeye çıkabilmeleri için risk yönetimi vazgeçilmez bir unsurdur. Risk yönetim süreci kuruluş genelinde olan ve oluşturulan stratejilerin paralelinde bir yönetim anlayışı tesis etmek, kuruluşu etkileyebilecek potansiyel olayları tanımlamak ve yönetmek amacıyla tasarlanan bir süreçtir (BSI, 2012, Robertson, 2013).

Risk yönetimi süreci, şekil 3.1’de görsel olarak ifade edilmiş bulunan ve kuruluş hedeflerini tehdit eden finansal, stratejik, operasyonel ve çevresel riskleri ve olası sonuçlarını en azlamayı hedefleyen birbiri ile aralarında sürekli bilgi akışı mevcut sistematik adımlardan oluşmaktadır.



Şekil 3.1 : Risk yönetim süreç döngüsü (TÜSİAD, 2008).

Risk yönetiminin temel adımları, İngiliz Standartları Enstitüsü (BSI) tarafından 2009 yılında yayınlanan “Risk yönetimi - prensip ve esasları” adlı BS ISO 31000:2009 kodlu ve 2011 yılında yayınlanan “Risk yönetimi - BS ISO 31000 uygulama kodu ve esasları” adlı BS 31100:2011 kodlu standartları referans alınarak şekil 3.2’de şematik olarak sunulmuştur. Bu bölümün, devamında şekil 3.2’de ki akış şemasında sunulmuş bulunan risk yönetim süreç adımları detaylı olarak anlatılacaktır.



Şekil 3.2 : Risk yöntem süreç akış şeması (BSI ISO 31000, 2009; BSI 31100, 2011).

3.2 Risk Yönetim Süreci Adımları

3.2.1 İletişim ve danışma

Risk yönetim sürecinin ilk adımını iletişim ve danışma oluşturmaktadır. Risk yönetimi süreci boyunca karar alıcılardan menfaat sahiplerine yapılacak tek yönlü bilgilendirme yerine iç ve dış paydaşlar ile kuruluş arasında kurulacak iletişim ve danışma ağı kurulacaktır. İletişim ve danışma ağı içerisinde oluşturulacak yapı; risklerin tanımlanması, olası nedenlerinin ortaya konması, eğer biliniyor ise olası sonuçların neler olabileceği ve riskleri iyileştirebilmek için alınacak önleyici tedbirlerin belirlenmesinde etkin rol alacaktır (BSI ISO 31000, 2009).

Kurulması istenen iletişim ve danışma ağı yaklaşımı ile (BSI ISO 31000, 2009; Gantz ve Philpott, 2012);

- i) Kuruluşun mevcut durumun net bir biçimde ortaya konulması sağlanacaktır.
- ii) Paydaşların ilgi alanları anlaşılacak ve dikkate alınacaktır.
- iii) Risklerin belirlenmesine katkı sağlanacaktır.
- iv) Farklı alanlardan uzmanlar bir araya getirilerek sağlıklı bir risk analizi yaklaşımı tesis edilecektir.
- v) Risklerin değerlendirilmesinde farklı düşünce ve görüşler dikkate alınacaktır.
- vi) Risk iyileştirme planının güvenilirliği en üst seviyeye çıkarılarak tüm paydaşların destekleyip onayladığı bir plan olacaktır.
- vii) Risk yönetimi esnasında kuruluş bünyesinde uygun bir değişim yönetimi geliştirilmesi sağlanacaktır.
- viii) Uygun bir içsel ve dışsal iletişim ve danışma planı geliştirilmiş olacaktır.

İfade edilmiş olan bu katkılar göstermektedir ki; iletişim ve danışma doğru, anlamlı, kesin ve anlaşılabilir değişime sahip bilgiye ulaşılmasına olanak sağlamakta ve kişisel bütünlük ve güvenilirliğe sahip bakış açılarının dikkate alınmasını sağlayan risk yönetimi içerisindeki önemli bir adımdır.

3.2.2 Risk yönetimi ortamının oluşturulması

Risk yönetimi süreci içerisinde iletişim ve danışma adımı tamamlandıktan sonra geçilen diğer adım risk yönetimi ortamının oluşturulduğu adımdır. Bu adımda kuruluşun hedeflerini, risklerin yönetilmesinde dikkate alınması gereken iç ve dış parametreleri ve kuruluş bünyesindeki tüm süreçlerin amaç ve risk kriterlerini açık

bir şekilde ortaya koyması gerekmektedir (BS ISO 31000, 2009; Gantz ve Philpott, 2012; Robertson, 2013).

Risk yönetimi ortamının oluşturulmasında gerçekleştirilen ilk aşama kuruluşun dışsal durumunun tespit edilmesidir. Dışsal durum; (i) sosyal, kültürel, politik, hukuki, düzenleyici, finansal, teknolojik, ekonomik ve rekabetçi özelliklere sahip ulusal, uluslararası, yerel veya bölgesel bir çevre, (ii) kuruluşun hedefleri üzerinde etkisi bulunana kilit etmen ve eğilimler ile (iii) dış paydaşların algı ve değerleri ile olan ilişkileri içermektedir. Dış paydaşların hedef ve ilgilerinin dikkate alınarak risk kriterlerinin tespit edilmesi dış durumun belirlenmesinde son derece önemlidir (BS ISO 31000, 2009; Gantz ve Philpott, 2012; Robertson, 2013).

Dışsal durum tespit edildikten sonra kuruluşun hedeflerine ulaşabilmek için başarıyı aradığı ve risk yönetimi ortamının oluşturulması için gerekli ikinci aşaması olan içsel durum tespiti gelmektedir. Risk yönetim sürecinin kuruluşun kültürü, süreçleri, yapısı ve stratejileri ile paralellik arz etmesi son derece önemlidir. İçsel durum, kuruluşun risk yönetimi anlayışına etki edebilecek organizasyon bünyesindeki herşeyi kapsamaktadır. Organizasyonun hedeflerine ulaşmasında risk yönetimi anlayışının önem arz etmesi, bir proje, süreç veya operasyona ait amaç ve kriterlerin belirlenmesinde kuruluşun hedeflerinin dikkate alınıyor olması ve bazı kuruluşların stratejilerini, projelerini veya işletme amaçlarını başarı ile tamamlayabilmeleri için ihtiyaç duydukları fırsatları fark etmemeleri ve bu durumda kuruluşun kararlılık, itibar, güven ve değerini zedelemesi içsel durumun tespit edilmesini zorunlu kılmaktadır (BS ISO 31000, 2009). İçsel durum; (i) yönetim, organizasyonel yapı, pozisyonlar ve sorumluluk alanlarını, (ii) prensipleri, ulaşılmak istenen hedefleri ve stratejileri, (iii) kaynakları, bilgi ve yetenekleri, (iv) iç paydaşların algı ve değerleri ile olan ilişkisini, (v) kuruluşun kültürel felsefesini, (vi) bilgi sistemini, bilgi akışını ve karar verme süreçlerini ve (vii) kuruluş tarafından benimsenmiş standartları, esasları ve modellerden oluşmaktadır (BS ISO 31000, 2009).

Risk yönetimi ortamının oluşturulmasında üçüncü aşamayı risk yönetim çerçevesinin belirlenmesi almaktadır. Bu aşamada, risk yönetim sürecinin uygulandığı süreçler doğrultusunda kuruluşun ulaşmak istediği hedefler, stratejiler ve parametreler tespit edilmelidir. Beraberinde, ihtiyaç duyulabilecek kaynaklar, sorumluluklar ve tutulacak kayıtlarda ayrıca tespit edilmesi gereken hususlardır.

Risk yönetim çerçevesinin oluşturulması organizasyonun ihtiyaçlarına göre değişiklik göstermekte olup; (i) risk yönetiminin hedef ve amaçlarının belirlenmesi, risk yönetimi süreci içerisindeki sorumlulukların belirlenmesi, (ii) yürütülecek olan risk yönetimi sürecinin amacını, derinliğini, genişliğini, özel ilave ve istisnaların tanımlanması, (iii) faaliyet, süreç, fonksiyon, proje, ürün, servise veya varlıkların zaman ve mekânsal olarak tanımlanması, (iv) kuruluşun özel ve diğer proje, operasyon ve faaliyetleri arasındaki ilişkilerin tanımlanması, (v) risk değerlendirme yöntemlerinin belirlenmesi, (vi) risk yönetimi içerisinde gerçekleştirilecek performans ve verimlilik değerlendirme yollarının saptanması, (vii) çalışma kapsamının belirlenerek, ilgili çalışmanın uzantıları ve hedeflerinin, kaynak gereksiniminin tespit edilmesi risk yönetim çerçevesinin oluşturulmasında gereken ana unsurlardır. (BS ISO 31000, 2009; BS EN 31010, 2010).

Risk yönetimi ortamının oluşturulması, risk yönetimi yaklaşımının içinde bulunduğu çevrenin şartlarına, kuruluşun yapısına ve ulaşılmak istenen hedefi tehdit eden risklere tam anlamı ile bir bütün haline gelmesini sağlayacaktır.

Risk yönetimi ortamının oluşturulmasında dördüncü ve son aşamayı risk kriterlerinin belirlenmesi oluşturmaktadır. Bu aşamada kuruluş kendisi için tehdit oluşturabilecek risklerin ne derece önem seviyesine sahip olduklarını saptayabilmek amacı ile risk kriterlerini kullanacaktır. Kriterlerin organizasyonun değer, amaç ve kaynaklarını yansıtabilecek özelliklere sahip olması gerekmektedir. Kriterlerin bir kısmı kuruluşun tabi olduğu hukuki ve düzenleyici gereksinimler, kurallar dikkate alınarak tespit edilmelidir. Ayrıca tespit edilen kriterler kuruluşun risk yönetim süreci başında belirlenen risk yönetim prensipleri ile tutarlı bir yapıya sahip olmalıdır.

Risk kriterleri belirlenirken dikkate alınması gereken faktörler sırası ile (BS ISO 31000, 2009; BS EN 31010, 2010); (i) olası neden ve sonuçların doğası, türü ve ölçüm şekilleri, (ii) olasılıkların nasıl belirleneceği, (iii) olasılık ve sonuçların zaman dilimi, (iv) risk seviyesinin nasıl belirleneceği, (v) paydaşların görüşleri, (vi) kabul edilebilir risk seviyesi ve (vii) risklerin bütünleştirmesinin nasıl ve ne ile yapılacağıdır.

3.2.3 Risk değerlendirme

Risk yönetimi ortamı oluşturulduktan sonra uygulanacak diğer adım risk değerlendirme adımıdır. Risk değerlendirmesi; risk tanımlaması, risk analizi ve risk lme aşamalarından oluşmaktadır (BS EN 31010, 2010).

Risk değerlendirmesinin ilk aşaması olan risk tanımlama aşamasında, kuruluşun risk kaynaklarını, etki alanlarını, olayları, nedenlerini ve olası sonuçlarını belirlemesi gerekmektedir. Bu aşamanın amacı kuruluşun ulaşmak istediği hedeflerden geri düşüren, geciktiren, ulaşmasını engelleyen olayların temelindeki riskleri kapsamlı bir şekilde listeleyebilmektir (Collier, 2009). Listelerin bu aşamada kapsamlı bir şekilde listelenebilmesi çok önemlidir, çünkü risk yönetimi sürecinin ilerleyen adımlarında tespit edilmemiş risklerin belirlenmesi söz konusu değildir. Bu yönü ile risk tanımlaması aşaması, risk yönetiminin en önemli aşamalarından biridir ve diğer tüm aşamalardan farklıdır. Kuruluş içerisindeki potansiyel zarar veya hasar yaratabilecek etkilerin objektif olarak analiz edilmesi gerekmektedir. Risk tanımlama aşaması için birçok analitik yöntem geliştirilmiş olup kuruluşun amaçları, yetenekleri ve karşılaşabileceği risklere göre seçilmektedir. Uygun yöntemin seçilerek kullanımı risk tanımlama aşamasının sistematik olarak gerçekleştirilmesini sağlar. Risk tanımlamasında güncel ve uygun bilgi ihtiyaı son derece yüksek olup yüksek bilgi ve birikime sahip kuruluş personeline bu aşamada görev alması sağlanmalıdır (BS ISO 31000, 2009; BS 31000, 2011; BS EN 31010, 2010).

Risklerin tanımlanmasında kullanılabilecek girdiler; hukuki ve diğer şartlar (mevzuat), çalışanlar ve diğer ilgili taraflardan alınan bilgiler, kaza ve olay kayıtları, uygunsuzluklar, i ve dış denetim raporları, iletişim belgeleri, kuruluşa özgü tipik riskler, kuruluşun süreç ve faaliyetleri hakkında bilgiler, verilerin izlenmesidir. İfade edilen girdiler risklerin belirlenmesi amacıyla değerlendirilir. Bu değerlendirme sonucunda kuruluş bünyesinde ortaya çıkabilecek olumsuz durumları oluşturabilecek olası riskler tanımlanır ve bu tanımlamalara göre kuruluşun risk haritası oluşturulur (BS ISO 31000, 2009; BS 31000, 2011; BS EN 31010, 2010).

Risk haritası oluşturulduktan sonra risk değerlendirmesinin ikinci aşaması olan risk analizi aşamasına geçilir. Bu aşamada, tanımlanan risklerin kaynakları, gerçekleşme olasılıkları ve gerçekleşmeleri durumunda ortaya çıkacak olası sonuçlar ile ilgili bir analiz yürütülmektedir. Bu sayede, risk ölçümü ve risk iyileştirme aşamalarına riskin

iyileştirmeye ihtiyacı olup olmadığının tespit edilmesi ve en uygun risk iyileştirme stratejisi karar verilmesini sağlayacak girdiyi sağlamaktadır (BS ISO 31000, 2009; BS 31000, 2011; BS EN 31010, 2010).

Bu analiz içerisinde hesaplanan risk seviyesinin güvenilirliğinin ve hassasiyetinin en üst düzeyi çıkarılabilmesi için karar vericilere ve paydaşlara etkili bir iletişim sağlanmalı, önkoşullar ve varsayımlar dikkate alınmalıdır. Analizi gerçekleştiren uzmanlar arasındaki görüş farklılıkları, belirsizlikler, kullanılabilirlik, süreç içindeki kısıtlar muhakkak dikkate alınmalıdır (BS ISO 31000, 2009; BS 31000, 2011; BS EN 31010, 2010).

Bir diğer aşama olan risk ölçümünde, risk analizi aşamasında tespit edilen gerçekleşme olasılıkları, olası sonuçlar ve sonuç olasılıkları kullanılarak risklerin derecelendirmesi yapılır, gerekli kontrol ölçümlerinin yapılması için prosedürler oluşturulur ve risk seviyelerinin kabul edilebilirliğinin önceden tesis edilmiş kriterler ile kıyaslaması yapılır. Kalan risklerin kabul edilebilirlik değerlendirmesi, ihtiyaç duyulan her ilave risk kontrol önleminin belirlenmesi, risk kontrol önlemlerinin riski kabul edilebilir bir seviyeye indirmeye yetip yetmeyeceğinin değerlendirilmesi yapılır. Risk ölçümü aşamasında, riskin kabul edilebilirliğine karar vermek için, riskin önemi üzerinde kapsamlı olarak karar verilir. Bir başka deyişle risk ölçümü, riskin kabul edilebilir düzeyde olup olmadığını belirleme yâda ilave tedbirler ile riski kabul edilebilir düzeye indirmek maksadıyla uygulanır (BS ISO 31000, 2009; BS 31000, 2011; BS EN 31010, 2010).

3.2.4 Risk iyileştirme

Risk yönetimi süreci içerisinde risk değerlendirme adımında elde edilen sonuçlar doğrultusunda üzerinde iyileştirici faaliyetler yapılması gereken riskler ortaya konulmuştur. Risk iyileştirme adımında ise, öncelikle risk yönetim süreçleri içerisinde iyileştirme ihtiyacı duyulan risklere yönelik seçenekler belirlenmektedir. Devamında ise seçeneklerden en uygun olanına karar verilmekte, uygulama planları hazırlanmakta, uygulaması gerçekleştirilmekte ve iyileştirme ihtiyacı duyulan risklere ne tür iyileştirmeler yapılacağı belirlenmektedir (BS ISO 31000, 2009; BS 31100, 2011; Collier, 2009; Gantz ve Philpott, 2012; Hussain, 2000; Kenett ve Raanan, 2011).

Risk iyileştirme döngüsel bir süreç olup döngüsel süreç içerisinde adımlar sırası ile: (i) risk iyileştirmesi yapılan riskin revize edilmiş risk değerini belirlemek, (ii) revize edilmiş risk değerinin kabul edilebilir olup olmadığının belirlemek, (iii) eğer kabul edilebilir değil ise, yeni bir risk iyileştirme gerçekleştirmek ve (iv) yapılan iyileştirmenin etkinliğini tespit etmektir (BS ISO 31000, 2009; BS 31100, 2011).

Risk iyileştirme seçenekleri; öncelikle tehlikelerin bertaraf edilmesi ve riskin ortadan kaldırılması prensibini yansıtmalıdır. Eğer risk ortadan kaldırılamıyorsa azaltılma yoluna gidilmelidir. Riskin ortaya çıkma ihtimalinin önlenmesi, azaltılması veya hasarın potansiyel şiddet derecesinin azaltılması sırası ile amaçlanır (BS ISO 31000, 2009; BS 31100, 2011).

En uygun risk iyileştirme seçeneğine karar verilmesi, seçeneğin uygulanmasından doğacak maliyet ve/veya çabanın seçeneğin uygulanması ile hukuki, sosyal, çevresel boyutta sağlayacağı fayda dengesini temel almaktadır. Verilen kararlarda seçeneklerin ekonomik zeminde fayda sağlamasa da ilgili risk üzerindeki etkisi de dikkate alınabilmektedir (BS ISO 31000, 2009; BS 31100, 2011).

Yapılan iyileştirmelerde bir veya birden fazla seçenek ayrı ayrı veya beraber olarak düşünülüp uygulanabilmektedir. Risk iyileştirme seçenekleri tespit edilirken kuruluş paydaşların algı ve değerlerine önem vermelidir. Bu doğrultuda hazırlanan risk iyileştirme planında uygulanacak risk iyileştirme seçenekleri önceliklendirilmelidir. Hazırlanacak olan plan ayrıca;

- i) İyileştirme seçeneklerinin kazandıracakları fayda ve/veya faydaları,
- ii) Önerilen eylemleri
- iii) Gayri nakdi kredi ve yükümlülükleri de içeren kaynak gereksinimleri
- iv) Performans ölçümü ve kısıtları
- v) Raporlama ve izleme gereksinimleri
- vi) Zaman ve planlamalarını

açık bir şekilde ortaya koymalıdır (BS ISO 31000, 2009; BS 31100, 2011).

3.2.5 İzleme ve gözden geçirme

Risk yönetim sisteminin ihtiyaçlara ne derece etkin bir şekilde cevap verebildiği ve/veya ne derece etkin olarak kullanılabildiğinin takip edilmesi sürekli başarı için son derece önemlidir. Riskin belirlenmesi, analiz edilmesi, önceliklendirilmesi ve riski ortadan kaldırmaya/azaltmaya yönelik yapılacak iyileştirme faaliyetlerinden sonra sürecin izlenmesi ve gözden geçirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla sayısal ve sayısal olmayan performans ölçüm teknikleri belirlenerek uygulamaların performansı sürekli olarak yakından izlenmelidir (BS ISO 31000, 2009; BS 31100, 2011; TÜSİAD, 2008). Bu kapsamda sonuçlar da riske göre ayarlanmış yöntemlerle değerlendirilmeli ve böylelikle risk yönetim uygulamalarının sonuçlarının, genel işletme sonuçlarına ne derece yansıdığı belirlenmelidir (TÜSİAD, 2008). Kurumlar çeşitli nedenlerle sürekli bir değişim içerisindedir. Kimi sektörlerde ve işlerde bu değişim daha az hissedilirken kimilerinde çok yoğun bir şekilde hissedilmektedir. Başarılı kurumları diğerlerinden ayıran en önemli özellik bu değişime zamanında ve doğru tepkiler vermeleri ve değişime hızlı uyum sağlamalarıdır (Gantz ve Philpott, 2012; Kenett ve Raanan, 2011; Robertson, 2013; TÜSİAD, 2008, Wheeler, 2011). Risk yönetim sistemi de sürekli değişen bir kurumun bir parçası olarak sürekli gelişmek ve kendisini yenilemek zorundadır (Gantz ve Philpott, 2012; Kenett ve Raanan, 2011; Robertson, 2013; TÜSİAD, 2008). Aksi takdirde kurumun karşı karşıya olduğu birçok yeni riskin algılanmasında ve bu risklere cevap verilmede geç kalınabilir (Gantz ve Philpott, 2012; Kenett ve Raanan, 2011; Robertson, 2013; TÜSİAD, 2008).

Sürekli izleme ve gözden geçirme işlemi risk yönetim sürecinin tüm boyutlarını kapsamakla beraber (i) tasarım ve operasyon içerisindeki kontrollerin etkin ve verimliliğinin korunması, (ii) risk değerlendirmesini geliştirmek için ileri düzeyde bilgi edinilmesi, (iii) tehlikeli yaklaşımlar, değişimler, başarı ve hatalar üzerinde analizler gerçekleştirerek dersler çıkarılması, (iv) iç ve dış durumlardaki değişimlerin, kuruluşun risk algısının ve risk önceliklerinin saptanması, (v) görünen risklerin belirlenmesi açısından son derece önemli ve gerekli bir aşımadır (BS ISO 31000, 2009; BS 31100, 2011; BS EN 31010, 2010). Zaman içerisinde risklerin

etkilerini ve ihtimallerini etkileyen faktörler ve dolayısı ile riskleri yönetmek için gerekli faaliyetlerin maliyetleri ve faydaları da değişim gösterebilecektir (TÜSİAD, 2008). Bu sebeple risk yönetimi sürecini sürekli ve sistematik olarak tekrarlamak gereklidir. Risk yönetimi sürecinin etkin bir şekilde izlenebilmesi ve geliştirme önerilerinin oluşturulabilmesi için her adımın uygun bir şekilde belgelenerek kayıt altına alınması gerekmekte olup; varsayımlar, yöntemler, veri kaynakları, analizler, sonuçlar ve alınan kararların sebepleri belgelenmesi gereken temel konular arasındadır (TÜSİAD, 2008).

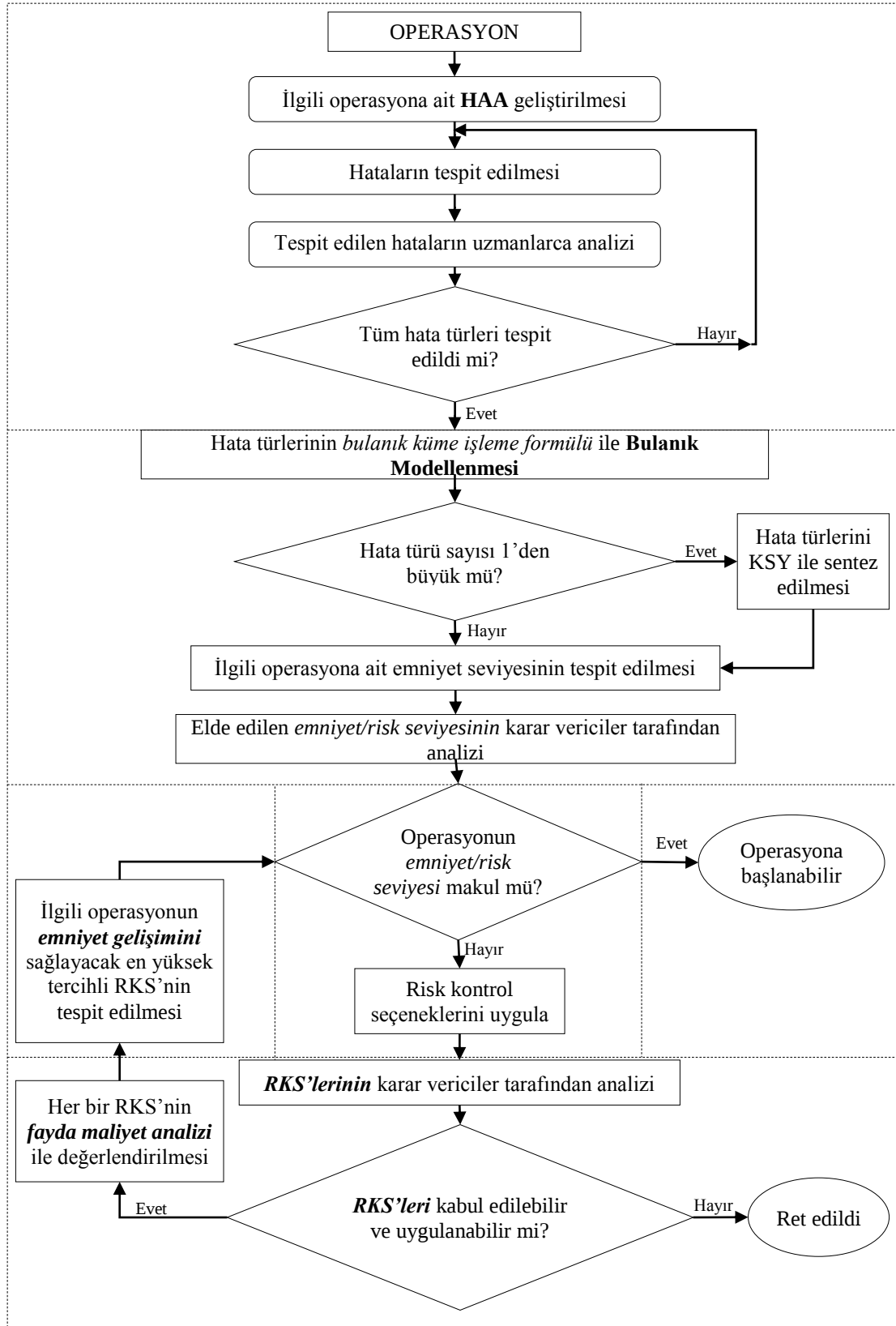
İngiliz Standartları Enstitüsü tarafından yayınlanmış (BS ISO 31000, 2009; BS 31000, 2011; BS EN 31010, 2010) risk yönetimi klavuzları referans alınarak detaylı olarak anlatılmış risk yönetim sürecinin genel yapısı ve uygulama adımları doğrultusunda çalışma kapsamında önerilen risk kontrollü karar verme yaklaşımı geliştirilmiştir. Önerilen yaklaşımın gerek İngiliz Standartları Enstitüsü gerekse de Uluslararası Denizcilik Örgütü tarafından yayınlanmış klavuzlardaki risk yönetimi ve risk değerlendirme yapılarına uyum sağlayabilecek bir yapıda olması sağlanarak uygulanabilirliği ve tercih edilirliliğinin en üst düzeye çıkarılması sağlanmıştır. Önerilen yaklaşımın yöntemsel altyapısı dördüncü bölümde detaylı olarak ifade edilmiştir.

4. YÖNTEMSEL YAKLAŞIM

Yazında risk analizi ve değerlendirmesi üzerine olasılık tabanlı yöntemler, istatistiksel yöntemler, bulanık tabanlı yöntemler, çok ölçütlü karar analizi yöntemleri, genel risk yöntemleri (HTEA, HAZOP, HAA, OAA, SWOT Analizi), dinamik tabanlı yöntemler, genetik tabanlı yöntemler gibi pekçok farklı yönteme rastlamak mümkündür. Ancak bu yöntemlerin incelendiğinde birçoğunun; (i) bilgi eksikliği ve belirsizliklerinden kaynaklanan sorunlara çözüm olamadığı, (ii) yoğun matematiksel altyapının uygulanabilirlik aşamasında sorunlar yarattığı, (iii) farklı ölçütler altında bütünleşik bir değer verecek global risk/emniyet değerinin belirlenmesini sağlayacak) yapıya sahip olmadıkları görülmektedir. Dolayısı ile bu araştırma kapsamında ilgili sorunlara çözüm olabilecek bir yöntem üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu doğrultuda, bu bölümün kapsamı içerisinde gemi filo yönetiminin önemli süreçlerinde birini oluşturan operasyon ve yönetsel süreçler için risk değerlendirmesi yapabilmeye olanak sağlayan bir karar verme yaklaşımının genel adımları, önerilen yaklaşımın içerdiği yöntemler ve yöntemlerin matematiksel yapısı detaylı olarak ifade edilmiştir.

4.1 Yöntemsel Çerçeve

Araştırma kapsamında önerilmiş olan karar verme yaklaşımı, Uluslararası Denizcilik Örgütü tarafından önerilmiş olan BED'in genel kurallarını dikkate alarak, bilgi eksikliği ve belirsizlikleri minimize edebilecek, yoğun matematiksel altyapıdan uzak, birden fazla sayıdaki hatanın sistem veya süreç üzerindeki etkilerinin incelenebilmesine olanak sağlayacak yapıya sahip bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımın ilk olarak 1994 yılında Liu ve diğerleri tarafından mühendislik sistemleri emniyet analizi ve sentezini konu alan çalışmada kullanılarak temelleri atılmıştır. 1995, 1996 yılında Wang ve diğerleri ve 1997 yılında Wang tarafından emniyet analizi ve sentezi üzerine yürütülmüş olan çalışmalar bir adım daha ileri götürülmüştür. 2000 yılında Wang tarafından yaklaşım BED ile bütünleştirilerek denizcilik alanında ilk uygulaması ortaya konmuştur.



Şekil 4.1 : Yöntemsel akış diyagramı (Nwaoha ve diğ., 2012).

2012 yılında Nwaoha ve diğerleri tarafından LNG gemi platformlarında uygulanan yöntem ile ilk defa gemi sistem emniyet analizi gerçekleştirilmiştir. Kullanılmış olan bu yöntemin temel esasları referans alınarak gemi filo yönetiminde operasyonel risk kontrolü için bir karar verme yaklaşımı geliştirilmiştir.

Şekil 4.1’de ifade edilmiş olan yöntemsel akış diyagramında da açık bir şekilde görüldüğü üzere önerilen karar verme yaklaşımının ilk ve en önemli adımı; alanında gerekli bilgi ve uzmanlığa sahip kişilerden oluşturulmuş bir ekip tarafından, incelenmekte olan ilgili operasyonel veya yöntemsel süreçte ortaya çıkabilecek olası tehlikelerden yola çıkılarak bu tehlikeleri oluşturabilecek veya tetikleyebilecek muhtemel tüm hataların Hata Ağacı Analizi (HAA) ile hiyerarşik diyagramının çıkarılması, hata türlerinin ve aralarındaki etkileşimlerin ortaya konulmasıdır. Önerilen yaklaşımın ikinci adımında, tespit edilen olası tüm hatalara yönelik hata olasılığı, hata sonuç olasılığı ve sonuç şiddeti parametrelerinin kullanılarak risk hesaplamalarının gerçekleştirilmesi gelmektedir. Gemi platformu üzerinde yürütülmekte olan operasyonel süreçlere ait geçmiş verilerdeki yetersizlikler, belirsizlikler ve verilerin güvenilirlik düzeyinin net olarak bilinmemesi gibi problemler olasılık tabanlı bir risk değerlendirme gerçekleştirilmesini olanaksız kılmaktadır. Bu noktada, önerilen yaklaşım Bulanık Küme Teorisi (BKT) ile desteklenerek incelenen süreçlere ait bilgi yetersiz ve güvenilirlik düzeyi bilinmeyen verilerin işlenmesi temin edilecektir. BKT, her bir hatanın hata olasılıkları, hata sonuç olasılıkları ve sonuç şiddetinin tespit edilmesi aşamasında kullanılacak ve her bir hatanın ilgili operasyonun emniyet seviyesinde yaratmış olduğu etkiler ortaya konulacaktır. Modelleme işlemi gerçekleştirildikten sonra eğer tespit edilen hata sayısı 1’den fazla ise Kanıtsal Sonuçlama Yaklaşımı (KSY)’nin birden fazla ve birbirinden bağımsız ölçütler altında yapılan analiz neticesinde elde edilen sonuçları sentez edebilme özelliğinden istifade ederek ile ilgili operasyona ait bütünleşik emniyet/risk seviyesi belirlenecektir. Tespit edilen bütünleşik emniyet/risk seviyesi kabul edilen makul değerler dahilinde ise operasyona başlanabilecektir. Ancak operasyonun emniyet/risk seviyesi kabul edilebilir değerler içerisinde değil ise ilgili emniyet/risk seviyesini kabul edilebilir değerler içerisine çekebilecek Risk Kontrol Seçenek (RKS)’leri belirlenecektir. Belirlenmiş olan RKS’leri kendi aralarında fayda maliyet analizi yardımı ile önceliklendirilerek ilgili operasyonun emniyet seviyesinin gelişimini temin edebilecek en yüksek tercihli RKS tespit edilecektir. Devamında ise

tespit edilen RKS'nin uygulanması neticesinde ilgili operasyonun bütünleşik emniyet/risk seviyesi kabul edilebilir değerler seviyesine düşer ise operasyona başlanabilecek eğer düşmez ise tekrardan kabul edilebilirliği ve uygulanabilirliği olan RKS'ler arasından en yüksek tercihli yeni bir RKS tespit edilerek ilgili operasyonun emniyet/risk seviyesinin kabul edilebilir değerler arasına düşmesi sağlanacaktır.

Kullanılacak olan karar verme yaklaşımının sağlayacağı avantajlar sıralanacak olur ise; (i) problemin doğasından kaynaklanan belirsizlikler, bilgi eksiklikleri ve yetersizlikleri BKT yardımı ile ortadan kaldırılmış olacak, (ii) KSY ile bugüne kadar sadece tespit edilen hataların ayrı ayrı değerlendirilmesi yapılabilir iken bu yaklaşım ile ilgili operasyona ait bütünleşik emniyet/risk seviyesinde belirlenerek genel bir değerlendirme yapılabilecek, (iii) RKS'leri önceliklendirilerek faydalanıcılara (gemi ve şirket personeli, yöneticilere) karar verme aşamasında kolaylık sağlanacaktır.

4.2 Yöntemsel Altyapı

4.2.1 Bulanık mantık ve bulanık küme kavramı

4.2.1.1 Bulanık mantık

Günlük hayatta kullandığımız birçok terim genellikle belirsizlik içeren bir yapıya sahip olmakla beraber bir şeyi tanımlarken, bir olayı açıklarken, komut verirken ve daha birçok farklı durumda kullandığımız ifadelerde kişiden kişiye ve duruma göre değişen belirsizlik içerirler (Altaş, 1999). Klasik mantığın tanımlayamadığı bu tür belirsizlikler üzerine 19. yüzyılın başlarında birçok filozof kafa yormuştur (Çağman, 2006). Einstein bu durumu: *“Matematiğin kavramları kesin oldukları sürece gerçeği yansıtmazlar, gerçeği yansıttıkları sürece de kesin değildir.”* şeklindeki cümlesi ile ifade etmiştir (Çağman, 2006). 1920'li yıllarda Heisenberg ortaya ilk belirsizlik kavramını atarak bilimi çok değerlilik üzerinde çalışmaya zorlamıştır (Çağman, 2006). Devamında ise Lukasiewicz 1930'ların başlarında üç değerli mantık sistemini geliştirirken, aynı dönemlerde Black'da sürekli değerlere sahip mantığı tanımlamıştır (Çağman, 2006). Lukasiewicz, Gödel ve Black ilk çok değerli mantık ve kümeler üzerine teorik olarak çalışmalarını sürdürmüşler, ancak kendilerine gerçekleştirmiş oldukları çalışmalara yönelik bir uygulama alanı bulamamışlardır (Çağman, 2006). Belirsizliğin, modern anlamda matematiksel

olarak modellenmesinde önemli bir dönüm noktası, California Berkeley Üniversitesi'nden Azeri kökenli Amerikalı Matematikçi Lutfi Askerzade Zadeh'in 1965 yılında yayınlamış olduğu makalede (Zadeh, 1965) bulanık mantık ve dolayısıyla bulanık küme teorisini tanımlamasıyla başlamıştır (Çağman, 2006).

Zadeh 1965 yılında önermiş olduğu bulanık küme teorisi ile matematiğin, dil ve insan zekâsını ilişkilendirebileceğini göstermiş olmasına rağmen bilim camiasından hak ettiği ilgiyi görmediği gibi tenkitlerle karşılanmış ve hatta ABD Ulusal Bilim Vakfı tarafından kaynakların boşa harcanmasına örnek olarak gösterilmiştir (Çağman, 2006). Ancak 1972 yılında İngiltere'de İran kökenli Ebrahim Mamdani'nin bir buhar makinesi için bulanık mantık teorisini kullanarak bir kontrol edici tasarlaması dünyanın ilgisini bu konuya çekmiştir (Çağman, 2006). Bu çalışmaya paralel olarak 1970'li yılların ikinci yarısından sonra Zadeh'in bulanık mantığın belirsizlik içeren problemlere, sistemlere ve/veya süreçlere uygulanabilirliğini açıklayan makaleleri (Zadeh, 1973; Zadeh, 1975a; Zadeh, 1975b; Zadeh 1975c) bulanık küme kavramının farklı alanlarda da kullanılabileceğini göstermiştir. Bulanık mantığın ilk ticari uygulamasının 1980'de Danimarka'da bir çimento fabrikasının kontrolünde kullanılmasından sonra bu konuya olan ilgi giderek artmış ve bulanık mantık ile ilgili birçok farklı araştırma ve mühendislik uygulaması gerçekleştirilerek günümüzdeki doruk noktasına ulaşılmıştır (Altaş, 1999; Çağman, 2006).

Bulanık mantığın başlıca özelliklerini Yaralıoğlu çalışmasında (2004) şu şekilde sıralamaktadır;

- i) doğru, çok doğru, az çok doğru ve benzeri sözel ifade edilebilen dilsel değişkenli doğruluk derecelerine sahip olması,
- ii) geçerliliği kesin olmamakla beraber yaklaşık olan çıkarım kurallarına sahip olması,
- iii) her kavramın bir derecesi olması,
- iv) her mantıksal sistemin bulanık olarak incelenebilecek bir yapıda olması,
- v) bulanık mantıkta bilginin, bulanık kısıtlara ait değişkenlerin esnekliği veya denkliği ile yorumlanmasıdır.

4.2.1.2 Bulanık küme teorisi

Bulanık küme teorisi, Zadeh'in klasik sistem esaslı matematiksel yöntemlerin gerçek dünyadaki pek çok sistemle, özellikle insanları içeren kısmen karmaşık sistemlerle, ilgili problemlere çözüm bulabilme noktasında yetersiz kalmasından hoşnut olmayışı ile doğmuştur. Zadeh'in önermiş olduğu bulanık küme sistemi sözelden sayısala geçiş için bir köprü vazifesi gören bulanık sistemlerin en temel elemanını oluşturmaktadır. Kümedeki her bir birey, çift değerli küme kuramlarında olduğu gibi 'üye' ya da 'üye değil' olarak değil, bir dereceye kadar üye olarak görülür. Bulanık kümede ise, kümeye dâhil olmayan elemanların üyelik değerleri 0, kümeye tam dâhil olanların üyelik değerleri 1, kümeye dâhil olup olmadıkları belirsiz olan elemanlara ise belirsizlik durumuna göre 0 ile 1 arasında değerler atanır (Altaş, 1999). Dolayısı ile bulanık kümedeki elemanlarının her biri 0 ile 1 arasında üyelik değerine sahip olup, küme elemanları bu değeri atayabilen bir üyelik fonksiyonu ile karakterize edilmektedirler (Altaş, 1999). Örneğin bir A bulanık kümesi genel anlamda aşağıdaki gibi gösterilebilir (Altaş, 1999);

$$A = \{(x, \mu_A(x)), \text{öyle ki } x \in X\} \quad (4.1)$$

$$A = \sum_{x_i \in X} \frac{\mu_A(x_i)}{x_i} (\text{ayrık biçim}) \quad (4.2)$$

$$A = \int_x \frac{\mu_A(x)}{x} (\text{sürekli biçim}) \quad (4.3)$$

Bu denklemlerde;

X: uzay kümesi (kesin küme)

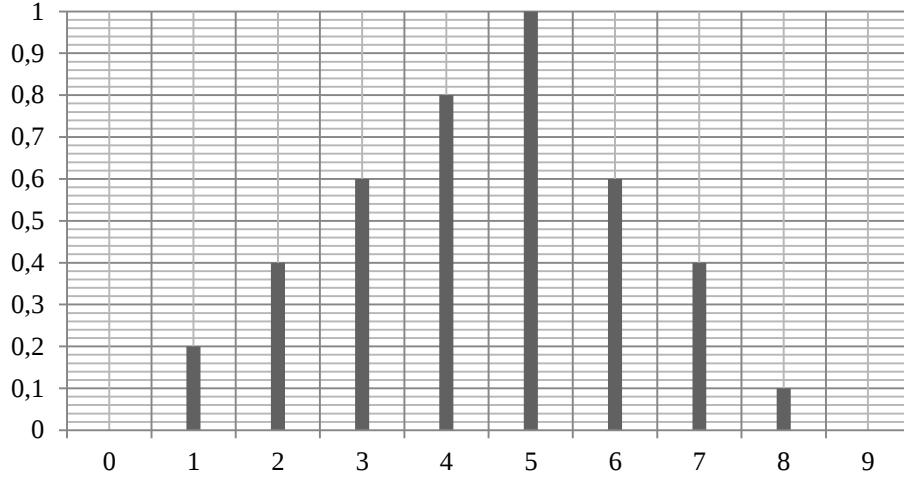
x: uzay kümesinin kesin küme elemanları

A: bulanık küme

$\mu_A(x)$: x sayısının A bulanık kümesindeki üyelik derecesini ifade etmektedir.

Denklem 4.1 ile 4.3 arasında verilen ifadeler, bir bulanık kümenin üyelik fonksiyonları ile karakterize edilmesini göstermektedir. Bu denklemlerde kullanılan Σ ve $\int$ işaretleri toplama ya da integral alma anlamında değil, üyelik fonksiyonlarının birleşimini temsil etmektedirler (Aktaş, 1999). Ayrıca bölme çizgisi de bölme yapmak amacıyla değil, sadece bir işaret olarak kullanılmaktadır (Aktaş, 1999).

Bu doğrultuda ilk olarak ayrık zamanlı bulanık küme örneği verecek olur isek; ayrık biçimde verilen A bulanık kümesi = $\{0/0, 0.2/1, 0.4/2, 0.6/3, 0.8/4, 1.0/5, 0.6/6, 0.4/7, 0.1/8, 0/9\}$, $X=\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$ kesin sayı uzay kümesinde şekil 4.2’de ki grafiksel biçimde ifade edilir.

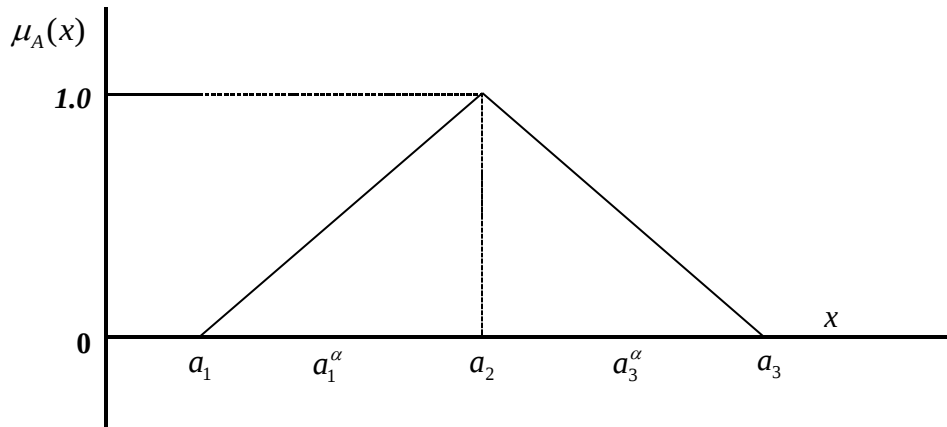


Şekil 4.2 : Ayrık zamanlı fonksiyonlu bulanık küme üyelik fonksiyonu.

Sürekli zamanlı üyelik fonksiyonuna sahip bulanık kümeler genellikle üçgensel üyelik fonksiyonlu ve yamuk üyelik fonksiyonlu kümeler olmak üzere iki başlık altında incelenmekte olup, $\mu_A(x)$ üçgensel üyelik fonksiyonu, (4.4) formülünde tanımlanmış;

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x-a_1}{a_2-a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ \frac{a_3-x}{a_3-a_2}, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0, & x > a_3 \end{cases} \quad (4.4)$$

ve şekil 4.3’de görsel olarak ifade edilmiştir (Triantaphyllou, 2000).



Şekil 4.3 : Sürekli zamanlı bulanık küme üyelik fonksiyonu

4.2.1.3 Bulanık sayılarda işlemler

Bu kısımda bulanık sayılar ile yapılan aritmetik işlemler ele alınmıştır. Bulanık sayılardaki işlemler bulanık üçgensel sayılar üzerinde gösterilmiştir.

$A = (a_1, a_2, a_3)$ ve $B = (b_1, b_2, b_3)$ şeklinde iki üçgensel bulanık sayı olsun. A ve B bulanık sayılarının eşitliği karşılıklı bütün elemanlarının (üyelik fonksiyonlarının) eşitliği anlamına gelir. Matematiksel olarak;

$A = B \Leftrightarrow (a_1, a_2, a_3) = (b_1, b_2, b_3) \Leftrightarrow a_1 = b_1, a_2 = b_2, a_3 = b_3$ şeklinde ifade edilir.

Matematiksel olarak toplama işlemi;

$A \oplus B = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3)$ şeklinde ifade edilir ve sonuç yine bir üçgensel sayıdır.

Matematiksel olarak çıkartma işlemi;

$A(-)B = (a_1 - b_1, a_2 - b_2, a_3 - b_3)$ şeklinde ifade edilir ve sonuç yine bir üçgensel bulanık sayıdır.

Çarpma ve bölme işlemleri sadece pozitif bulanık sayılar üzerinde tanımlanacaktır. Pozitif bulanık sayı alt sınır değeri pozitif olan sayıdır (Çitli, 2006). Bu doğrultuda çarpma işlemi matematiksel olarak ifade edilecek olur ise;

$A \otimes B = (a_1 \times b_1, a_2 \times b_2, a_3 \times b_3)$ şeklinde ifade edilir ve sonuç yine bir üçgensel bulanık sayıdır.

Matematiksel olarak bölme işlemi ise;

$A \oslash B = \left(\frac{a_1}{b_3}, \frac{a_2}{b_2}, \frac{a_3}{b_1}\right)$ şeklinde ifade edilir ve sonuç yine bir üçgensel bulanık sayıdır.

Yukarıda ifade edilmiş bulunan temel matematiksel işlemler dışında ihtiyaç duyulan diğer bulanık tabanlı matematiksel işlemler bulanık sayılarda birleşim ve kartezyen çarpım işlemleridir. Bu doğrultuda ilgili araştırma kapsamında gerçekleştirilen hesaplama işlemlerinde kullanılan kartezyen çarpım işlemi matematiksel olarak;

$\mu_{\tilde{R}}(x, y) = \mu_{\tilde{A} \times \tilde{B}}(x, y) = \min(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(y))$ şeklinde ifade edilir.

Bulanık sayılarda birleşim işlemi için birden fazla sayıda hesaplama yöntemi kullanılmakta olup ilgili araştırmada max-min yöntemi kullanılmıştır. İlgili yöntem matematiksel olarak;

$\mu_{\bar{B}}(y) = \max\{\min(\mu_{\bar{A}}(x), \mu_{\bar{R}}(x, y))\}$ şeklinde ifade edilmektedir.

4.2.2 Hata Ağacı Analizi (HAA)

Hata Ağacı Analizi (HAA), 1962 yılında Bell Telefon Laboratuvarlarında, Minutemen kıtalararası balistik füze hedefleme kontrol sisteminin emniyet değerlendirmesini gerçekleştirmek amacıyla dizayn edilmiş bir yaklaşımdır (Öktem, 2006). Tümünden gelimli mantığa dayanan HAA yaklaşımı, her düzeyde tehlike oluşturabilecek hataların analizini gerçekleştiren bir yaklaşımdır (Hoyur, 2001). Bir mantık diyagramı aracılığı ile eldeki mevcut veriler dahilinde istenmeyen olayın kökündeki sebebe kadar inerek olayı veya kaybı yaratan hataların ve problemlerin olası kombinasyonlarının belirlenmesini sağlamaktadır (Hoyur, 2001). Devamında da, saptanan hataların hata oranı verilerini kullanarak zirve olayın gerçekleşme olasılığını bulmaktadır. (Hoyur, 2001). Tüm bu hataları ve sebeplerini görüntülemeye ise HAA yaklaşımının kendine özgü mantık sembollerinden yararlanılarak gerçekleşmesi istenmeyen zirve olayın soy ağacı çıkarılır (Hoyur, 2001). HAA yaklaşımı, sahip olduğu yapısı itibarı ile risk değerlendirmesi çalışmalarında en sık kullanılan yaklaşımlar arasında yer almaktadır.

HAA yaklaşımının başlıca avantajlarını sıralayacak olur isek (Öktem, 2006);

- i) Özellikle karmaşık sistemlerde ortaya çıkması muhtemel olası tüm hataların belirlenmesine yardım eder,
- ii) Genel bakış açısını kaybetmeden aynı anda tek hata üzerine odaklanmayı mümkün kılar,
- iii) Analiz neticesinde tespit edilen hataların sebebiyet verebileceği sonuçların hangi seviyede olabileceği hakkında genel bir bakış açısı sağlar,
- iv) Yapılan analiz ile yakınlık dereceleri saptanan hataların doğurabileceği sonuçları oldukça hızlı şekilde anlamak mümkündür,
- v) Tespit edilen olası tüm hataların birbirleri arasındaki etkileşimlerin net bir biçimde ortaya konulmasını sağlar.
- vi) Sahip olduğu hiyerarşik yapısı itibarı ile olasılık hesaplarının gerçekleştirilmesine olanak sağlar.

4.2.2.1 Prensipler ve semboller

HAA’da olaylar ve mantıksal kapılar temel kavramlardır (Öktem, 2006). HAA’da “ya - yada” yaklaşımı üzerine kurulmuştur; bir başka deyişle, bir olay **ya** oluşuyordur **yada** oluşmuyordur (Öktem, 2006). Devamında olay ifadesi için doğru veya yanlış ifadeleri kullanılabilir (Öktem, 2006). Bu aynı zamanda ikili mantık temeline dayalı cebirsel terimler 1 (doğru) ve 0 (yanlış) şeklinde ifade edilebileceği anlamına da gelmektedir (Öktem, 2006).

Bir olayı, bir sistemi ya da süreci en alt bileşenlerine ayırarak incelediği için incelenen sistem veya sürece yönelik iyileştirilme yapmaya olanak sağlayacak adımların tespit edilmesine olanak sağlar.

Hata ağacı tasarlanırken kapılar ve olaylar olmak üzere iki tür sembol grubu kullanılmaktadır (Öktem, 2006). Çizelge 4.1’de ifade edilmiş olan sembollerden ilk üçü farklı türdeki olaylar ile ilgilidir (Öktem, 2006). Ve ve Veya kapıları çeşitli olaylar arasında mantıksal bağlantılar sağlamak için kullanılır (Öktem, 2006). Transfer sembolü ağacı birkaç küçük parçaya bölmek için kullanılır (Öktem, 2006).

Çizelge 4.1 : Hata Ağacı Analizinde kullanılan semboller.

Sembol	İşaret edilen	İşlev
	Temel olay	Temel olay veya hata
	Gelişmemiş olay	Gelişmemiş durum
	Olay	Daha temel olaylardan oluşan olay
	Ve kapısı	C çıktı olayı eğer bütün girdi olayları (A ve B) aynı anda oluşuyorsa oluşur
	Veya kapısı	C çıktı olayı eğer herhangi bir girdi olayı oluşursa meydana gelir
	Transfer sembolü	Ağacın başka bir yerde daha ileri noktaya geliştiğini gösterir

4.2.3 Kanıtsal Sonuçlama Yaklaşımı (KSY)

Kanıtsal Sonuçlama Yaklaşımı (KSY), çok ölçütlü yapıya sahip, bilgi eksikliği ve/veya belirsizliğinin mevcut olduğu problemlerin çözümünde bilgi eksikliği ve/veya belirsizliğini dikkate alarak çok ölçütlü değerlendirme sonucunda bütünleşik bir değer elde edilmesini sağlayarak ilgili problemin çözümü noktasında etkili karar almayı temin eden bir yaklaşımdır.

Karar teorisinde, KSY bilgi eksikliği ve rastlantısallık gibi farklı belirsizlikler altında nicel ve nitel ölçütleri inceleyebilen özgün ve kanıtsal bir yapıya sahip Çok Ölçütlü Karar Analizi (ÇÖKA) yaklaşımıdır. KSY farklı karar analizi, belirleme ve değerlendirme süreçlerinde kullanılmaktadır.

KSY karar teorisi içerisinde yer alan fayda teorisi, kanıt teorisi içerisinde yer alan yapay zekâ, istatistiksel analiz ve bilgisayar teknolojisi temel alınarak geliştirilmiştir. Belirsizlik durumunda değerlendirme yapabilmek için kanaat yapısını kullanarak ÇÖKA problemleri içerisindeki belirsizlikleri ortadan kaldırılabilmek amacı ile kanaat karar matrisi oluşturulmaktadır. Devamında ise kanıtsal sonuçlama algoritmasını, ölçüt bazında yapılmış değerlendirmeleri birleştirerek genele yayılmış değerlendirme yapabilmek için; kanaat ve akla yatkınlık fonksiyonu kavramlarını, bilgi eksikliği derecesini ölçebilmek için fayda aralığı oluşturmak amacı ile kullanılmaktadır.

ÇÖKA problemlerinin kanı karar matrisi kullanılarak KSY ile modellemesinin öznetelikleri şu şekilde sıralanabilir;

- i) Seçeneklerin değerlendirmesi kanaat karar matrisi ile geleneksel karar matrisinden daha güvenilir ve gerçeğe daha uygun olarak gösterimlenebilmektedir.
- ii) Tek sayısal değerler, olasılık dağılımı ve kanaat değerli öznel yargılar gibi farklı formattaki verileri sahip oldukları belirsizlikleri de dikkate alarak girdi olarak kabul etmektedir.
- iii) Mevcut olan tüm bilgilerinin farklı veri tiplerinin nitel ve eksik verilerde dâhil olmak üzere içerisine yerleştirilmesine en yüksek düzeyde değerlendirme ve karar verme süreçlerine birleştirilmesine izin vermektedir.
- iv) Değerlendirme çıktılarının daha bildirselsel bir şekilde temsil edilmesini sağlar.

4.3 Önerilen Yöntemin Matematiksel Modeli

Hata türleri ile birleştirilmiş olan bulanık emniyet değerlendirmesi yapabilmek amacı ile hata olasılığı, sonuç şiddeti ve hata sonuç olasılığı parametrelerinin sentezlenmesi gerekmektedir. Bu noktada denklem (4.5)'de ifade edilmiş bulunan bulanık küme manipülasyon formülünden istifade edilecektir (Nwaoha ve diğ., 2012).

$$S_i = C_i \circ E_i \times L_i \quad (4.5)$$

Bu ifade üyelik fonksiyonu denklem (3.6) ile ifade edilecek olur ise,

$$\mu_{S_i} = \mu_{C_i \circ E_i \times L_i} = (\mu_{S_i}^1 \cdots \cdots, \mu_{S_i}^j) \quad (4.6)$$

şeklinde gösterilir. İlgili fonksiyonda ki,

S_i risk/emniyet değeri

C_i i.ci hata türüne ait sonuç şiddetinin bulanık kümesi

$\circ$ bileşim operatörü

$\times$ kartezyen çarpım operatörü

E_i i.ci hata türüne ait hata sonuç olasılığının bulanık kümesi

L_i i.ci hata türüne ait hata olasılığının bulanık kümesi

μ_{S_i} S_i 'nin i.ci tanımlanmış bulanık ayrık kategorisindeki üyelik derecesine göre $(\mu_{S_i}^j (j = 1, 2, 3, \dots, 7))$ tanımlama fonksiyonu

μ_{E_i} E_i 'nin i.ci tanımlanmış bulanık ayrık kategorisindeki üyelik derecesine göre $(\mu_{E_i}^j (j = 1, 2, 3, \dots, 7))$ tanımlama fonksiyonu

μ_{L_i} L_i 'nin i.ci tanımlanmış bulanık ayrık kategorisindeki üyelik derecesine göre $(\mu_{L_i}^j (j = 1, 2, 3, \dots, 7))$ tanımlama fonksiyonu

L, E, C, ve S'nin üyelik değerlerinin seçimi veya tahmini risk analiz ekibi üyelerinin tecrübeleri dâhilinde tespit edilmiştir. Bu doğrultuda L, E, C, ve S'ye ait üyelik değerleri, kategorilerini ve dilsel terimlerini sırası ile çizelge 4.2, çizelge 4.3, çizelge 4.4, ve çizelge 4.5'de ifade edilmiştir (Nwaoha ve diğ., 2012).

Çizelge 4.2 : Hata olasılığı (L) (Nwaoha ve diğ., 2012).

μ_L 'ye ait dilsel ifadeler	Kategoriler						
	1	2	3	4	5	6	7
Çok sık	0	0	0	0	0	0.75	1
Oldukça sık	0	0	0	0	0	1	0.25
Sık	0	0	0	0.75	1	0.25	0
Orta sıklıkta	0	0	0.5	1	0.5	0	0
Düşük sıklıkta	0	0.25	1	0.75	0	0	0
Oldukça düşük sıklıkta	0.25	1	0.75	0	0	0	0
Çok düşük sıklıkta	1	0.75	0	0	0	0	0

Çizelge 4.3 : Hata sonuç olasılığı (E) (Nwaoha ve diğ., 2012).

μ_E 'ye ait dilsel ifadeler	Kategoriler						
	1	2	3	4	5	6	7
Kesin	0	0	0	0	0	0.75	1
Çok kuvvetli ihtimal	0	0	0	0	0	1	0.25
Kuvvetle ihtimal	0	0	0	0.75	1	0.25	0
Nadir	0	0	0.5	1	0.5	0	0
Zayıf ihtimal	0	0.25	1	0.75	0	0	0
Oldukça zayıf ihtimal	0.25	1	0.75	0	0	0	0
Çok zayıf ihtimal	1	0.75	0	0	0	0	0

Çizelge 4.4 : Sonuç şiddeti (C) (Nwaoha ve diğ., 2012).

μ_C 'ye ait dilsel ifadeler	Kategoriler						
	1	2	3	4	5	6	7
Felaket	0	0	0	0	0	0.75	1
Çok ciddi	0	0	0	0.5	1	0.25	0
Ciddi	0	0.25	1	0.5	0	0	0
İhmal edilebilir	1	0.75	0	0	0	0	0

Çizelge 4.5 : Emniyet değerleri (S) (Nwaoha ve diğ., 2012).

μ_S 'ye ait dilsel ifadeler	Kategoriler						
	1	2	3	4	5	6	7
Zayıf	0	0	0	0	0	0.75	1
Orta	0	0	0	0.5	1	0.25	0
İyi	0	0.25	1	0.5	0	0	0
Mükemmel	1	0.75	0	0	0	0	0

Çizelge 4.5’de “zayıf”, “orta”, “iyi”, ve “mükemmel” şeklinde ifade edilen dilsel emniyet terimlerini emniyet skorları ile eşleştirebilmek için (Nwaoha ve diğ., 2012),

$$\begin{aligned}
S_{zayıf} &= C_{yıkıcı} oE_{şüphesiz} \times L_{oldukça sık} \\
S_{orta} &= C_{kritik} oE_{oldukça muhtemel} \times L_{oldukça sık} \\
S_{iyi} &= C_{marjinal} oE_{beklenmedik} \times L_{düşük} \\
S_{mükemmel} &= C_{ihmal edilebilir} oE_{kuvvetle beklenmedik} \times L_{çok düşük}
\end{aligned} \tag{4.7}$$

S_i değerlerinin elde edilmesinden sonra her bir değerin çizelge 4.5’de ifade edilmiş dilsel ifadelere ne derece yakın veya uzak olduğunu tespit edebilmek amacı ile S_i değerleri ile emniyet terimleri arasında ki mesafeler aşağıda ifade edilmiş formül yardımı ile saptanırlar (Nwaoha ve diğ., 2012).

$$\begin{aligned}
d_{i1}(S_i, zayıf) &= \left[\sum_{j=1}^7 (\mu_{S_i}^j - \mu_{zayıf}^j)^2 \right]^{1/2} \\
d_{i2}(S_i, orta) &= \left[\sum_{j=1}^7 (\mu_{S_i}^j - \mu_{orta}^j)^2 \right]^{1/2} \\
d_{i3}(S_i, iyi) &= \left[\sum_{j=1}^7 (\mu_{S_i}^j - \mu_{iyi}^j)^2 \right]^{1/2} \\
d_{i4}(S_i, mükemmel) &= \left[\sum_{j=1}^7 (\mu_{S_i}^j - \mu_{mükemmel}^j)^2 \right]^{1/2}
\end{aligned} \tag{4.8}$$

Aralık değerleri hesaplandıktan sonra en küçük aralık değeri d_{ij} , α_{ij} parametresini hesaplamak için seçilir. S_i değerinin emniyet seviyesini daha iyi bir şekilde ifade edebilmek amacı ile S_i değerinin ve emniyet terimlerinin arasında i göreceli mesafenin tersi (α_{ij}) normalize edilerek yeni β_{ij} indeksi elde edilir (Nwaoha ve diğ., 2012).

$$\alpha_{ij} = \frac{1}{d_{ij}} \quad j = 1,2,3,4 \tag{4.9}$$

Eğer d_{ij} değeri sıfır ise β_{ij} değeri 1’e eşittir ve diğer değerler sıfırdır. Diğer durumlarda β_{ij} şu şekilde hesaplanır,

$$\beta_{ij} = \frac{\alpha_{ij}}{\sum_{m=1}^4 \alpha_{im}} \quad j = 1,2,3,4 \tag{4.10}$$

β_{ij} ($j=1,2,3,4$) değerleri S_i değerinin j.ci emniyet terimine aitlik derecesini ifade etmektedir. Bu doğrultuda,

$$S(S_i) = \{(\beta_{i1}, zayıf), (\beta_{i2}, orta), (\beta_{i3}, iyi), (\beta_{i4}, mükemmel)\} \quad (4.11)$$

ifadesi yazılabilir.

Eğer analizi yapılan operasyona yönelik yapılan risk/emniyet değerlendirme analizinde birden fazla hata türü tespit edilir ise KSY kullanılarak bütünleşik risk/emniyet değeri tespit edilmeye çalışılır. Bu doğrultuda, KSY'nın genel mekanizması iki farklı hata türü için yapılan değerlendirmeler sonucunda tespit edilen risk/emniyet değerlerinin ($S(S_{i1})$ ve $S(S_{i2})$) ne şekilde birleştirileceği ile ilgili olarak matematiksel adımlar aşağıda sırası ile ifade edilmiştir.

Öncelikle denklem 4.12'de matematiksel işlemlerde kullanılacak S_{i1} ve S_{i2} risk/emniyet değerleri ifade edilmiştir (Nwaoha ve diğ., 2012).

$$S(S_{i1}) = \{(\beta_{S_{i1}}^1, zayıf), (\beta_{S_{i1}}^2, orta), (\beta_{S_{i1}}^3, iyi), (\beta_{S_{i1}}^4, mükemmel)\}$$

$$S(S_{i2}) = \{(\beta_{S_{i2}}^1, zayıf), (\beta_{S_{i2}}^2, orta), (\beta_{S_{i2}}^3, iyi), (\beta_{S_{i2}}^4, mükemmel)\} \quad (4.12)$$

$S(S_{i1})$ ve $S(S_{i2})$ 'ye ait göreceli ağırlıklar sırası ile w_1 ve w_2 'dir. $S(S_{i1})$ ve $S(S_{i2})$ için olasılık yoğunlukları (Nwaoha ve diğ., 2012),

$$S_{i1m} = w_1 \beta_{S_{i1}}^m \quad m = 1,2,3,4 \quad (4.13)$$

$$S_{i2m} = w_2 \beta_{S_{i2}}^m \quad m = 1,2,3,4 \quad (4.14)$$

formülleri ile belirlenir. Bununla beraber,

$$\overline{S_{i1H}} = 1 - w_2 = w_1 \quad (4.15)$$

$$\overline{S_{i2H}} = 1 - w_1 = w_2 \quad (4.16)$$

formülleri aracılığı ile diğer hata türlerinin değerlendirme içerisinde önem değerini gösteren $\overline{S_{i1H}}$ ve $\overline{S_{i2H}}$ tespit edilmektedir.

$$\widetilde{S_{i1H}} = w_1 (1 - \sum_{j=1}^4 \beta_{S_{i1}}^j) \quad (4.17)$$

$$\widetilde{S_{i2H}} = w_2 (1 - \sum_{j=1}^4 \beta_{S_{i2}}^j) \quad (4.18)$$

formülleri ile hesaplanan $\widetilde{S_{i1H}}$ ve $\widetilde{S_{i2H}}$ değerleri, $S(S_{i1})$ ve $S(S_{i2})$ değerlendirilmesinde atanmamış bağımsız arta kalan kanaat değerlerini ifade etmektedir.

$$S_{i1H} = \overline{S_{i1H}} + \widetilde{S_{i1H}} \quad (4.19)$$

$$S_{i2H} = \overline{S_{i2H}} + \widetilde{S_{i2H}} \quad (4.20)$$

formülleri ile hesaplanan S_{i1H} ve S_{i2H} , $S(S_{i1})$ ve $S(S_{i2})$ alt kümesinin olası eksikliklerini temsil etmektedir. Birleştirilmiş olasılık yoğunlukları S_{im} ve S_{iH} , temel olasılık yoğunlukları S_{i1m} ve S_{i2m} ve S_{i1H} ve S_{i2H} kullanılarak (Nwaoha ve diğ., 2012),

$$S_{im} = K(S_{i1m}S_{i2m} + S_{i1m}S_{i2H} + S_{i2m}S_{i1H}), m = 1,2,3,4 \quad (4.21)$$

$$S_{iH} = K(S_{i1H}S_{i2H}) \quad (4.22)$$

$$K = \left[1 - \sum_{T=1}^4 \sum_{\substack{R=1 \\ R \neq T}}^4 S_{i1T}S_{i2R} \right]^{-1} \quad (4.23)$$

formülleri ile hesaplanır.

Birleştirilmiş değer ise

$$\beta_i^m = \frac{S_{im}}{1 - S_{iH}}, m = 1,2,3,4 \quad (4.24)$$

formülü ile hesaplanır. HAA analizi ile tespit edilmiş olan hata türlerinin risk/emniyet seviyelerini tespit etmek için bulanık emniyet tahminlerinin kesin değerleri, öncelik değer formülünü ifade eden denklem (4.25) yardımı ile hesaplanır.

$$Q_i = \sum_{m=1}^4 \beta_i^m \times V_m \quad (4.25)$$

İlgili formülde V_1, V_2, V_3, V_4 değerleri (Nwaoha ve diğ., 2012),

$$V_1 = \frac{V'_4}{V'_1}, \quad V_2 = \frac{V'_3}{V'_1}, \quad V_3 = \frac{V'_2}{V'_1}, \quad V_4 = 1$$

olacak şekilde ifade edilir. V'_1, V'_2, V'_3 ve V'_4 değerleri sırası ile çizelge 4.5' de ki emniyet ifadesinin dilsel terimleri olan zayıf, orta, iyi ve mükemmel' in ölçeksiz değerlerini temsil etmekte olup, ilgili değerler şu şekilde hesaplanmaktadır (Nwaoha ve diğ., 2012);

$$V'_1 = [0,75/(0,75 + 1)] \times 6 + [1/(0,75 + 1)] \times 7 = 6,571$$

$$V'_2 = [0,5/(0,5 + 1 + 0,25)] \times 4 + [1/(0,75 + 1 + 0,25)] \times 5 \\ + [0,25/(0,5 + 1 + 0,25)] \times 6 = 4,854$$

$$V'_3 = [0,25/(0,25 + 1 + 0,5)] \times 2 + [1/(0,25 + 1 + 0,5)] \times 3 \\ + [0,5/(0,25 + 1 + 0,5)] \times 4 = 3,141$$

$$V'_4 = [1/(1 + 0,75)] \times 1 + [0,75/(1 + 0,75)] \times 2 = 1,428$$

V'_1, V'_2, V'_3 ve V'_4 değerleri aracılığı ile hesaplanan V_1, V_2, V_3 , ve V_4 değerleri yerine koyulduğunda formül denklem (4.26)'da ki (Nwaoha ve diğ., 2012),

$$Q_i = 0,217 \times \beta_i^1 + 0,478 \times \beta_i^2 + 0,739 \times \beta_i^3 + 1 \times \beta_i^4 \quad (4.26)$$

halini alır. Q_i ($i = 1, 2, 3 \dots n$) i. hatanın öncelik değerini ifade etmekte olup, i. hatanın risk derecesini ifade etmektedir. Düşük riskli hatalar yüksek öncelik değerine sahip olacaktır ya da tam tersi şekilde de düşünülebilir.

Yöntemsel altyapısı detaylı olarak ifade edilmiş olan yöntem aracılığı ile personel, gemi ve çevre için gerek hata türleri gerekse de operasyonun geneline yönelik yapılmış olan risk değerlendirmesi neticesinde saptanan risk değerleri içerisinde kabul edilebilir değerler arasında olmayanların kabul edilebilir değerlere indirgenebilmesi için RKSler uygulanmak zorundadır. Bu doğrultuda, öncelikle şekil 4.4'de sunulmuş olan RKS hiyerarşik yapısıda dikkate alınarak RKS havuzu oluşturulmuştur. Devamında ise, uygulanması gereken RKSlerin neler olabileceği ve hangi RKSlerin uygulanabilir olduğuna karar verilmesi noktasında fayda/etki ve maliyet analizi kullanılmıştır.

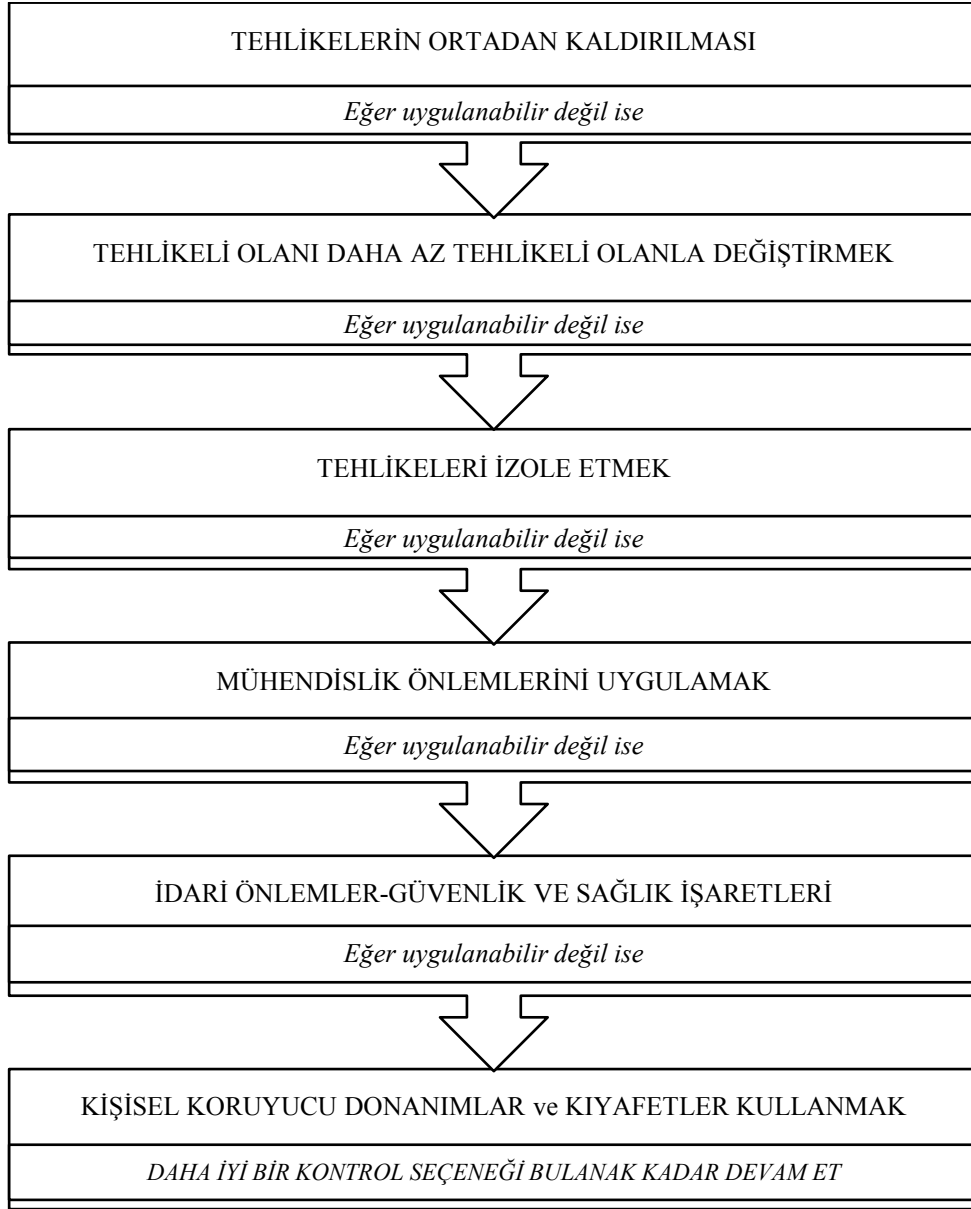
Oluşturulmuş olan havuz içerisindeki RKSlerin önceliklendirilmesinde istifade edilen fayda/etki ve maliyet analizinde RKS'lerin fayda/etki değerlerinin saptanabilmesi amacı ile Çelik ve Kandakoğlu tarafından 2012 yılında önerilmiş olan strateji önceliklendirme çalışmasında kullanılmış ve çizelge 4.6'da sunulmuş olan fayda/etki düzeyleri referans alınmıştır.

Çizelge 4.6 : RKS etki düzeyleri (Çelik ve Kandakoğlu, 2012).

RKS etki düzeyi	Sembol	Etki değeri
Etkisiz		0
Çok zayıf	○	1
Zayıf	●	3
Orta	△	5
Güçlü	□	7
Çok güçlü	■	9

Fayda/etki ve maliyet analizinde değerlendirmesinde maliyeti oluşturabilecek kalemler arasında dokümantasyon maliyetleri, eğitim maliyetleri, önleyici donanım

maliyetleri, denetim ve bakım, tasarım ve inşa, indirgenmiş ticari kullanım, operasyonel kısıtlar (azaltılmış makine yük ve hız), vb. maliyetler yer almaktadır. Tespit edilmiş RKSlerin maliyet değerleri çizelge 4.7’de gösterilmiş olan maliyet ölçek değerleri doğrultusunda tespit edilmiştir.



Şekil 4.4 : Risk Kontrol Seçeneklerinin Hiyerarşik Düzeni.

Çizelge 4.6 ve çizelge 4.7’de verilmiş olan fayda/etki değerleri ve maliyet değerleri kullanılarak, öncelikle RKSlerinin hatalar üzerindeki düzeltici etki değerleri saptanmıştır. Devamında ise, RKSlerin düzeltici etki göstermiş olduğu tüm hatalar için her bir hatanın hata etki değeri ile RKSnin etki değeri çarpılmış ve etki göstermiş olduğu tüm hataların çarpım değerleri toplanarak toplam etki değeri elde edilmiştir.

Çizelge 4.7 : Maliyet ölçek değerleri.

Maliyet	Etki değeri	Maliyet açıklamaları
Çok düşük	1	Doküman bazında yapılması gereken değişiklik ve/veya güncellemeler
Düşük	3	Personel işgücü ve/veya mesai ihtiyacı
Orta	5	Gemi personeline yönelik eğitim programları, önleyici veya uyarıcı donanım ihtiyaçları
Yüksek	7	Operasyonel kısıtlar (azaltılmış makine yük ve hız) getirilmesi
Çok yüksek	9	Tasarım ve inşa odaklı değişiklikler gerçekleştirmek

Sonrasında her bir RKSnin maliyet değeri çizelge 4.7’deki maliyet değerlerine göre atanarak $\frac{\text{fayda/etki}}{\text{maliyet}}$ değeri bulunmuştur. Her bir RKS için bulunan bu değerler normalize edilerek 0-1 aralığında bir değer saptanmış ve saptanan bu değere göre havuzdaki RKSler önceliklendirilmiştir. Her hangi bir hatanın olası oluşumu neticesi ile ortaya çıkabilecek kabul edilemez risk seviyesinin kabul edilebilir değerlere indirgenebilmesi için kullanılacak RKSlere karar verilmesi aşamasında bu önceliklendirmeden istifade edilecektir. Çizelge 4.8’de fayda/etki ve maliyet analizinin daha iyi anlaşılabilmesi için örnek bir hesaplama çizelgesi sunulmuştur.

Çizelge 4.8 : Örnek fayda/etki ve maliyet analizi hesaplaması.

	Hata etki değeri	RKS ₁	Çarpım	RKS ₂	Çarpım
Hata#1	0,2	Δ	1,0	■	1,8
Hata#2	0,3	●	0,9		
Hata#3	0,5	□	3,5	○	0,5
RKS Fayda			5,4		2,3
RKS Maliyet		5		1	
RKS F/M		1,08		2,3	
RKS Normalizi		0,320		0,68	
RKS Önceliklendirme		2		1	

Örnek incelendiğinde RKS2’nin fayda değeri RKS1’in fayda değerinden daha küçük olmasına karşın maliyeti RKS1’e nazaran çok daha düşük olduğu için ilk uygulanacak RKS olarak karşımıza çıkmıştır.

5. DENİZCİLİK ENDÜSTRİSİ UYGULAMASI

Uluslararası Denizcilik Örgütü tarafından önerilmiş olan BED ve genel risk değerlendirme kuralları çerçevesi içerisinde hazırlanmış olan ve bölüm 4’de detaylı olarak anlatılmış olan karar verme yaklaşımının uygulama aşamasında uluslararası taşımacılık yapan üç farklı denizcilik firmasında çalışmalar yürütülmüştür. Denizcilik firmaları bünyesinde gemi operasyonel süreçlerine yönelik yürütülen çalışmalarda “*yağ/yakıt alım operasyonu*” vaka analizi gerçekleştirilecek operasyon olarak seçilmiştir. Bu doğrultuda, bölüm 5.1’de yağ/yakıt alım operasyonuna yönelik genel bilgiler ve ilgili operasyonun emniyetli bir şekilde yürütülebilmesi için öncesinde, esnasında ve sonrasında alınması gereken emniyet tedbirleri, yapılması gereken kontroller detaylı olarak ifade edilmiştir. Bölüm 5.2’de de yağ/yakıt alım operasyonu esnasında ortaya çıkabilecek olası hatalar HAA yöntemi kullanılarak tespit edilmiş olup ilgili operasyona ait hata ağacı diyagramı ortaya konulmuştur. Devam eden diğer alt bölümlerde ise sırası ile hataların bulanık modellenmesi, risk kontrol seçeneklerinin belirlenmesi ve fayda/etki ve maliyet analizi adımları sırası ile anlatılmış olup yapılan uygulama çalışması neticesinde bulunan sonuçlar detaylı olarak ifade edilmiştir.

5.1 Genel Operasyonel Bilgiler

Başta geminin ilerlemesini sağlayan gücü üreten ana makineler olmak üzere gemi platformu bünyesindeki pek çok ana ve yardımcı sistemlerin (ana makine, dizel jeneratörler, kazanlar, acil durum jeneratörleri, vb.) çalışabilmeleri için yağ ve yakıt gereksinimleri bulunmaktadır. Gemi platformunun sağlıklı bir şekilde idare edilebilmesi için ihtiyaç duyulan yakıt miktarı son derece yüksek olup, günümüzde gemi giderlerinin % 70’lik bölümünü yakıt giderleri oluşturmaktadır. Öyle ki yüksek tonajlı tanker gemisi platformlarında ağır fuel oil tank kapasiteleri 4500 m³, dizel oil tank kapasiteleri 600 m³ seviyelerine ulaşmış bulunmaktadır. Dünya ticaretinin % 80’inin denizyoluyla gerçekleştiği gerçeği de göz önüne alındığında dünya denizleri üzerinde taşımacılık yapmakta olan gemiler tarafından ihtiyaç duyulan yağ ve yakıt

miktarları son derece ciddi rakamlara ulaştığı söyleyebilmek mümkündür. Dolayısı ihtiyaç duyulan bu miktarların temini amacı ile gerçekleştirilen yağ/yakıt alım operasyonları gemi platformu üzerinde en sık gerçekleştirilen operasyonların başında gelmektedir. Bu noktada, gemi platformları üzerinde gerçekleştirilmekte olan yağ ve yakıt ile ilgili her türlü operasyonun (ikmal, depolama, tanklar arası transfer) emniyetli bir şekilde yürütülmesi son derece hassas bir konu haline gelmiştir. Öyle ki yağ/yakıt alım operasyonu; gemi platformu üzerinde gerçekleştirilen hayli karmaşık, operasyonel sürecin öncesi ve sonrası da dâhil olmak üzere başlangıcından bitişine kadar her bir yönetim aşaması pek çok farklı ulusal ve uluslararası kural (IMO, 2005) ile belirlenmiş ve oluşabilecek her türlü yağ/yakıt taşıntısında uygulanacak yaptırımların son derece acımasız olduğu bir operasyondur. Çevre, gemi ve gemi personeli için tehlikeler arz eden yağ/yakıt alım operasyonuna yönelik getirilmiş olan ulusal ve uluslararası standartlara ne derece riayet edildiği; şirket içi denetimlerle, klas kuruluşlarınca gerçekleştirilen denetimlerinde, liman ve terminallerde gerçekleştirilen bayrak ve liman devleti denetlemelerinde kontrol edilerek bu konuya gösterilen hassasiyet her geçen gün artarak devam etmektedir. Bunun paralelinde, Uluslararası Denizcilik Örgütü'nün Denizlerin Gemilerden Kirlenmesini Önleme Uluslararası Sözleşmesi, "The International Convention for the Prevention of Pollution from Ships - MARPOL" (IMO, 2005), üzerinde gerçekleştirmiş olduğu yenilikler ve liman devletlerinin kendi karasuları içerisinde geçerli olan ulusal kurallarda ki yaptırımlarının daha da katılaşması ile beraber gemi işletmecileri ve armatörlerin yükümlülüklerine karşı göstermiş oldukları ciddiyet her geçen gün daha da arttırmaktadır.

Günümüzde her ne sebeple ortaya çıkmış olursa olsun, çevre kirliliğine sebebiyet verebilecek tüm tehlikeli oluşumların ortaya çıkma olasılığını en aza indirebilecek emniyet tedbirlerinin geliştirilmesi, tasarlanması ve uygulanması üzerinde yoğun vakit harcanmaktadır. Ancak tüm bu kural, sözleşme, yaptırımlar ve emniyet tedbirlerine rağmen yağ/yakıt alım operasyonu kaynaklı çevre kirlilikleri, personel yaralanmaları ve gemi platformu bünyesinde oluşan zararlar hala ciddi seviyelerdedir. 2010 ile 2011 yılları içerisinde 20 aylık bir süre zarfında Gard AS şirketi bünyesinde kayıt altına alınan yağ/yakıt alım operasyonu kaynaklı 350 kaza tespit edilmiştir (Gard, 2011). Tespit edilen kazaların büyük bir çoğunluğu çevre kirliliğine yol açmış ve çevre kirliliğine yol açan gemilerin sahiplerine ciddi cezai

muayedeler uygulanmıştır. Örneğin, Amerika Birleşik Devleti karasuları içerisinde yakıt alımı gerçekleştirilen bir gemiden beş litre yakıtın frengi deliğinden denize sızması neticesinde gemiye 3000\$ ceza kesilmiştir (Gard, 2011). Bir diğer gemi ise Texas açıklarında yakıt alımı gerçekleştirirken 1000 litre yakıtın deniz yüzeyine yayılması sebebi ile 180.000\$ ceza ödemek zorunda kalmıştır (Gard, 2011). Türkiye karasuları içerisinde gerçekleştirilen bir yakıt alım operasyonu esnasında tespit edilemeyen miktarda yakıtın denize taşması sebebi ile operasyonu gerçekleştiren gemiye 45.000\$ ceza kesilmiştir (Gard, 2011). Bu ve buna benzer birçok farklı yakıt taşıntı kazasını ve bunun neticesinde kesilen cezaları örneklemek mümkündür.

Yağ/yakıt alım operasyonları genel yapısı itibarı ile öncesi, esnası ve sonrası olmak üzere üç aşamalı ve barç, gemi, terminal ve liman devleti idari otoritesi arasındaki iletişim ağının en üst düzeyde olacak şekilde yönetilmesi gereken bir operasyondur. Operasyon öncesinde yapılması gerekenler öncelikle liman devleti idari otoritesinden gerekli izinlerin alınması ile başlar. Gerekli izinler alındıktan sonra ise barç gemiye yanaşmadan önce gerekli emniyet tedbirlerini (ICS ve diğ., 2006; Fleet Management, t.y.); (i) Barçın yakıt alacak gemiye yanaşmaya gitmek için gerekli müsaadeleri almış olması, (ii) usturmaçaların kondisyonlarının iyi olması, (iii) Barçtan gemiye yapılan bağlantıda elektrik yalıtımını sağlayacak ekipmanların yerinde ve kondisyonunun iyi olması, (iv) Yakıt hortumlarının kullanılacak hizmete uygun ve iyi durumda olması, vb.) alması gerekmektedir. Bunun paralelinde de gemi platformu üzerinde de alınması gereken emniyet tedbirlerinin ((i) operasyon esnasında görevde olması gereken personelin sorumluluklarını biliyor olması, (ii) kontrol, havalandırma ve taşıntı araçlarının, pompalarının, kapama valflerinin yerlerini içeren yakıt transfer planının yakıt alım istasyonu mahalline asılması, (iii) gemi ve barç/terminal arasında emniyetli geçiş/giriş düzeninin sağlanması, (iv) Gemi, barç ve terminalde mevcut olan yangın hortumları ve yangın söndürme ekipmanlarının kullanıma hazır olması, (v) Barç/Terminal ve gemi arasında ve gemi personeli arasında etkili haberleşme kurulması, (vi) bütün frengilerin esnek plastik tapalar ile etkili bir biçimde tapalanması, (vii) Başlangıç devre sırasının, valflerin kontrol edilmesi ve kullanılmayan yakıt bağlantılarının körülenip, tamamen cıvatalanması, (viii) Transfer hortumunun uygun olarak donatılması ve tamamen cıvatalanması, (ix) Yük sistem, makina dairesi sintine ve yakıt devrelerine bağlı borda çıkış valflerin kapatılması, (x) Yağ/yakıt sızıntısına karşı kullanılacak olan acil müdahale temizlik malzemeleri

derhal kullanım için hazır olarak bulunması, (xi) Sigara içme odalarının belirtilmiş olması ve sigara içme kısıtlamalarının izlenmesi, (xii) Çıplak ateş/ışık kurallarına riayet edilmesi, (xiii) Yaşam mahallindeki bütün harici kapıların ve kaportaların kapalı olması, (xiv) Numune alma kabının numune flanşına gerektiği gibi bağlı olması, vb.) yerine getirildiğinden emin olunmalıdır. Bu doğrultuda gemi platformunda operasyona hazırlık safhasında başmühendis makine bölümü personeli toplayarak, gerçekleştirilecek yağ/yakıt alım operasyonu ile ilgili yapılacakların genel hatları ile ortaya koyulacağı bir emniyet toplantısı düzenlemesi gerekmektedir. Yapılacak olan bu toplantıda, operasyonun yürütülmesi için gerekli personel tespit ederek, her bir personelin sorumluluklarını net bir biçimde çizilmelidir. Beraberinde, operasyon esnasında boru bağlantılarının ve deniz yüzeyini sürekli kontrol edilmesi gerektiği, operasyon dışında başka hiçbir iş ile meşgul olunmaması gerektiğinin net bir şekilde ifade edilmesi gerekmektedir. Ayrıca, gündüz saatleri dışında yapılan yağ/yakıt operasyonlarına başlamadan önce ise gemi platformu üzerinde ki önemli noktalar, boru bağlantı alanları (gemi ve barç üzerindeki), barç üzerindeki yakıt transfer bölgesi, gemi üzerindeki yakıt alım bölgesi iyi şekilde aydınlatılması sağlanmalıdır.

Operasyona öncesinde barç/terminal ve gemi tarafından alınması gereken emniyet tedbirleri yerine getirildikten sonra operasyonun başlanması için izin verilir. Operasyon başladıktan sonra operasyonun emniyetli bir şekilde yürütmesine sağlayabilmek amacı ile görevli personel tarafından sorumlulukları dâhilindeki tüm kontrollerin aksatılmadan yürütülmesi gerekmektedir. Yapılması gereken kontroller sıralanacak olur ise;

- i) İlk anda tanka yakıt transferinin başladığı tespit edilmelidir. Devamında ise yakıt transferi gerçekleştirilen tanklardan her beş dakikada bir iskandil alınmalı ve tankın dolması yaklaştıkça iskandil alma sıklıkları arttırılmalıdır.
- ii) Tank hava firarları sıklıkla kontrol edilmelidir.
- iii) Operasyon esnasında Hidrojen Sülfür (H_2S) gazının miktarını ölçmekle sorumlu personelin ölçüm cihazını kullanabilecek yeterlilikte olmalı ve düzenli aralıklar ile yakıt tankları ve çevresindeki H_2S oranı ölçülmelidir.
- iv) Yakıt transferi esnasında tanklar arası değişim yapılırken valfler ve devreleri kontrol edilmelidir.

- v) Tanklar %95 doldurulacaksa en az %90 seviyeden sonra yükleme kapasitesinin emniyetli değere düşülmesi talimatı verilmelidir.
- vi) Yükleme operasyonu sonunda, terminal/barç devrelerini karar verilen maksimum basınca uygun bir basınçta süzdürülmelidir.
- vii) Barçtan tank ölçümleri alınmalı ve yakıt pompalama debisi muhakkak öğrenilmelidir.

Bunların dışında, eğer yağ/yakıt alım operasyonu yağmurlu havalarda gerçekleştirilmek zorunda ise başmühendis deniz kirliliğini önlemeye yönelik denetimlerini güverte üzerinde ki gözcü sayısını arttırarak genişletmelidir. Güverte üzerinde bulunan tüm frengiler frengi tapası ile kapalı olduğundan emin olmalıdır.

İstenen miktarda yağ/yakıt alımı gerçekleştirildikten sonra operasyon sonlandırılır. Ancak yağ/yakıt alımının sonlanması operasyonunda sonlandığı anlamına gelmemektedir. Bu aşamada da operasyonun emniyetli bir şekilde sonlandırılması sağlayacak son işlemler yerine getirilmelidir. Bu işlemler;

- i) Barç/Terminal ve gemideki yakıt tanklarından iskandil alınarak, ikmali gerçekleştirilen yağ/yakıt miktarında mutabık kalınması,
- ii) Numune alma prosedürünün tamamlanarak, barç numunesinin teslim edilmesi,
- iii) Yağ/yakıt alım devrelerinin boşaltılarak dreyn edilmesi ve yakıt istasyonumanifoldu devre dreynlerinin körlenmesi,
- iv) Yakıt istasyonu manifoldunun kör flençlerinin takılarak tüm saplamalarının tamamlanması,
- v) Yakıt barcının emniyetli bir şekilde gemiden avara olmasının sağlanması,
- vi) Operasyon yağmurlu bir havada gerçekleştirilmek zorunda kaldı ise güverte üzerinde birikmiş olan yağmur sularına hiçbir şekilde yağ/yakıt karışmadığından emin olunduktan sonra açılarak yağmur suları frengilerden tahliye edilmesi şeklinde sıralanabilir.

Yağ/yakıt alım operasyonunun her aşamasını emniyetli bir şekilde yönetimini sağlayacak işlemler net bir şekilde ifade edilmiş olmasına rağmen, alınan emniyet tedbirlerinde ki yetersizlikler, operasyonun doğası yapısı itibarı ile sahip olduğu riskler, operasyonu yürütülen personelin sorumluluklarını tam anlamı ile yerine

getirmemesi ya da almış olduğu eğitimin operasyonu emniyetli bir şekilde yürütebilmesi için yetersiz olması ve daha buna benzer birçok farklı sorun operasyon esnasında hata oluşumuna zemin hazırlamaktadır. Dolayısı ile bu bölümün devam eden ilgili alt bölümlerinde yağ/yakıt alım operasyonuna yönelik gerçekleştirilecek risk değerlendirmesi ile operasyonel sürecin emniyetli bir şekilde yürütülmesini tehdit eden olası hatalar tespit edilerek, hata oluşumunu en azlayacak RKSlerin tespiti sağlanacaktır.

5.2 Hata Ağacı Analizi

Çalışmanın uygulama aşamasında vaka analizi olarak seçilmiş yağ/yakıt alım operasyonuna yönelik olası tüm hataların tespit edilebilmesi amacı ile uluslararası deniz taşımacılığı yapmakta olan gemi işletme firmalarının bünyelerinde uygulama çalışmaları yürütülmüştür. Gerçekleştirilen uygulama çalışmaları dahilinde öncelikle yağ/yakıt ilgili şirketlerin bünyesindeki kaza raporları, tehlikeli oluşum raporları ve risk değerlendirme dokümanları incelenerek olası tüm hatalar tespit edilmiştir. Devamında, ilgili şirketlerin teknik departmanında, operasyon departmanında ve sağlık, emniyet, çevre ve kalite departmanında görev yapmakta olan uzman kişilerden oluşturulmuş bir ekip ile beraber tespit edilen olası tüm hatalar detaylı bir şekilde değerlendirilerek; incelenen rapor ve dokümanlarda mevcut olmayan diğer olası hataların neler olabileceği ve incelenen rapor ve dokümanlarda mevcut olupta bir hata olarak adlandırılmayacak ya da ihmal edilebilecek hatalar belirlenmiştir. Yapılan tüm hata tespit, değerlendirme ve revize etme çalışmalarında HAA yaklaşımı kullanılarak zirve olayın (operasyonel zaafiyet) oluşumuna sebebiyet verebilecek olası tüm hatalar birbirleri ile olan etkileşimlerinin net bir biçimde görülebileceği hiyerarşik bir yapı dahilinde ifade edilmiştir.

Yapılan tüm bu inceleme ve değerlendirmeler neticesinde yağ/yakıt alım operasyonunu sekteye uğratabilecek olabilecek olası hataların başında *Teknik hataların* (T) geldiği saptanmıştır. Teknik hataların en başında ise alınacak yağ ve yakıt alımı ile ilgili gerçekleştirilen *transfer planlama hatası* (T₁) gelmektedir. Transfer planlaması esnasında yapılan *yakıt miktarı hesaplama hatası* (T₁₁), yakıtın alınacağı *tankların sırasının hatalı yapılması* (T₁₂), *iskandil kayıtlarının yanlış tutulması* (T₁₃), ve *gemi trim kayıtlarının hatalı olması* (T₁₄) operasyonun işleyişini bütünü ile bozabilecek önemli hatalardır. Bunun beraberinde operasyonun genelinde

yürütülecek tüm işlemlerin emniyetli bir şekilde gerçekleştirilebilmesini sağlayabilmek amacı ile yapılan *yönetimsel planlama sürecinin hatalı* (T₂) olması da bir diğer önemli hatadır. Yönetimsel planlama içerisinde ortaya çıkabilecek olası hatalar arasında operasyonda görev alacak *personelin sorumluluklarını bilmemesi* (T₂₁), *operasyon emniyet kontrol listesinin eksik gözden geçirilmesi* (T₂₂), alınan *emniyet tedbirlerinin yetersiz olması* (T₂₃) ve *personelin çalışma saatlerine riayet edilmemesi* (T₂₄) gelmektedir. İlgili hatalar içerisinde özellikle *emniyet tedbirlerinin yetersiz olması* (T₂₃); *barcın gemiye emniyetli olarak bağlanmaması* (T₂₃₁), *gemi ve barç arası geçiş düzeninin emniyetli olmaması* (T₂₃₂), *statik elektrik yalıtımının yapılmaması* (T₂₃₃), *yakıt alım istasyonunda aydınlatma düzeyinin yetersiz olması* (T₂₃₄), *ikaz levhalarının görünür bir yerde olmaması* (T₂₃₅), *yakıt alım hortumlarının iyi kondisyonda olmaması* (T₂₃₆), *numune alma flenç ve kabının gerektiği gibi bağlanmamış olması* (T₂₃₇); personel, gemi ve çevre açısından ciddi tehlikeler oluşumuna neden olabilecek eksikliklerdir. Teknik hatalar grubu altına giren bir diğer önemli hata ise *genel iletişim hatası* (T₃) olup, bu hatanın altındaki temel hatalar sırası ile *iletişim ekipmanlarının yetersizliği* (T₃₁), *barç ve gemi arası koordinasyon eksikliği* (T₃₂), *sorumlu personeller arası iletişim eksikliği* (T₃₃), ve *acil durul iletişim işaretlerinin bilinmemesidir* (T₃₄). Bu seviyeye kadar tespit edilmiş olan hataların hata ağacı diyagramının teknik hatalar seviyesi EK B/Şekil B.1’de görsel olarak ifade edilmiştir.

Diğer taraftan operasyon esnasında ortaya çıkabilecek bir diğer önemli hata ise *mekanik uygunsuzluklardır* (M). Yağ/yakıt alım operasyonunun emniyetli bir şekilde yürütülebilmesi için ihtiyaç duyulan sistemlerin sağlıklı bir şekilde çalışması ve sistem güvenilirlik seviyesinin mümkün olduğunca yüksek olması son derece önemli hususlar arasında yer almaktadır. Dolayısı ile *seviye kontrol sistemi arızası* (M₁) operasyonel süreci etkileyebilecek önemli arızalardan biridir. Bu arızanın temelinde ise sistem *kalibrasyon ve gösterge hatası* (M₁₁) ve devrede oluşan *hava ve basınç dalgalanmaları* (M₁₂) gelmektedir. Bir diğer önemli hata *uzaktan kumanda sistemi arızası* (M₂) olup, *kumanda ünitesi arızası* (M₂₁), *kumanda anahtarı arızası* (M₂₂), *enerji kaynağı arızası* (M₂₃) olası temel nedenlerdir. *Uyarı/ikaz sistemi arızası* da (M₃) operasyonel süreci etkileyebilecek diğer önemli arızalardan birisidir. Bu arızanın oluşumuna neden olabilecek olan temel hatalar *kablo arızası* (M₃₁), *seviye/derece ikaz sensörü arızasıdır* (M₃₂). Yakıt devresi *valf ve bağlantı grubu*

arızaları (M₄) da operasyonu sekteye uğratabilecek önemli arızalardan biri olup, *aşınmış valf yuvaları* (M₄₁), *valf sapı kırılması* (M₄₂), *sızdırmazlık elemanı arızası* (M₄₃), *gevşek sıkılmış civata ve somunlar* (M₄₄) olası temel hatalar olarak karşımıza çıkmaktadır. Mekanik uygunsuzlukların ifade edildiği hata ağacı diyagramı EK B/Şekil B.2’de görsel olarak ifade edilmiştir.

Yağ/yakıt alım operasyonu esnasında uyulması ve uygulanması gereken birçok farklı prosedür, herhangi bir acil durum oluşumuna karşı alınacak önlemlerin ifade edildiği planlar, şemalar ve benzeri birçok farklı doküman ile her aşamasının kontrol altında tutulmaya çalışıldığı bir operasyon olması sebebi ile ilgili operasyonun yürütülmesi esnasında *prosedürel eksikliklere de* (P) sıkça rastlanmaktadır. Prosedürel eksiklikler incelendiğinde, gerçekleştirilen *emniyet toplantılarının verimsiz geçmesi* (P₁) öne çıkan eksikliklerin başında gelmektedir. Emniyet toplantılarında verimliliğinin üst düzeye çıkarılmasına engel olan eksiklikler sıralanacak olur ise; *eksik katılımın olması* (P₁₁), *sorumlu personel listesinin oluşturulmamış olması* (P₁₂), *sorumluluklar ile ilgili bilgi güncellemelerinin yapılmamış olması* (P₁₃) olduğu tespit edilmiştir. Bunun beraberinde *rutin kontrol eksiklikleri* (P₂) bir diğer önemli eksikliktir. Özellikle *yakıt alım planına uymamak* (P₂₁), ve *kötü hava ve deniz koşullarında yetersiz süreç raporlama* (P₂₂) öne çıkan rutin kontrol eksiklikleridir. Ayrıca *acil durum eylem planı eksiklikleri de* (P₃) sıkça rastlanan bir problem olup, *liman iletişim bilgilerinin eksik olması* (P₃₁), *acil durum kapama prosedürlerinin önemsenmemesi* (P₃₂), *kişisel korunma ekipmanlarını kullanım yetersizliği* (P₃₃), *liman organizasyon destek kapasitesinin gözden geçirilmemiş olması* (P₃₄) başlıca temel nedenlerdir. Prosedürel eksikliklere ait hata ağacı diyagramı EK B/Şekil B.3’de görsel olarak ifade edilmiştir.

Ek B’de görsel olarak ifade edilmiş hata ağacı diyagramlarındaki hata oluşum ilişkisi ağları incelenerek her bir hatanın operasyonel zafiyetin oluşumundaki etkisi saptanmıştır. Tespit edilen bu etkisel değerler her bir temel hata için normalize edilmemiş olarak sırası ile; T11 (0,25), T12 (0,25), T13 (0,25), T14 (0,25), T21 (0,25), T22 (0,25), T231 (0,25), T232 (0,25), T233 (0,25), T234 (0,25), T235 (0,25), T236 (0,25), T237 (0,25), T24 (0,25), T31 (1,0), T32 (1,0), T33 (1,0), T34 (1,0), M11 (1,0), M12 (1,0), M21 (1,0), M22 (1,0), M23 (1,0), M31 (1,0), M32 (1,0), M41 (1,0), M42 (1,0), M43 (1,0), M44 (1,0), P11 (1,0), P12 (1,0), P13 (1,0), P21 (1,0), P22 (1,0), P31 (1,0), P32 (1,0), P33 (1,0), P34 (1,0) olarak saptanmıştır.

Her bir hatanın etki değerlerinin genel toplamının ilgili hatanın etki değerine bölünmesi ile tüm hataların normalize edilmiş etki değerleri elde edilmiştir. Elde edilen bu değerler sırası ile; T11 (0,009), T12 (0,009), T13 (0,009), T14 (0,009), T21 (0,009), T22 (0,009), T231 (0,009), T232 (0,009), T233 (0,009), T234 (0,009), T235 (0,009), T236 (0,009), T237 (0,009), T24 (0,009), T31 (0,036), T32 (0,036), T33 (0,036), T34 (0,036), M11 (0,036), M12 (0,036), M21 (0,036), M22 (0,036), M23 (0,036), M31 (0,036), M32 (0,036), M41 (0,036), M42 (0,036), M43 (0,036), M44 (0,036), P11 (0,036), P12 (0,036), P13 (0,036), P21 (0,036), P22 (0,036), P31 (0,036), P32 (0,036), P33 (0,036), P34 (0,036) olarak bulunmuştur. Bulunan bu değerler risk değerlendirmesi neticesinde her bir hata için tespit edilen nihai sonuçların sentez edilerek operasyonun geneline ait emniyet değerinin bulunmasında kullanılmıştır.

5.3 Hataların Bulanık Modellemesi

Yağ/yakıt alım operasyonu dahilinde ortaya çıkabilecek olası tüm hatların ve ilgili hatalara ait hata etki değerlerinin tespit edilmesinden sonra her bir hatanın olasılığı, hata sonuç olasılığı ve sonuç şiddeti sırası ile çizelge 4.2, çizelge 4.3 ve çizelge 4.4’de ifade edilmiş dilsel ifadeler kullanılarak personel, gemi ve çevre için ayrı ayrı belirlenerek bulanık tabanlı risk değerlendirme aşamasına geçilmiştir.

Yapılan risk değerlendirmesi doğrultusunda öncelikle denklem (4.5)’de ifade edilmiş olan bulanık manipülasyon formülü kullanılarak her bir hata için S_i değerleri bulunmuştur. Denklem (4.5)’de ki matematiksel işlemlerde kullanılacak bulanık sayıların kartezyen çarpımı ve bileşimi sırası ile ;

(i) iki bulanık sayısının kartezyen çarpımı matematiksel olarak $\mu_{A \times B} = (\mu_{A \times B}^{ij})_{n \times n}$ şeklinde ifade ediliyor olup $\mu_{A \times B}^{ij} = \min(\mu_A^i, \mu_B^j)$ formülü yardımı ile

(ii) iki bulanık sayının bileşimi ise matematiksel olarak $\mu_B = \mu_{A \circ A \times B}$ şeklinde ifade ediliyor olup $\mu_B^j = \max(\min(\mu_A^1, \mu_{A \times B}^{1j}), \dots, \min(\mu_A^n, \mu_{A \times B}^{nj})), j = 1, 2, \dots, n.$ formülü yardımı ile gerçekleştirilmiştir.

Bu doğrultuda her bir hata için ifade edilen dilsel ifadeler ve dilsel ifadeler paralelinde yapılan hesaplamalar T_{11} kodlu hata için detaylı olarak ifade edilmiştir;

1.) T11 - Yakıt miktarı hesaplama hatası

$L_{T11} = \{1/0, 2/0,25, 3/1, 4/0,75, 5/0, 6/0, 7/0\}$, $E_{T11} = \{1/0,25, 2/1, 3/0,75, 4/0, 5/0, 6/0, 7/0\}$, $C_{T11} = \{1/0, 2/0,25, 3/1, 4/0,5, 5/0, 6/0, 7/0\}$ olup bu dilsel ifadeler doğrultusunda yapılan hesaplar neticesinde $S_{T11} = C_{T11} \circ E_{T11} \times L_{T11} = \{1/0, 2/0,25, 3/0,75, 4/0,75, 5/0, 6/0, 7/0\}$ olarak bulunmuştur. Devamında ise denklem (4.8)'de formülasyon yapısı ifade edilmiş bulunan en uygun konum yöntemi ile belirlenen değerin bulanık emniyet seviyelerine olan uzaklıkları tespit edilmiş ve nihai sonuç $S(S_{T11}) = \{(0,125, \text{zayıf}), (0,156, \text{orta}), (0,585, \text{iyi}), (0,134, \text{mükemmel})\}$ şeklinde elde edilmiştir. Yapılan değerlendirme neticesinde T₁₁ kodlu hatanın çizelge 4.5'de ifade edilen emniyet seviyelerine, {zayıf, orta, iyi, kötü}, ait kanaat değerleri saptanmıştır. Bu noktada, ilgili hata türüne ait risk/emniyet değerinin emniyet seviyesi {zayıf} ve emniyet seviyesi {orta}'ya ait kanaat değerlerinin mümkün olduğunca küçük, emniyet seviyesi {iyi} ve emniyet seviyesi {mükemmel}'e ait kanaat değerlerinin de mümkün olduğunca yüksek değerlere sahip olması istenmektedir. Öyle ki, bir hatanın operasyonun geneli üzerindeki etkisinin ihmal edilebilir olması için tespit edilen kanaat değerinin emniyet seviyesi {mükemmel} için "1,000" olması gerekmektedir.

Yapılan risk değerlendirmesinin ikinci adımında, tespit edilen risk/emniyet değerinden istifade edilerek ilgili hata türünün hata öncelik değeri denklem (4.26) aracılığı ile tespit edilmiştir. Tespit edilen öncelik değeri "1,000" değerine ne kadar yakın ise ilgili hatanın risk seviyesi o derece düşük, "0,000" değerine ne kadar yakın ise de risk seviyesi o derece yüksek anlamına gelmektedir. Bu doğrultuda, T₁₁ kodlu hata türüne ait öncelik değeri denklem (4.26) aracılığı ile hesaplanmış ve yapılan hesaplama neticesinde;

$$Q_{T11} = 0,217 \times 0,125 + 0,478 \times 0,1560 + 0,739 \times 0,5850 + 1 \times 0,134$$

$Q_{T11} = 0,6680$ olarak bulunmuştur.

T₁₁ kodlu hata türüne ilişkin tespit edilen risk/emniyet ve öncelik değerleri incelendiğinde ilgili hata türünün risk seviyesinin yüksek olmamakla beraber kabul edilebilir değerler içerisinde olduğunu görülmüş ve ilgili hataya yönelik herhangi bir RKS uygulanmasına ihtiyaç olmadığı tespit edilmiştir.

Yapılan risk değerlendirmesi doğrultusunda diğer hata t rlerine ait elde edilen risk/emniyet değerleri ve ilgili hataların risk  ncelik değerleri aŗaęıda sırası ile ifade edilmiŗtir.

2) T12 - Yakıtın alınacağı tankların sırasının hatalı yapılması

$$S(S_{T12}) = \{(0,2390, \text{zayıf}), (0,2610, \text{orta}), (0,2610, \text{iyi}), (0,2390, \text{m kemm l})\}$$

$$Q_{T12} = 0,6085$$

3) T13 - İskandil kayıtlarının yanlış tutulması

$$S(S_{T13}) = \{(0,2390, \text{zayıf}), (0,2610, \text{orta}), (0,2610, \text{iyi}), (0,2390, \text{m kemm l})\}$$

$$Q_{T13} = 0,6085$$

4) T14 - Gemi trim kayıtlarının hatalı olması

$$S(S_{T14}) = \{(0,1830, \text{zayıf}), (0,1950, \text{orta}), (0,3370, \text{iyi}), (0,2850, \text{m kemm l})\}$$

$$Q_{T14} = 0,6670$$

5) T21- Personelin sorumluluklarını bilmemesi

$$S(S_{T21}) = \{(0,0960, \text{zayıf}), (0,1160, \text{orta}), (0,6860, \text{iyi}), (0,1020, \text{m kemm l})\}$$

$$Q_{T21} = 0,6852$$

6) T22 - Operasyon emniyet kontrol listesinin eksik g zden ge irilmesi

$$S(S_{T22}) = \{(0,2740, \text{zayıf}), (0,3670, \text{orta}), (0,1840, \text{iyi}), (0,1750, \text{m kemm l})\}$$

$$Q_{T22} = 0,5459$$

7) T231 - Barcın gemiye emniyetli olarak bağlanması

$$S(S_{T231}) = \{(0,2390, \text{zayıf}), (0,2610, \text{orta}), (0,2610, \text{iyi}), (0,2390, \text{m kemm l})\}$$

$$Q_{T231} = 0,6085$$

8) T232 - Gemi ve bar  arası ge iŗ d zeninin emniyetli olmaması

$$S(S_{T232}) = \{(0,1700, \text{zayıf}), (0,3300, \text{orta}), (0,3300, \text{iyi}), (0,1700, \text{m kemm l})\}$$

$$Q_{T232} = 0,6085$$

9) T233 - Statik elektrik yalıtımının yapılmaması

$$S(S_{T233}) = \{(0,2390, \text{zayıf}), (0,2610, \text{orta}), (0,2610, \text{iyi}), (0,2390, \text{m kemm l})\}$$

$$Q_{T233} = 0,6085$$

10) T234 - Yakıt alım istasyonunda aydınlatma d zeyinin yetersiz olması

$$S(S_{T234}) = \{(0,2390, \text{zayıf}), (0,2610, \text{orta}), (0,2610, \text{iyi}), (0,2390, \text{mükemmel})\}$$

$$Q_{T234} = 0,6085$$

11) T235- *İkaz levhalarının görünür bir yerde olmaması*

$$S(S_{T235}) = \{(0,1640, \text{zayıf}), (0,3360, \text{orta}), (0,3360, \text{iyi}), (0,1640, \text{mükemmel})\}$$

$$Q_{T235} = 0,6085$$

12) T236 - *Yakıt alım hortumlarının iyi kondisyonda olmaması*

$$S(S_{T236}) = \{(0,1700, \text{zayıf}), (0,3300, \text{orta}), (0,3300, \text{iyi}), (0,1700, \text{mükemmel})\}$$

$$Q_{T236} = 0,6085$$

13) T237 - *Numune alma flenç ve kabının gerektiği gibi bağlanmamış olması*

$$S(S_{T237}) = \{(0,1030, \text{zayıf}), (0,1070, \text{orta}), (0,1170, \text{iyi}), (0,6730, \text{mükemmel})\}$$

$$Q_{T237} = 0,8330$$

14) T24 - *Personelin çalışma saatlerine riayet edilmemesi*

$$S(S_{T24}) = \{(0,1250, \text{zayıf}), (0,1560, \text{orta}), (0,5850, \text{iyi}), (0,1340, \text{mükemmel})\}$$

$$Q_{T24} = 0,6680$$

15) T31 - *İletişim ekipmanlarının yetersizliği*

$$S(S_{T31}) = \{(0,2040, \text{zayıf}), (0,2200, \text{orta}), (0,2880, \text{iyi}), (0,2880, \text{mükemmel})\}$$

$$Q_{T31} = 0,6503$$

16) T32 - *Barç ve gemi arası koordinasyon eksikliği*

$$S(S_{T32}) = \{(0,1030, \text{zayıf}), (0,1070, \text{orta}), (0,1170, \text{iyi}), (0,6730, \text{mükemmel})\}$$

$$Q_{T32} = 0,8330$$

17) T33 - *Sorumlu personeller arası iletişim eksikliği*

$$S(S_{T33}) = \{(0,1250, \text{zayıf}), (0,1560, \text{orta}), (0,5850, \text{iyi}), (0,1340, \text{mükemmel})\}$$

$$Q_{T33} = 0,6680$$

18) T34 - *Acil durul iletişim işaretlerinin bilinmemesidir*

$$S(S_{T4}) = \{(0,2040, \text{zayıf}), (0,2200, \text{orta}), (0,2880, \text{iyi}), (0,2880, \text{mükemmel})\}$$

$$Q_{T34} = 0,6503$$

19) M11 - *Sistem kalibrasyon ve gösterge hatası*

$$S(S_{M11}) = \{(0,1340, \text{zayıf}), (0,5850, \text{orta}), (0,1560, \text{iyi}), (0,1250, \text{mükemmel})\}$$

$$Q_{M11} = 0,5490$$

20) M12 - Devrede oluşan hava ve basınç dalgalanmaları

$$S(S_{M12}) = \{(0,2390, \text{zayıf}), (0,2610, \text{orta}), (0,2610, \text{iyi}), (0,2390, \text{mükemmel})\}$$

$$Q_{M12} = 0,6085$$

21) M21 - Kumanda ünitesi arızası

$$S(S_{M21}) = \{(0,2390, \text{zayıf}), (0,2610, \text{orta}), (0,2610, \text{iyi}), (0,2390, \text{mükemmel})\}$$

$$Q_{M21} = 0,6085$$

22) M22 - Kumanda anahtarı arızası

$$S(S_{M22}) = \{(0,1650, \text{zayıf}), (0,3350, \text{orta}), (0,3350, \text{iyi}), (0,1650, \text{mükemmel})\}$$

$$Q_{M22} = 0,6085$$

23) M23 - Enerji kaynağı arızası

$$S(S_{M23}) = \{(0,0960, \text{zayıf}), (0,1160, \text{orta}), (0,6860, \text{iyi}), (0,1020, \text{mükemmel})\}$$

$$Q_{M23} = 0,6852$$

24) M31 - Kablo arızası

$$S(S_{M31}) = \{(0,2740, \text{zayıf}), (0,3670, \text{orta}), (0,1840, \text{iyi}), (0,1750, \text{mükemmel})\}$$

$$Q_{M31} = 0,5459$$

25) M32 - Seviye/derece ikaz sensörü arızası

$$S(S_{M32}) = \{(0,0960, \text{zayıf}), (0,1160, \text{orta}), (0,6860, \text{iyi}), (0,1020, \text{mükemmel})\}$$

$$Q_{M32} = 0,6852$$

26) M41 - Aşınmış valf yuvaları

$$S(S_{M41}) = \{(0,1700, \text{zayıf}), (0,3300, \text{orta}), (0,3300, \text{iyi}), (0,1700, \text{mükemmel})\}$$

$$Q_{M41} = 0,6085$$

27) M42 - Valf sapı kırılması

$$S(S_{M42}) = \{(0,2390, \text{zayıf}), (0,2610, \text{orta}), (0,2610, \text{iyi}), (0,2390, \text{mükemmel})\}$$

$$Q_{M42} = 0,6085$$

28) M43 - Sızdırmazlık elemanı arızası

$$S(S_{M43}) = \{(0,2390, \text{zayıf}), (0,2610, \text{orta}), (0,2610, \text{iyi}), (0,2390, \text{mükemmel})\}$$

$$Q_{M43} = 0,6085$$

29) M44 - *Gevşek sıkılmış cıvata ve somunlar*

$$S(S_{M44}) = \{(0,1640, \text{zayıf}), (0,3360, \text{orta}), (0,3360, \text{iyi}), (0,1640, \text{mükemmel})\}$$

$$Q_{M44} = 0,6085$$

30) P11 - *Eksik katılımın olması*

$$S(S_{P11}) = \{(0,1750, \text{zayıf}), (0,1840, \text{orta}), (0,3670, \text{iyi}), (0,2740, \text{mükemmel})\}$$

$$Q_{P11} = 0,6711$$

31) P12 - *Sorumlu personel listesinin oluşturulmamış olması*

$$S(S_{P12}) = \{(0,1650, \text{zayıf}), (0,3350, \text{orta}), (0,3350, \text{iyi}), (0,1650, \text{mükemmel})\}$$

$$Q_{P12} = 0,6085$$

32) P13 - *Sorumluluklar ile ilgili bilgi güncellemelerinin yapılmamış olması*

$$S(S_{P13}) = \{(0,2390, \text{zayıf}), (0,2610, \text{orta}), (0,2610, \text{iyi}), (0,2390, \text{mükemmel})\}$$

$$Q_{P13} = 0,6085$$

33) P21 - *Yakıt alım planına uymamak*

$$S(S_{P21}) = \{(0,2850, \text{zayıf}), (0,3370, \text{orta}), (0,1950, \text{iyi}), (0,1830, \text{mükemmel})\}$$

$$Q_{P21} = 0,5500$$

34) P22 - *Kötü hava ve deniz koşullarında yetersiz süreç raporlama*

$$S(S_{P22}) = \{(0,1650, \text{zayıf}), (0,3350, \text{orta}), (0,3350, \text{iyi}), (0,1650, \text{mükemmel})\}$$

$$Q_{P22} = 0,6085$$

35) P31 - *Liman iletişim bilgilerinin eksik olması*

$$S(S_{P31}) = \{(0,2740, \text{zayıf}), (0,3670, \text{orta}), (0,1840, \text{iyi}), (0,1750, \text{mükemmel})\}$$

$$Q_{P31} = 0,5459$$

36) P32 - *Acil durum kapama prosedürlerinin önemsenmemesi*

$$S(S_{P32}) = \{(0,2390, \text{zayıf}), (0,2610, \text{orta}), (0,2610, \text{iyi}), (0,2390, \text{mükemmel})\}$$

$$Q_{P32} = 0,6085$$

37) P33 - *Kişisel korunma ekipmanları kullanma yetersizliği*

$$S(S_{P33}) = \{(0,1700, \text{zayıf}), (0,3300, \text{orta}), (0,3300, \text{iyi}), (0,1700, \text{mükemmel})\}$$

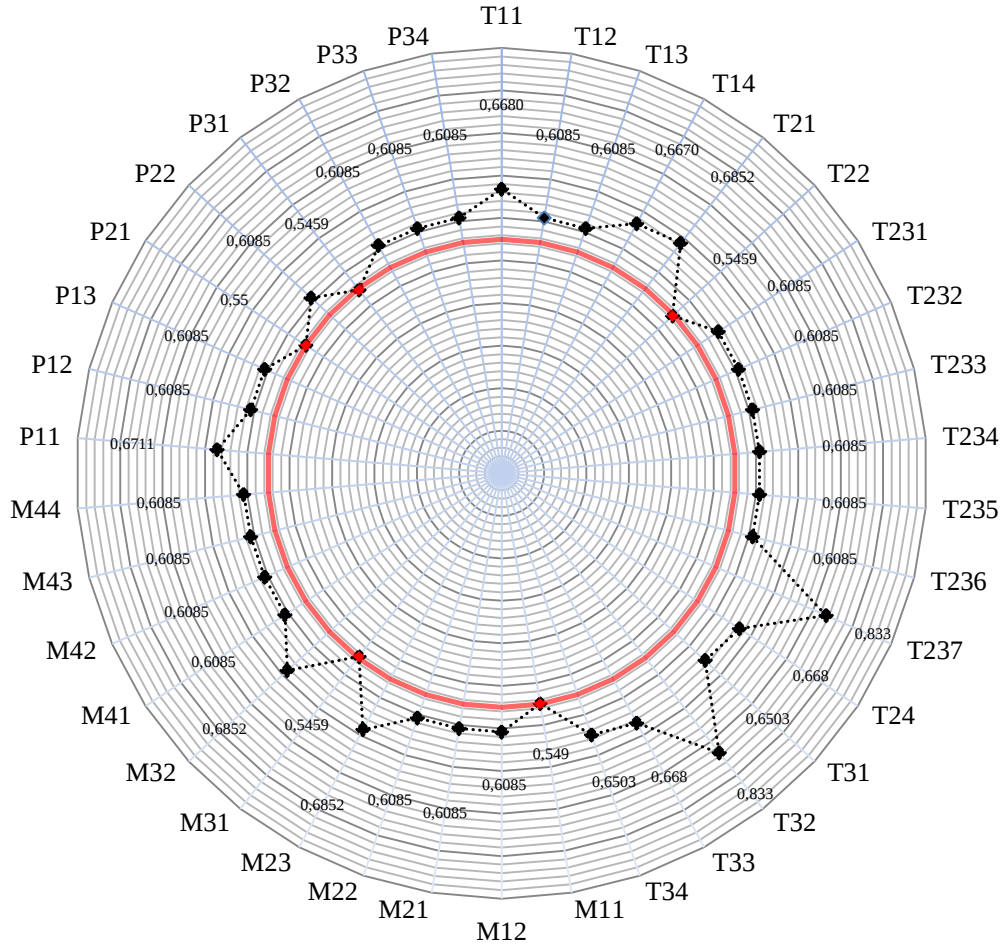
$$Q_{P33} = 0.6085$$

38) P34 - Liman organizasyon destek kapasitesinin gözden geçirilmemiş olması

$$S(S_{P34}) = \{(0,2390, \text{zayıf}), (0,2610, \text{orta}), (0,2610, \text{iyi}), (0,2390, \text{mükemmel})\}$$

$$Q_{P34} = 0.6085$$

olarak elde edilmiştir. Elde edilen değerler grafiksel olarak şekil 5.1’de ifade edilmiştir.



Şekil 5.1 : Hata öncelik değerleri.

Yapılan risk değerlendirmesi neticesinde elde edilen değerler incelenecek olur ise; teknik hata türlerinden T₂₃₇ ve T₃₂ kodlu hatalar “0,8330” hata öncelik değeri ile risk seviyesi en düşük hata türleri olarak öne çıktıkları görülmektedir. Bir başka deyiş ile T₂₃₇ ve T₃₂ kodlu hataların operasyonun genel işleyiş emniyeti üzerindeki etkilerinin ihmal edilebilecek düzeyde olduğu görülmektedir. Devamında ise T₂₁, M₂₃ ve M₃₂ kodlu hata türleri de “0,8330” hata öncelik değerine sahip T₂₃₇ ve T₃₂ kodlu hata

türlerinden sonra “0,6852” hata öncelik değeri ile ikinci en düşük risk seviyeli hata türleri grubunu oluşturmaktadırlar. Öyle ki, ilgili hata türlerinin sahip oldukları risk/emniyet değerleri, {(0,0960, zayıf), (0,1160, orta), (0,6860, iyi), (0,1020, mükemmel)}, içerisinde ki emniyet seviyesi {zayıf} ve emniyet seviyesi {orta}’ya ait kanaat değerlerinin düşük, emniyet seviyesi {iyi}’ye ait kanaat değerinin de yüksek bir değere sahip olması hata öncelik değerinin istenen değerler içerisinde olmasını temin etmektedir. Dolayısı ile emniyet seviyesi {iyi} ve emniyet seviyesi {mükemmel}’e ait kanaat değerlerinin mümkün olduğunca yüksek değerlere sahip olması istenmektedir.

Risk değerlendirme sonuçlarına yönelik gerçekleştirilen incelemelere devam edildiğinde P_{11} , T_{24} , T_{33} , T_{14} , T_{31} , T_{34} kodlu hata türleri sırası ile “0,6711”, “0,6680”, “0,6680”, “0,6670”, “0,6503”, “0,6503” hata öncelik değerlerine sahip olup üçüncü en düşük risk seviyeli hata grubu içerisinde yer aldıkları görülmektedir. Bunun beraberinde, T_{12} , T_{13} , T_{231} , T_{232} , T_{233} , T_{234} , T_{235} , T_{236} , M_{12} , M_{21} , M_{41} , M_{42} , M_{43} , M_{44} , P_{22} , P_{32} , P_{33} , P_{34} kodlu on sekiz farklı hata türünün sahip olduğu hata öncelik değerinin “0,6085” olup kabul edilebilir sınır değer olan 0,55 değerine oldukça yakın bir değere sahip olmaları uygulama çalışması kapsamında ele alınan yağ/yakıt alım operasyonunun yüksek risk seviyeli bir operasyon olduğunu kanıtlar nitelikte bir tespittir. Ayrıca, T_{22} , M_{11} , M_{31} , P_{21} , P_{31} kodlu hata türlerinin hata öncelik değerlerinin sırası ile “0,5459”, “0,5490”, “0,5459”, “0,5500”, “0,5459” olup kabul edilebilir sınır değer olan 0,5500 değerinin altında oldukları görülmektedir. Dolayısı ile, hata öncelik değerleri kabul edilebilir değerler içerisinde olmayan ilgili hata türlerinin risk/emniyet ve hata öncelik değerlerinin iyileştirilmesi gerekmektedir.

Risk değerlendirme neticesinde tespit edilen her bir hata türüne ait emniyet seviyesi değerleri ve HAA neticesinde tespit edilen her bir hata türüne ait etki değerlerinin KSY’nın denklem (4.12) ile (4.23) arasında ifade edilmiş denklem yapısı kullanılarak sentezi gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen sentez neticesinde, yağ/yakıt alım operasyonuna ait genel risk/emniyet değeri:

$$S(S_{Y/Y}) = \{(0,1860, \text{zayıf}), (0,2726, \text{orta}), (0,3283, \text{iyi}), (0,2131, \text{mükemmel})\}$$

olarak ve operasyon öncelik değeri:

$$Q_{Y/Y} = 0,6264$$

olarak tespit edilmiştir.

Araştırma kapsamında önerilen yaklaşımın risk değerlendirmesi anlayışına getirmiş olduğu bu yenilik ile beraber sadece hata türü bazında gerçekleştirilen risk değerlendirme çalışmaları operasyonun geneline yönelik bir değerlendirme yapılabilmesini sağlamaktadır. İlgili çalışma dahilinde incelenen yağ/yakıt alım operasyonuna ait genel risk/emniyet ve operasyonel öncelik değerleri göstermektedir ki; yağ/yakıt alım operasyonu genel yapısı itibarı ile gemi platformu üzerinde yürütülmekte olan operasyonlar içerisinde risk seviyesi yüksek operasyonlar arasında yer almaktadır. Dolayısı ile ilgili operasyonun risk/emniyet seviyesini geliştirebilmek amacı ile iyileştirici emniyet tedbirleri tasarlanmalı ve uygulanmalıdır.

Bu noktada, yağ/yakıt alım operasyonunun gerek hata türlerinin etkilerini en azlayacak ve gerekse de operasyonun genel emniyet seviyesinin gelişimine katkı sağlayacak RKSlerin belirlenerek en uygun olanlarına karar verilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, bölüm 5.4’de yağ/yakıt alım operasyonuna yönelik bir RKS havuzu oluşturularak en uygun olanının tespit edilebilmesi amacı ile fayda/etki ve maliyet analizi gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar üzerinde detaylı bir şekilde durulmuştur.

Yapılan risk değerlendirmesi içerisindeki tüm hesaplama aşamalarının sağlıklı bir şekilde hesaplanabilmesi ve önerilen yaklaşımın uygulanması aşamasında kullanım kolaylığını en üst düzeye çıkarabilmek amacı ile Microsoft Office 2010 Excel aracılığı ile “risk değerlendirme şablonu” hazırlanmıştır. Hazırlanmış olan şablon şekil 5.2’de de görsel olarak sunulmuştur. Bunun beraberinde risk değerlendirmesi neticesinde elde edilen sayısal sonuçların sentezi için kullanılan hesaplama adımlarının güvenilir ve hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi amacı ile “Intelligent Decision System for Multiple Criteria Assessment” isimli yazılım kullanılmış ve ilgili yazılım ile elde edilen çıktılar EK C’de sunulmuştur.

Part Listra - Microsoft Excel (Product Activation Failed)

File

Home

Insert

Page Layout

Formulas

Data

Review

View

Cut

Copy

Paste

Format Painter

Cambria

9

A

A

Şekil 5.2 : Microsoft Office 2010 Excel ile hazırlanmış risk değerlendirme şablonu.

5.4 Risk Kontrol Seçeneklerinin Belirlenmesi

Yapılan incelemeler neticesinde risk/emniyet değerleri kabul edilebilir değerler içerisinde olmadığı tespit edilen hata türlerinin risk/emniyet değerlerini kabul edilebilir değerler içerisine çekebilmek amacı ile ilgili hata türüne en uygun RKSlere karar verilerek uygulanması gerekmektedir. Bu doğrultuda, yağ/yakıt alım operasyonuna yönelik 15 adet RKS belirlenerek bir RKS havuzu oluşturulmuştur. Belirlenmiş olan RKSler sırası ile ifade edilecek olur ise;

- RKS.1)** Gemi yağ/yakıt alım sistemi elemanlarına yönelik proaktif bakım geliştirilmesi.
- RKS.2)** Gemi personeline yönelik yağ/yakıt alım operasyonuna yönelik tehlike farkındalığı eğitimi verilmesi.
- RKS.3)** Yağ/yakıt alım operasyonuna yönelik farklı tehlike oluşum senaryolarına yönelik gemi talimleri geliştirmesi ve uygulanması.
- RKS.4)** Yağ/yakıt alım operasyonu için tüm aşamalarda ki kayıt, hesaplama, eylemleri gözleme, izleme ve müdahale etme yetkisine sahip bir kontrol zabiti (elektrik zabiti veya üçüncü zabıt olmak üzere) atanması.
- RKS.5)** Yakıt alım istasyonu bağlantısı üzerine akış hız ölçüm sensörü yerleştirmesi.
- RKS.6)** Gemi ve barç geçişlerinde emniyet kemeri takılması.
- RKS.7)** Liman acil durum müdahale yeteneğini ölçmeye yönelik bir liman bilgi talep formu geliştirilmesi ve operasyon öncesi işleme konulması.
- RKS.8)** Kritik görevlere sahip kaptan ve baş mühendis gibi personele liderlik ve kriz yönetimi konularında güncel teknikler kullanımına yönelik uzmanlık eğitimi verilmesi.
- RKS.9)** Mürettebata emniyet kültürü, çevre hassasiyetleri ve cezai yaptırımlar hususunda yerinde uygulamalı eğitim verilmesi.
- RKS.10)** Emniyet toplantısının etkinliğini arttıracak toplantı düzenini iyileştirecek ve karar stratejilerinin gelişimini sağlayacak emniyet toplantısı düzenleme ve planlama klavuzu hazırlaması.

- RKS.11)** İç denetimlerde ve liman devleti kontrollerinde yağ/yakıt alım sistem ve operasyonları ile ilgili uygunsuzluk ve tehlikeli oluşum tespitlerinin tekrarını önlemeye yönelik önleyici faaliyetler geliştirmesi.
- RKS.12)** Yakıt barcının gecikmesi veya herhangi bir sebepten operasyonun uzamasına karşı personel yorgunluğunu ve dikkat eksikliğini önleyecek tedbirler almak – iş ve işgücü planlama sistemi geliştirilmesi.
- RKS.13)** Hava ve deniz koşullarının tahmin ve sürekli takibini sağlayan bir takip sistemi oluşturması.
- RKS.14)** Acil durum ekipmanlarının (acil durum jeneratörü, acil durm yangın pompası ve acil durum aydınlatmaları) operasyon öncesi testlerinin yapılarak hazır durumda bekletilmesi.
- RKS.15)** Çalışılan yağ/yakıt tedarikçi ve yağ/yakıt alım bölgesi hakkında geçmiş tecrübelerin doğru analiz edilerek doğru tedarikçi ve yakıt alım limanının tespit edilmesi.

Tespit edilmiş bu RKSler arasından önleyici tedbirler alınması gereken ilgili hata türünün etkilerini en azlayacak ve operasyonun genel emniyet değerini geliştirecek RKSlere karar verilmesi son derece önemlidir. Bu doğrultuda, bölüm 4.3’de adımları detaylı olarak anlatılmış olan fayda/etki ve maliyet analizi ile belirlenmiş olan 15 adet RKSye yönelik bir analiz gerçekleştirilmiş olup, çizelge 5.1’de ilgili analize ait sonuçlar ifade edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda RKS₁₀ (1) 0,14 puanla en yüksek tercih edilirlğe sahip RKS olarak öne çıkmıştır. Beraberinde, RKS₄’de (2) 0,09 puanla en yüksek ikinci tercih edilirlğe sahip RKS olmuştur. Devamında ise, RKSler tercih edilirlıklarına göre RKS₁₄ (3), RKS₁₂ (4), RKS₉ (5), RKS₇ (6), RKS₈ (7), RKS₂ (8), RKS₁₁(9), RKS₃ (10), RKS₁₅(11), RKS₁(12), RKS₆(13), RKS₅(14), RKS₁₃(15) şeklinde sıralanmışlardır.

Yapılan analiz neticesinde tespit edilen sıralama ile risk seviyesi yüksek hata türlerine karşı önleyici tedbirler alınması ve operasyon genel emniyet seviyesinin geliştirilmesi noktasında karar vericilere en uygun RKSnin seçimi esnasında vereceği kararlarda yön gösterici olunacak ve beraberinde hata türü bazında uygulanacak olan RKSlerinde önceliklendirilmesi temin edilerek en doğru kararların verilmesi sağlanmış olunacaktır.

Çizelge 5.1 : RKS fayda/etki ve maliyet analiz çizelgesi.

		RKS1	RKS2	RKS3	RKS4	RKS5	RKS6	RKS7	RKS8	RKS9	RKS10	RKS11	RKS12	RKS13	RKS14	RKS15
T11	0,009				■					△			●			
T12	0,009		●		■					△			●			
T13	0,009		●		■	□				□			●	●		
T14	0,009		●		■					△			●	△		
T21	0,009		■	●					■	□	■	□				
T22	0,009		□	■	■				■	□	■		●		●	
T231	0,009			■	△						□		●	●		
T232	0,009			□	□		■		○	△	□			●		△
T233	0,009				□				○	●						
T234	0,009	○		●				○			□	■				
T235	0,009			△	■				△	○	□					
T236	0,009										□					■
T237	0,009		△		□					■	□		□			
T24	0,009				△				■		□		■			
T31	0,036	●			●				●	△	●				△	
T32	0,036		●		□	△	□		●	□	△					□
T33	0,036		□	●	■				△	■	□	□	●			
T34	0,036		■	□					■	■	□	■				
M11	0,036	△				□										
M12	0,036				●	■				●						□
M21	0,036	□														
M22	0,036	□														
M23	0,036	□													■	
M31	0,036	□														
M32	0,036	●														
M41	0,036	■														
M42	0,036	■	○							●						
M43	0,036	■														
M44	0,036		■							□	■		△			
P11	0,036		△						■	△	■	□	●			
P12	0,036		●		△				□		■					
P13	0,036		■						■	■	□	■				
P21	0,036		■	●	△				■	□	□					
P22	0,036		△	●	□				■	□	□		○	■		
P31	0,036			△	△			■			●					■
P32	0,036		■	△	●				□	□	△	□			□	□
P33	0,036		□	△				■	□	■	△	□				
P34	0,036			△	○						□					■
RKS FAYDA		2,26	3,04	1,64	2,52	0,83	0,34	0,66	3,11	3,65	3,88	1,82	0,75	0,45	0,79	1,55
RKS MALİYET		5,00	5,00	3,00	3,00	5,00	1,00	1,00	5,00	5,00	3,00	3,00	1,00	3,00	1,00	3,00
RKS F/M		0,45	0,61	0,55	0,84	0,17	0,34	0,66	0,62	0,73	1,29	0,61	0,75	0,15	0,79	0,52
RKS NORMALİZE		0,05	0,07	0,06	0,09	0,02	0,04	0,07	0,07	0,08	0,14	0,07	0,08	0,02	0,09	0,06
RKS ÖNCELİK		12	8	10	2	14	13	6	7	5	1	9	4	15	3	11

5.5 Karar Verme: Etkin RKSnin Seçilmesi

Çizelge 5.1’de sunulmuş fayda/etki ve maliyet analizi neticesinde tespit edilen sıralama referans alınarak risk değerlendirmesi sonucunda saptanan risk/emniyet değerleri ile hata öncelik değerleri kabul edilebilir değerler içerisinde olmayan hata türlerine (T_{22} , M_{11} , M_{31} , P_{21} ve P_{31} kodlu hata türleri) yönelik en uygun RKSler tespit edilmesi sağlanmıştır. Bu sayede ilgili hata türlerine yönelik uygulanan önleyici tedbirler ile beraber ilgili hata türlerinin etkilerinin en azlanması sağlanmış, operasyonun genel emniyet değerinin geliştirilmesi temin edilmiştir.

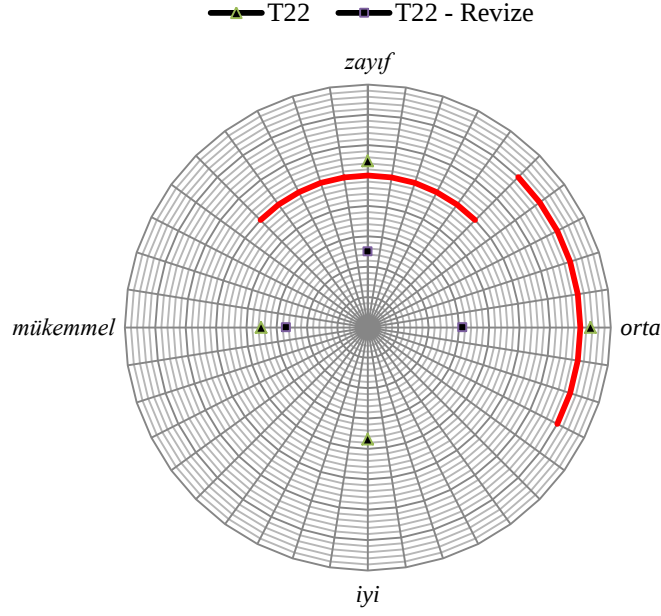
Bu doğrultuda, öncelikle T_{22} kodlu hata türünün operasyonun genel emniyeti üzerindeki etkilerini en azlayabilecek olası tüm RKSler çizelge 5.1’de sunulmuş RKS fayda/etki ve maliyet analiz çizelgesi referans alınarak tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak ilgili hata türünün risk/emniyet değeri ile hata öncelik değerinin iyileşimini sağlayacak en yüksek tercih edilirlğe sahip RKSnin saptanarak uygulanması sağlanmıştır. Sonuç olarak, T_{22} kodlu hata türüne yönelik uygulanan RKSnin ilgili hata türü üzerinde sağlamış olduğu iyileşmeyi gösterir değerler çizelge 5.2’de ifade edilmiştir.

Çizelge 5.2 : T_{22} numaralı hata için RKS tespiti.

	RKS ₂	RKS ₃	RKS ₄	RKS ₈	RKS ₉	RKS ₁₀	RKS ₁₂	RKS ₁₄
T_{22}	(8)	(10)	(2)	(7)	(5)	(1)	(4)	(11)
En etkin RKS	☒							
	Zayıf	Orta	İyi	Yüksek				
İlk emniyet değeri	0,2740	0,3670	0,1840	0,1750	0,5459			
Revize edilmiş emniyet değeri	0,125	0,156	0,585	0,134	0,6680			

Çizelge 5.2’de ifade edilmiş olan değişimler incelendiğinde T_{22} kodlu operasyon emniyet kontrol listesinin eksik gözden geçirilmesi hatasının etkilerini en azlayabilmek amacı ile RKS₁₀ kodlu emniyet toplantısının etkinliğini arttıracak toplantı düzenini iyileştirecek ve karar stratejilerinin gelişimini sağlayacak emniyet toplantısı düzenleme ve planlama klavuzu hazırlamasının en yüksek tercih edilirlğe sahip RKS olduğu görülmektedir. İlgili RKS uygulandığında hata türünün risk/emniyet değeri üzerindeki gelişim gerek çizelge 5.2’de gerekse de şekil 5.3’de net bir şekilde görülmektedir. Öyle ki; RKS uygulanmadan önce hata türüne ait öncelik değeri “0,5459” iken RKS uygulandıktan sonra ilgili hata türünün ortaya

çıkma olasılığındaki azalma ile beraber hata öncelik değeri “0,6680” değerine çıkmış ve kabul edilebilir değerler içerisine girmiştir. Eğer uygulanan RKS ile istenen iyileşme sağlanamamış olsaydı sırası ile ikinci, üçüncü, dördüncü en yüksek tercih edilirlğe sahip RKSler uygulanarak hata öncelik değerinde istenen gelişmenin temini sağlanacaktır.



Şekil 5.3 : T₂₂ kodlu hata türüne ait risk/emniyet değeri değişimi.

Benzer analizler M₁₁, M₃₁, P₂₁ ve P₃₁ kodlu hata türleri içinde yapılmış ve yapılan analizler neticesinde;

- i) M₁₁ kodlu sistem kalibrasyon ve gösterge arızası hata türü için en yüksek tercih edilirlğe sahip RKSnin RKS₁ kodlu “gemi yağ/yakıt alım sistemi elemanlarına yönelik proaktif bakım geliştirilmesi” olduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda ilgili RKSnin uygulanması ile beraber hata türünün risk/emniyet değeri $S(S_{M11}) = \{(0,164, \text{zayıf}), (0,336, \text{orta}), (0,336, \text{iyi}), (0,164, \text{mükemmel})\}$ olarak değişmiş ve hata öncelik değeri de “0,5490” değerinden “0,6085” değerine çıkmıştır. İlgili değerlerdeki gelişim göstermektedir ki; fayda maliyet analizi neticesinde M₁₁ kodlu hata türünün risk/emniyet değerini geliştirebilecek RKSlerin önceliklendirilmesi alınan kararların doğruluğunu kesinleşmesini sağlamıştır.

- ii) M_{31} kodlu kablo arızası hata türüne ait risk/emniyet değeri ve hata öncelik değerlerinin kabul edilebilir değerler içerisinde olmadığı tespit edilmesi ile beraber çizelge 5.1 referans alınarak ilgili hata türü için en yüksek tercih edirliliğe sahip RKSnin RKS_1 kodlu “gemi yağ/yakıt alım sistemi elemanlarına yönelik proaktif bakım geliştirilmesi” olduğu tespit edilmiştir. İlgili RKSnin uygulanması ile beraber hata türünün risk/emniyet değeri; $S(S_{M31}) = \{(0,164, \text{zayıf}), (0,336, \text{orta}), (0,336, \text{iyi}), (0,164, \text{mükemmel})\}$ olarak gelişmiş ve hata öncelik değeri de “0,6085” değeri seviyesine çıkmıştır. Uygulanan RKS_1 ile ilgili hata türünün ortaya çıkma olasılığı düşürülerek operasyonun genel emniyet değeri üzerindeki etkisinin azaltılması sağlanmıştır.
- iii) P_{21} kodlu yakıt alım planına uyulmamasına yönelik olarak alınabilecek en yüksek tercih edirliliğe sahip RKSnin RKS_{10} kodlu emniyet toplantısının etkinliğini arttıracak toplantı düzenini iyileştirecek ve karar stratejilerinin gelişimini sağlayacak emniyet toplantısı düzenleme ve planlama klavuzu hazırlaması olduğu saptanmıştır. Saptanan RKSnin uygulanması ile beraber P_{21} kodlu hata türünün yeni risk/emniyet değerleri; $S(S_{P21}) = \{(0,165, \text{zayıf}), (0,335, \text{orta}), (0,335, \text{iyi}), (0,165, \text{mükemmel})\}$ olarak değişmiş, öncelik değeri de “0,6085” değeri seviyesine çıkmıştır.
- iv) Acil durum eylem planı eksiklikleri içerisinde yer alan P_{31} kodlu liman iletişim bilgilerinin eksik alınmış olması sebebi ile oluşabilecek olumsuzlukların etkisini en azlayabilmek amacı ile en yüksek tercih edirliliğe sahip RKSnin RKS_{10} kodlu emniyet toplantısının etkinliğini arttıracak toplantı düzenini iyileştirecek ve karar stratejilerinin gelişimini sağlayacak emniyet toplantısı düzenleme ve planlama klavuzu hazırlaması ve RKS_7 kodlu liman acil durum müdahale yeteneğini ölçmeye yönelik bir liman bilgi talep formu geliştirilmesi ve operasyon öncesi işleme konulması olduğu tespit edilmiştir. Tespit edilen ilgili

RKSlerin uygulanması ile beraber P_{31} kodlu hata türünün yeni emniyet değeri; $S(S_{P31}) = \{(0,164, \text{zayıf}), (0,336, \text{orta}), (0,336, \text{iyi}), (0,164, \text{mükemmel})\}$ olarak değişmiş ve hata öncelik değeri de 0,6085 değerine ulaşmıştır. Neticede uygulanmak üzere seçilen RKSlerin hata risk seviyesinin azaltılmasına yönelik olumlu etkileri gerek ilgili hata türüne ait risk/emniyet değeri ve gerekse de hata öncelik değerinde ki iyileşmeler ışığında net bir şekilde ortaya konmuştur.

Yapılan değerlendirmede, üzerinde önleyici tedbirlerin uygulanması gereken hata türlerine yönelik tercih edilebilirliği en yüksek RKSlerin uygulanması paralelinde ortaya çıkan yeni durumun analizi ile birlikte her bir hata türünün risk/emniyet değeri ve hata öncelik değerlerindeki iyileşmeler ortaya konulmuştur. Hata türü bazında yapılan iyileşmelerin operasyonun genel emniyet değeri üzerindeki yansımaların hangi düzeyde olduğunu anlayabilmek amacı ile KSY kullanılarak tespit edilen yeni değerler ile tekrardan bir sentez gerçekleştirilmiş ve yağ/yakıt alım operasyonunun emniyet değeri;

$S(S_{Y/Y}) = \{(0,1721, \text{zayıf}), (0,2767, \text{orta}), (0,3593, \text{iyi}), (0,6375, \text{mükemmel})\}$ olarak değişmiştir.

Bunun paralelinde emniyet öncelik değeri 0,6264 değeri seviyesinden 0,6375 değerine yükselmiştir. Emniyet öncelik değerinde bir değişim olmakla beraber değişimin, risk/emniyet değerleri ile hata öncelik değerleri kabul edilebilir değerler içerisinde olmayan hata türlerinin etkilerinin en azlanmasına yönelik yapılan iyileştirmeler paralelinde, kısmi düzeyde olduğu görülmüştür. Tespit edilen bu sonuçta bize kullanılan yaklaşımın operasyon içerisindeki değişimlere karşı hassas, tutarlı ve kararlı sonuçlar ortaya koyduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, yapılan uygulama çalışması neticesinde önerilen yaklaşımın:

- i) İncelenen operasyon içerisinde ortaya çıkabilecek olası tüm hata türlerinin hiyerarşik bir yapı içerisinde ve birbirleri ile olan etkileşimlerinde dikkate alınarak tespit edilmesini sağlamıştır.

- ii) Gemi filo yönetiminde operasyonel risk kontrolü ile ilgili alınan her türlü kararın doğruluk oranını en üst seviyeye çekerek tutarlı sonuçlar elde edilmesini sağladığı görülmüştür.
- iii) Çalışmanın kapsamı içerisinde yer alan faydalanıcılar (gemi işletme firmalarının sağlık, emniyet, çevre ve kalite departmanı çalışanları başta olmak üzere, operasyonel ve teknik departman çalışanları, gemi platformu üzerinde görev alan mühendis ve zabitan sınıfı personel) için kolay anlaşılabilir ve uygulanabilir bir yaklaşım olduğu tespit edilmiştir.
- iv) Microsoft Excel tabanlı hazırlanan risk değerlendirme şablonu önerilen yaklaşımın faydalanıcılar tarafından kullanılabilirliğini en üst düzeye çıkartmakta ve bunun yanı sıra yapılan değerlendirme neticesinde elde edilen sonuçların doküman bazında raporlanmasını sağladığı tespit edilmiştir.
- v) Hata türlerinin risk/emniyet değerleri ile hata öncelik değerlerinin iyileştirilmesi için seçilecek RKSlerin fayda/etki ve maliyet analizi ile önceliklendirilerek en tutarlı ve hızlı sonuç verecek RKSnin tespit edilmesinin ne denli tutarlı sonuçlar verdiği saptanmıştır.
- vi) Yapılan risk değerlendirmesi doğrultusunda hesaplanan hata türü bazında risk/emniyet değerleri ve hata öncelik değerleri operasyona detaylı bir şekilde bakılmasını sağlamış ve bunun yanı sıra operasyonun geneline yönelik olarak hesaplanan operasyon emniyet değeri ve operasyon öncelik değeri ile de operasyonun bir bütün olarak incelenmesi sağlanmıştır.

6. SONUÇLAR

Son yıllarda, küresel düzeyde özellikle enerji yönetimi alanında ivmelenen risk ölçme ve değerlendirme çalışmalarının yakın zamanda yaygınlaşarak taşımacılık ve lojistik alanında tavsiye niteliğinden kural yaptırımları ile desteklenen zorunlu konsepte geçişi öngörülmektedir. Bu noktada, özellikle denizyolu taşımacılığı endüstrisinde giderek artan personel sağlığı duyarlılıkları, çevre hassasiyetleri ve emniyet öncelikleri göz önünde bulundurulduğunda risk yönetimi anlayışının farklı kademelerde giderek yaygınlaşması beklenmektedir. Denizcilikte finans, navlun ve işletim giderleri, yatırım, kredi gibi idari ve ticari risk olasılıklarının yanı sıra, teknik ve operasyonel risklerinde göz önünde bulundurulması son derece önemlidir. Diğer paydaşlara oranla özellikle gemi işletmeciliği firmalarında bahsedilen hususlar üzerinde ileri gemi yönetim sistemleri geliştirilmelidir. Bu noktada, tasarlanan sistemin teknik departman, operasyon departmanı, çevre, emniyet ve kalite departmanı gibi ilgili yönetimin kademelerine çözüm ortağı olarak karar desteği sağlanması gerekmektedir. Bu nedenle, gemi işletmeciliği konseptine uygun olarak tasarlanacak bir sistemin aşağıdaki gereksinimleri yerine getirmesi gerekmektedir:

- i) Uluslararası denizcilik sözleşmeleri, kural ve kodlar ile uyumlu olmalıdır.
- ii) Uygulanabilir çözüm üretmelidir.
- iii) Emniyet ve çevre hassasiyetlerine yanıt vermelidir.
- iv) Süreçlerin kritik seviyelerine göre hızlı çözüm önerileri üretmelidir.
- v) Gemi ve sahil yönetim personeli tarafından kullanılabilir olmalıdır.

Bu çalışma ile gemi filo yönetim sistemi içerisinde önemli bir yere sahip operasyonel süreçlere yönelik bir karar verme yaklaşımı geliştirilmiştir. Önerilen yaklaşım ile beraber gemilerde emniyet yönetim sistemi kapsamında 2010 yılından itibaren zorunlu hale gelen risk değerlendirmesi sistematığı doğrultusunda denizcilik şirketleri bünyesinde sistematik risk yönetim anlayışı geliştirilmesi hedeflemiştir. Geliştirilmiş olan risk yönetim anlayışı içerisinde potansiyel riskleri, bunların tekrarlama olasılıklarını ve muhtemel etkilerini ölçmek suretiyle gemi platformu

üzerinde yürütölmekte olan tüm operasyonel süreçler için olası bütün risklerin ortaya konulması sağlanmıştır.

Önerilen yaklaşım, farklı organizasyonel yapıya sahip denizcilik şirketlerine kolaylıkla tasarlanıp uygulanabilecek bir sistematığe sahip olup, operasyonel süreçler üzerinde alınacak kararların etkinliğinin arttırılmasında önemli rol oynamaktadır. Bunun beraberinde, çevre, personel, gemi ve yük emniyeti için tehdit oluşturabilecek tüm risklerin tanımlanması, analizi, değerdendirilmesi ve bu riskleri en azlayacak emniyet tedbirlerinin alınmasını sağlayacak bir yapıda olması itibarı ile emniyet yönetim sistemi gereksinimlerini tam anlamı ile karşılayan bir yaklaşım olma özelliğı taşımaktadır.

Genel prensip olarak, gemi filo yönetiminde operasyonel risk kontrolü anlayışı üzerine tesis edilmiş olan karar verme yaklaşımı, bir operasyonel süreç içerisinde ortaya çıkabilecek olası tüm hata türlerinin değerdendirmesine olanak sağlamaktadır. Bu değerdendirmede her bir hata türünün operasyon emniyet seviyesi üzerindeki etkisel değışimleri saptanmakta ve ilgili hata türlerinin risk karakteristiğı ortaya konmaktadır. HAA ve bulanık tabanlı KSY yöntemlerinin bütünleşik olarak kullanılması ile geliştirilen yaklaşım ve beraberinde önerilen fayda maliyet analizi ile operasyonel süreç içerisinde ihtiyaç duyulan iyileştirmelere yönelik alınacak risk kontrol seçenekleri önceliklendirilerek yöntemi kullanacak faydalanıcılara karar verme aşamasında destek sağlanmaktadır. Önerilen yaklaşımın, gemi platformu üzerinde yürütölmekte olan, denizcilik şirketlerinin en sık problem yaşadıkları operasyonlarının başında gelen ve öncesi, esnası ve sonrası ile son derece karmaşık bir sürece sahip yağ/yakıt alım operasyonuna yönelik uygulama çalışması gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu uygulama çalışması neticesinde elde edilen risk değerdendirme sonuçlar önerilen yaklaşımın son derece duyarlı, tutarlı ve kararlı bir sapıya sahip olduğunu göstermiş olup uygulama aşamasında öne çıkan başlıca kuvvetli yönlerini şu şekilde sıralamak mümkündür:

- i) Kolay anlaşılabilir ve uygulanabilir matematiksel altyapıya sahiptir.
- ii) Operasyon içerisinde ortaya çıkabilecek olası tüm hataları belli bir hiyerarşik yapı içerisinde incelenmesi ve analiz edilmesi tercih edilirliliğini en üst düzeye çıkartmaktadır.

iii) Operasyonel süreçlere yönelik alınan kararların hızlı ve tutarlı olmasını sağlamaktadır.

iv) Şirket bünyesindeki sağlık, emniyet, çevre ve kalite ile ilgili operasyonel departmanda görev alan personelin farkındalık anlayışının gelişmesine katkı sağlamaktadır.

v) Operasyonel esneklik sağlamakta, organizasyonel gelişimi destekleyen bildirimler sunmaktadır.

vi) Denizcilik endüstrisinin reaktif (tepkisel) yaklaşımdan proaktif yaklaşıma geçişine katkı sağlamaktadır.

vii) Belli bir gemi türü için özelleşmemiş bir yapıya sahip olması tercih edilebilirliğini arttırmaktadır.

Önerilen yaklaşımın yapılan şirket uygulamalarında tespit edilen kuvvetli yönlerinin, çalışma kapsamında gerçekleştirilen yazın taraması neticesinde tespit edilen bulgular ile paralellendiğinde, araştırmanın yazına önemli katkılar sağlayacağı öngörülmekte olup, olası katkılar aşağıdaki gibi sunulmuştur:

i) Yazında denizcilik paydaşlarının en önemli sorunlarından biri haline gelen risk değerlendirmesi konusunda kaynak olabilecek bir çalışma özelliği taşımaktadır.

ii) Risk değerlendirme yaklaşımı ile risk derecesinin yanısıra ilgili operasyonel sürecin risk karakteristiğini de ortaya koyarak mevcut yöntemsel çalışmalardan daha farklı bir yaklaşım geliştirilmiştir.

iii) Bugüne kadar yeteri düzeyde önem gösterilmemiş olan gemi operasyonlarına, özellikle gemi makine personelinin sorumlu olduğu operasyonlarına, yönelik bir risk değerlendirme sistemi geliştirilmiştir.

iv) Yöntemsel altyapısı ile farklı operasyonel ve yönetsel süreç analizlerinde de kullanılabilir bir yapıdadır.

v) Belirsizlik ve bilgi eksikliğinin üst düzeyde olduğu problemlere kolaylıkla uygulanabilecek bir çalışma niteliğindedir.

vi) Operasyonel risk değerlendirmesini konu alan mevcut çalışmalardan daha farklı bir yaklaşımla operasyonel süreçler ele alınmış ve incelenen operasyona yönelik

risk haritası oluşturularak operasyonun zayıf ve kuvvetli tarafları açık bir şekilde ortaya konulmuştur.

vii) Bugüne kadar önerilmiş fayda ve maliyet analizlerinden daha farklı bir analiz yapısına sahip fayda ve maliyet analizi ortaya konulmuştur.

viii) İlgili araştırma süresince kapsamlı bir şekilde gerçekleştirilmiş olan yazın taraması neticesinde elde edilen ve detaylı bir şekilde analizi gerçekleştirilen çalışmalar bu konu üzerinde çalışmayı planlayan araştırmacılar için önemli bir kaynak oluşturacaktır.

Deniz taşımacılığı bünyesinde denizcilik şirketlerini zorlayan dinamik değişimler, beklenmedik riskler ve ciddi sorunlar içermektedir. Beraberinde, deniz ticareti aktivitelerinin sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi amacı ile gerek ulusal ve gerekse de uluslararası boyutta ki denizcilik anlaşmaları, kural, yaptırım ve yönetmeliklere uyum sağlanması gerekmektedir. Bu da bir denizcilik şirketinin pek çok belirsizlik, kısıt ve beklenti içeren bir ortamda çalışması anlamına gelmektedir. Dolayısı ile, denizcilik şirketlerinin gemi filo yönetimini risk yönetimi ile bütünleşik bir anlayış içerisinde yürütmesini zorunlu kılmaktadır. Bir başka ifade ile, denizcilik şirketleri sadece gemiyi karlı şekilde çalıştırma hususunda değil, aynı zamanda etkin risk yöntemi ile, kazaların şiddetini, frekansını ve maliyetini düşürmek sureti ile katma değer sağlamaları gerekmektedir.

Bu noktada, ilgili araştırma kapramında önerilen yaklaşımın denizcilik endüstrisine sunmuş olduğu katkılar sıralanacak olur ise:

- i) Denizcilik şirketleri bünyesinde operasyon, teknik ve sağlık, emniyet, çevre ve kalite departmanları çalışanlarından oluşturulmuş bir risk izleme ekibi kurulması temin edilerek kurulan bu ekibin risk yönetimi anlayışını sistematik bir zemin üzerine oturmasını temin edecek risk izleme ve değerlendirme sistemlerini oluşturmaları sağlanmıştır.
- ii) Denizcilik şirketlerinin, emniyet yönetim sistemi uygulamaları ile kazanmış oldukları emniyet kültürünü geliştirmelerini sağlamaktadır.
- iii) Uluslararası Emniyet Yönetim Kod gereksinimleri ve Biçimsel Emniyet Değerlendirme sistematığı ile bütünleşik bir yapıya sahip olması denizcilik şirketleri bünyesinde yürütülmekte olan risk değerlendirme sisteminin verimliliğini en üst seviyeye çıkartmaktadır.

- iv) Gemi ve şirket bünyesinde çalışmakta olan personelinin operasyonel yönetim seviyesinde ki karar verme süreci etkinliğini ve güvenilirliğini arttırmaktadır.
- v) Operasyonel süreçlerin iyileştirilmesine yönelik alınan önleyici tedbirler kapsamlarına göre gemi önleyici faaliyet planlama ve gemi bakım-onarım planlama prosedürleri içerisine entegre edilerek prosedürel bazda iyileştirmeler gerçekleştirilmiştir.
- vi) Denizcilik şirketleri bünyesinde kullanılan risk değerlendirme programlarının bilimsel bir zemin üzerine inşa ederek, profesyonel bir risk yönetimi anlayışı oluşturulmasını sağlamaktır.

Araştırma kapsamında elde edilen nihai sonuçlar denizcilik şirketleri bünyesinde yürütülmekte olan gemi filo yönetiminin operasyonel seviyedeki karar verme problemlerine çözüm olabilecek özellikte bir çalışma olduğunu net bir şekilde ortaya koymuştur. Dolayısı ile bu çalışma, denizcilik alanında araştırma yapmakta olan birçok araştırmacının bu ve buna benzer çalışmalar üzerinde yoğunlaşmasını sağlayacaktır. Bu çalışma ile endüstriyel düzeyde ki veriler işlenerek risk değerlendirme sistemi tasarımıda kullanılabilecek uygulanabilir bilgi düzeyine çıkartılmıştır. Bulanık mantık ve KSY ile beraber de problemin doğasında mevcut olan bilgi eksiklikleri, yetersizlikleri ve bilgi düzeylerindeki güvensizlikler ortadan kaldırılmıştır.

Önerilen yaklaşımın sağlamış olduğu faydalar ve denizcilik endüstrisinin beklentileri de dikkate alınarak yapılacak ileri çalışmalar arasında öncelikle farklı türde ki gemi platformları üzerinde yürütülmekte olan özel operasyonlara yönelik risk değerlendirme sistemi tasarlanması ve geliştirilmesi gelmektedir. Devamında, önerilen yaklaşımının farklı gemi operasyonel süreçleri için uygulamalarının gerçekleştirilerek yapılan tüm çalışmaların bilgisayar tabanlı bir yazılım haline getirilmesini sağlamak yapılacak diğer bir çalışmadır. Bu sayede önerilen yaklaşımın kullanılabilirliğinin en üst seviyeye çekilmesi sağlanacak ve beraberinde denizcilik şirketlerinin istifade edebileceği profesyonel bir risk değerlendirme yazılımı ortaya konulacaktır. Bu çalışmaların dışında, önerilen risk değerlendirme modelinin denizcilik eğitimi alanında özellikle gemi makineleri işletme mühendisliği alanındaki ilgili eğitim modelleri içerisine entegrasyonu gerçekleştirilecektir. Yanı sıra, yaşam boyu öğrenme olgusu içerisinde alınan ileri düzey eğitimlere (örneğin, makine

dairesi takım yönetimi eğitimi) risk değerlendirme modelinin eklenerek ilgili eğitimlerin günümüz ihtiyaçlarına cevap verebilecek seviyeye getirilmesi sağlanacaktır. Yapılması planlanan bir diğer önemli çalışma ise, risk değerlendirme modeli içerisine gemi platformu üzerinde ki ana ve yardımcı makineler ile sistemlere yönelik bir sistem güvenilirlik yaklaşımı entegre edilerek geliştirilmesi sağlanacaktır.

KAYNAKLAR

- Abascal, A.J., Castanedo, S., Medina, R., ve Liste, M.** (2010). Analysis of the reliability of a statistical oil spill response model. *Marine Pollution Bulletin*, **60(11)**, 2099-2110.
- Abou, S.C.** (2012). Fuzzy-logic-based network for complex systems risk assessment: Application to ship performance analysis. *Accident Analysis & Prevention*, **45**, 305-316.
- Altaş, İ.H.** (1999). Bulanık Mantık: Bulanıklılık Kavramı. *Enerji, Elektrik, Elektromekanik-3e*, **62**, 80-85.
- American Bureau of Shipping (ABS)**, (2000). Guidance notes on risk assessment applications for the marine and offshore oil and gas industries. *Teknik not*.
- Antão, P., ve Soares, C.G.** (2008). Causal factors in accidents of high-speed craft and conventional ocean-going vessels. *Reliability Engineering & System Safety*, **93(9)**, 1292-1304.
- Arslan, O.** (2009). Quantitative evaluation of precautions on chemical tanker operations. *Process Safety and Environmental Protection*, **87(2)**, 113-120.
- Arslan, O., ve Er, I.D.** (2008). SWOT analysis for safer carriage of bulk liquid chemicals in tankers. *Journal of Hazardous Materials*, **154(1-3)**, 901-913.
- Ayyub, B.M., Beach, J.E., Sarkani, S., ve Assakkaf, I.A.** (2002). Risk Analysis and Management for Marine Systems. *Naval Engineers Journal*, **114(2)**, 181-206.
- Balmat, J.F., Lafont, F., Maifret R., ve Pessel N.** (2011). A decision making system to maritime risk assessment. *Ocean Engineering*, **38(1)**, 171-176.
- Balmat, J.F., Lafont, F., Maifret, R., ve Pessel, N.** (2009). MARitime RISk Assessment (MARISA), a fuzzy approach to define an individual ship risk factor. *Ocean Engineering*, **36(15-16)**, 1278-1286 .
- Bao, J., Liu, Z., ve Huang, T.** (2010). Ship risk assessment model. *Journal of Dalian Maritime University*, **36(4)**, 11-13.
- Bassey, K.J., ve Chigbu, P.E.** (2011). On optimal control theory in marine oil spill management: A Markovian decision approach. *European Journal of Operational Research*, **217(2)**, 470-478.
- Batalden, B.M.** (2012). Integration of operation management and risk assessment using hierarchical task analysis. *11th International Probabilistic*

Safety Assessment and Management Conference and the Annual European Safety and Reliability Conference 2012, 7, 5653-5659.

- Berle, Ø., Asbjørnslett, B.E., ve Rice, J.B.** (2011). Formal Vulnerability Assessment of a maritime transportation system. *Reliability Engineering & System Safety*, **96(6)**, 696-705.
- Bichou, K.** (2009). Security and Risk-based Models in Shipping and Ports: Review and Critical Analysis. *Terrorism and International Transport: Towards Risk-based Security Policy*, OECD, International Transport Forum, OECD Publishing, pp.111-141.
- Bitner-Gregersen, E.M., ve Skjong, R.** (2009). Concept for a risk based Navigation Decision Assistant. *Marine Structures*, **22(2)**, 275-286.
- British Standard Institution (BSI)**, (2012). BSI yönetim sistemleri eğitimleri dokümanı. (www.bsi-turkey.com)
- Brown, A.J.** (2002). Collision scenarios and probabilistic collision damage. *Marine Structures*, **15(4-5)**, 335-364.
- BS EN 31010** (2010). Risk management – Risk assessment techniques. *British Standard Institution*, London.
- BS ISO 31000** (2009). Risk management - Principles and guidelines. *British Standard Institution*, London.
- BS 31100** (2011). Risk management - Code of practice and guidance for the implementation of BS ISO 31000, *British Standard Institution*, London.
- Bubbico, R., Di Cave, S., ve Mazzarotta, B.** (2009). Preliminary risk analysis for LNG tankers approaching a maritime terminal. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, **22(5)**, 634-638.
- Burgherr, P., Eckle, P., ve Michaux, E.** (2012). Oil tanker transportation risk: Driving factors and consequence assessment. *11th International Probabilistic Safety Assessment and Management Conference and the Annual European Safety and Reliability Conference 2012*, 7, 5665-5674.
- Buurman, J., Zhang, S., ve Babovic, V.** (2009). Reducing risk through real options in systems design: the case of architecting a maritime domain protection system. *Risk Analysis*, **29(3)**, 366–379.
- Celik, M.** (2009a). *An integrated decision support system towards risk-based analytical modelling of managerial processes in shipping business*. PhD. Thesis, Maritime Transportation Eng. Program, Science and Technology Institute of Istanbul Technical Univ., Turkey.
- Celik, M.** (2009b). Designing of integrated quality and safety management system (IQSMS) for shipping operations. *Safety Science*, **47(5)**, 569-577.
- Celik, M.** (2010). Enhancement of occupational health and safety requirements in chemical tanker operations: The case of cargo explosion. *Safety Science*, **48(2)**, 195-203.
- Celik, M., ve Cebi, S.** (2009). Analytical HFACS for investigating human errors in shipping. *Accident Analysis & Prevention*, **41(1)**, 66-75.

- Celik, M., ve Kandakoglu, A.** (2012). Maritime policy development against ship flagging out dilemma using a fuzzy quantified SWOT analysis. *Maritime Policy & Management*, **39(4)**, 401-421.
- Celik M., ve Karayigit, B.** (2007). Gemi işletmeciliği firmalarının teknik yönetim karar süreçlerinin modellenmesine yönelik karar destek sistemi önerisi. *Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği 27. Ulusal Kongresi YA/EM 2007*, Temmuz 2-4, 2007 İzmir, Türkiye, s.887-892.
- Celik, M., Lavasani, S.M., ve Wang, J.** (2010). A risk-based modelling approach to enhance shipping accident investigation. *Safety Science*, **48(1)**, 18-27.
- Celik, M., ve Topcu, Y.I.** (2009). Use of an ANP to prioritize managerial responsibilities of maritime stakeholders in environmental incidents: An oil spill case. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, **14(7)**, 502-506
- Cicek, K., Turan, H.H., Topcu, Y.I., ve Searsan, M.N.** (2010). Risk-based preventive maintenance planning using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) for marine engine systems. *The Second International Conference on Engineering Systems Management and Its Applications (ICESMA)*, , American University of Sharjah, UAE, 30 Mart – 1 Nisan, s.1-6.
- Chang, Y.H.J., ve Mosleh, A.** (2007). Cognitive modelling and dynamic probabilistic simulation of operating crew response to complex system accidents: Part 1: Overview of the IDAC Model. *Reliability Engineering & System Safety*, **92(8)**, 997-1013.
- Chauvin, C., Clostermann, J.P., ve Hoc, J.M.** (2009). Impact of training programs on decision-making and situation awareness of trainee watch officers. *Safety Science*, **47(9)**, 1222-1231.
- Chauvin, C., ve Lardjane, S.** (2008). Decision making and strategies in an interaction situation: Collision avoidance at sea. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, **11(4)**, 259-269.
- Chin, H.C., ve Debnath, A.K.** (2009). Modeling perceived collision risk in port water navigation. *Safety Science*, **47(10)**, 1410-1416.
- Čokorilo, O. , Miroslavljević, P., Vasov, L., ve Stojiljković, B.** (2013). Managing safety risks in helicopter maritime operations. *Journal of Risk Research*, <http://dx.doi.org/10.1080/13669877.2012.737828>
- Collier, P.M.** (2009). Fundamentals of Risk Management for Accountants and Managers: *Tools & Techniques*, sf. 1-41. Butterworth-Heinemann, Oxford, United Kingdom.
- Çağman, N.** (2006). Bulanık mantık. *Bilim ve Teknik*, **463**, 50-51.
- Çitli, N.** (2006). *Bulanık Çok Kriterli Karar Verme*. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, F.B.E. Matematik Anabilim Dalında Matematik Programında Hazırlanan Yüksek Lisans Tezi.
- Darbra, R.M., Crawford, J.F.E., Haley, C.W., ve Morrison, R.J.** (2007). Safety culture and hazard risk perception of Australian and New Zealand maritime pilots. *Marine Policy*, **31(6)**, 736-745.

- Doulgeris, G., Korakianitis, T., Pilidis, P., ve Tsoudis, E.** (2012). Techno-economic and environmental risk analysis for advanced marine propulsion systems. *Applied Energy*, **99**, 1-12.
- Ece, J.N.** (2004). Uluslararası Emniyetli Yönetim (ISM) Kodu. Denizhaber internet sitesi köşe yazısı, yayımlanma tarihi: 24.12.2004. (<http://www.denizhaber.com>)
- Eide, M.S., Endresen, Ø., Breivik, Ø., Brude, O.W., Ellingsen, I.H., Røang, K., Hauge, J., ve Brett, P.O.** (2007). Prevention of oil spill from shipping by modelling of dynamic risk. *Marine Pollution Bulletin*, **54(10)**, 1619-1633.
- Eide, M.S., Endresen, Ø., Brett, P.O., Ervik, J.L., ve Røang, K.** (2007). Intelligent ship traffic monitoring for oil spill prevention: Risk based decision support building on AIS. *Marine Pollution Bulletin*, **54(2)**, 145-148.
- Eleye-Datubo, A.G., Wall, A., Saajedi, A., ve Wang, J.** (2006). Facilitating the treatment of uncertainty in marine formal safety assessment. *Proceedings of the Institute of Marine Engineering, Science and Technology Part B: Journal of Marine Design and Operations*, **10**, 39-53.
- Eleye-Datubo, A.G., Wall, A., ve Wang, J.** (2008). Marine and Offshore Safety Assessment by Incorporative Risk Modeling in a Fuzzy-Bayesian Network of an Induced Mass Assignment Paradigm. *Risk Analysis*, **28(1)**, 95-112.
- Ellis, J.** (2011). Analysis of accidents and incidents occurring during transport of packaged dangerous goods by sea. *Safety Science*, **49(8-9)**, 1231-1237.
- Elsayed, T.** (2009). Fuzzy inference system for the risk assessment of liquefied natural gas carriers during loading-offloading at terminals. *Applied Ocean Research*, **31(3)**, 179-185.
- Elsayed, T., Lehetab, H., ve Shehadeha, M.** (2009). Multi-attribute risk assessment of LNG carriers during loading/offloading at terminals. *Ships and Offshore Structures*, **4(2)**, 127-131.
- Erkut, E., Tjandra, S.A., ve Verter, V.** (2007). Chapter 9 Hazardous Materials Transportation. *Handbooks in Operations Research and Management Science*, **14**, 539-621.
- Fang, C., ve Das, P.K.** (2005). Survivability and reliability of damaged ships after collision and grounding. *Ocean Engineering*, **32(3-4)**, 293-307.
- Fleet Management Limited** (t.y) *Bunkering Plan*.
- Friis-Hansen, P., ve Simonsen, B.C.** (2002). GRACAT: software for grounding and collision risk analysis. *Marine Structures*, **15(4-5)**, 383-401.
- Gantz, S.D., ve Philpott, D.R.** (2012). FISMA and the Risk Management Framework: *The New Practice of Federal Cyber Security*, Chapter 13 - Risk Management, sf. 131-151; sf. 329-365, Elsevier, Waltham, USA.

- Gaonkar, R.S.P., Xie, M., Ng, K.M., ve Habibullah, M.S.** (2011). Subjective operational reliability assessment of maritime transportation system. *Expert Systems with Applications*, **38(11)**, 13835-13846.
- Gard, (2011).** *Bunkers and Bunkering*, A selection of articles previously published by Gard AS.
- Gasparotti, C.** (2010). Risk assessment of marine oil spills. *Environmental Engineering and Management Journal*, **9(4)**, 527-534.
- Gasparotti, C., ve Rusu, E.** (2012). Methods for the risk assessment in maritime transportation in the black sea Basin. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, **13(3-A)**, 1751-1759.
- Germanischer Lloyd (GL), (2010).** ISM Risk Management. *Teknik not.*
- Goerlandt, F., ve Kujala, P.** (2011). Traffic simulation based ship collision probability modeling. *Reliability Engineering & System Safety*, **96(1)**, 91-107.
- Grasso, R. , Cococcioni, M., Mourre, B., Chiggiato, J., ve Rixen, M.** (2012). A maritime decision support system to assess risk in the presence of environmental uncertainties: The REP10 experiment. *Ocean Dynamics*, **62(3)**, 469-493.
- Guarin, L., Konovessis, D., ve Vassalos, D.** (2009). Safety level of damaged RoPax ships: Risk modelling and cost-effectiveness analysis. *Ocean Engineering*, **36(12-13)**, 941-951.
- Havold, J.I.** (2010). Safety culture and safety management aboard tankers. *Reliability Engineering & System Safety*, **95(5)**, 511-519.
- Havold, J.I.** (2005). Safety-culture in a Norwegian shipping company. *Journal of Safety Research*, **36(5)**, 441-458.
- Hetherington, C., Flin, R., ve Mearns, K.** (2006). Safety in shipping: The human element. *Journal of Safety Research*, **37(4)**, 401-411.
- Hong, X., Chen, W., ve Zhang, L.** (2010). A probabilistic Risk Forecast of Accidental Oil Spills from Vessels in Luoyuan Bay, Fujian Province, PRC. *Procedia Environmental Sciences*, **2**, 49-56.
- Hork J.** (2004). An analysis of decision making process in multi-cultural maritime scenarios. *Maritime Policy & Management*, **31(1)**, 15-29.
- Hoyur, G.** (2001). *Sıfır hata ve hata önleme tekniği olarak POKAYOKE*. Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü Proje ödevi.
- Hsu, W.K.K.** (2011). Ports' service attributes for ship navigation safety. *Safety Science*, **50(2)**, 244-252.
- Hu, S., Fang, Q., Xia, H., ve Xi, Y.** (2007). Formal safety assessment based on relative risks model in ship navigation. *Reliability Engineering & System Safety*, **92(3)**, 369-377.
- Hu, S., Li, W., Xi, Y., ve Wang, J.** (2009). Risk Assessment of Marine Traffic Environment Using Unascertained Quantity. *IEEE International*

- Conference on Systems, Man and Cybernetics, 2009 (SMC 2009)*, San Antonio, Texas, USA, 11-14 Ekim, s.4952 – 4957.
- Hussain, A.** (2000). Managing Operational Risk in Financial Markets, sf. 17-21, Butterworth-Heinemann, Oxford, United Kingdom.
- Iakovou, E.T.** (2001). An interactive multiobjective model for the strategic maritime transportation of petroleum products: risk analysis and routing. *Safety Science*, **39(1-2)**, 19-29.
- ICS, OCIMF ve IAPH** (2006). ISGOTT (5th Ed), *Bunkering Safety Check List*.
- International Association of Classification Societies (IACS)**, (2012). A guide to risk assessment in ship operations. *Teknik not*.
- Ikeagwuani, U.M., ve John, G.A.** (2013). Safety in maritime oil sector: Content analysis of machinery space fire hazards. *Safety Science*, **51(1)**, 347-353.
- International Maritime Organization (IMO)**, (2005). *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL)*.
- International Maritime Organization (IMO)**, (2002). *Guidelines for formal safety assessment (FSA) for use in the IMO rule-making process*.
- International Naval Surveys Bureau (INSB) Class**, (2010). Guide for risk assessment. *Teknik not*.
- Jenssen, J.I., ve Randoy, T.** (2006). The performance effect of innovation in shipping companies. *Maritime Policy & Management*, **33(4)**, 327-343.
- Kader, A.S.A., Sulaiman, O.O., ve Zamani, A.M.** (2008). Environmental risk and compliance for nature gas ship design and operation within inland waterways. *2nd Regional Conference on Vehicle Engineering & Technology*, Hotel Istana, Kuala Lumpur, 15 - 16 Temmuz.
- Kang, H.J., Yang, Y.S., Choi, J., Lee, J.K., ve Lee, D.** (2013). Time basis ship safety assessment model for a novel ship design. *Ocean Engineering*, **59**, 179-189.
- Kenett, R.S., ve Raanan, Y.** (2011). *Operational Risk Management: A Practical Approach to Intelligent Data Analysis*, sf. 1-37, A John Wiley and Sons, Ltd., Publication, Chichester, United Kingdom.
- Kirby, M.F., ve Law, R.J.** (2010). Accidental spills at sea – Risk, impact, mitigation and the need for co-ordinated post-incident monitoring. *Marine Pollution Bulletin*, **60(6)**, 797-803.
- Kim, S.W., Wall, A., Wang, J., ve Kwon, Y.S.** (2006). Fire-risk modelling of machinery space: An application of approximate reasoning approach in passenger ship engine room. *International Journal of Offshore and Polar Engineering*, **16(1)**, 48-56.
- Knapp, S., ve Van de Velden, M.** (2011). Global ship risk profiles: Safety and the marine environment. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, **16(8)**, 595-603.

- Kobylinski, L.** (2009). Risk Analysis and Human Factor in Prevention of CRG Casualties. *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, **3(4)**, 443-448.
- Kokotos, D.X., ve Linardatos, D.S.** (2011). An application of data mining tools for the study of shipping safety in restricted waters. *Safety Science*, **49(2)**, 192-197.
- Kontovas, C.A., ve Psarafti H.N.** (2008). Marine environment risk assessment A survey on the disutility cost of oil spills. *2nd International Symposium on Ship Operations, Management and Economics*, SNAME Greek Section, Athens, 17-18 Eylül.
- Krohling, R.A., ve Campanharo, V.C.** (2011). Fuzzy TOPSIS for group decision making: A case study for accidents with oil spill in the sea. *Expert Systems with Applications*, **38(4)**, 4190-4197.
- Kujala, P., Hänninen, M., Arola, T., ve Ylitalo, J.** (2009). Analysis of the marine traffic safety in the Gulf of Finland. *Reliability Engineering & System Safety*, **94(8)**, 1349-1357.
- Lee, J.O., Yeo, I.C., ve Yang, Y.S.** (2001). A trial application of FSA methodology to the hatchway watertight integrity of bulk carriers. *Marine Structures*, **14(6)**, 651-667.
- Leschine, T.M.** (2002). Oil Spills and the Social Amplification and Attenuation of Risk. *Spill Science & Technology Bulletin*, **7(1-2)**, 63-73.
- Leslie, J.A.** (1979). Ships and bridges. *Appl of Stat and Probab in Soil and Struct Eng, 3rd Int Conf (ICASP 3)*, National Bureau of Standards, Special Publication, **2**, 826-838.
- Li, H.B., Hao, Y.L., ve Yu, H.Y.** (2010). A study of ship integrated navigation system risk assessment based on fuzzy analytic hierarchy process. *The 2010 International Conference on Educational and Network Technology (ICENT 2010)*, Qinhuangdao, China, 25-27 Temmuz.
- Li, J.** (2009). Risk assessment model of high speed craft navigation based on fuzzy analytic hierarchy process. *Journal of Computational Information Systems*, **5**, 1661-1667.
- Li, S., Meng, Q., ve Qu, X.** (2012). An Overview of Maritime Waterway Quantitative Risk Assessment Models. *Risk Analysis*, **32(3)**, 496-512.
- Liu, L., Yang, J.B., Wang, J., ve Sii, H.S.** (1994). Engineering system safety analysis and synthesis using the fuzzy rule-based evidential reasoning approach. *Quality and Reliability Engineering International*, **21**, 387-411.
- Liu, X.** (2010). Integrated modeling of oil spill response strategies: a coastal management case study. *Environmental Science & Policy*, **13(5)**, 415-422.
- Lois, P., Wang, J., Wall, A., ve Ruxton, T.** (2004). Formal safety assessment of cruise ships. *Tourism Management*, **25(1)**, 93-109.

- Lu, C.S., ve Tsai, C.L.** (2010). The effect of safety climate on seafarers' safety behaviors in container shipping. *Accident Analysis & Prevention*, **42(6)**, 1999-2006.
- Lu, C.S., ve Tsai, C.L.** (2008). The effects of safety climate on vessel accidents in the container shipping context. *Accident Analysis & Prevention*, **40(2)**, 594-601.
- Lu, C.S., ve Tseng, P.H.** (2012). Identifying crucial safety assessment criteria for passenger ferry services. *Safety Science*, **50(7)**, 1462-1471.
- Lu, C.S., ve Yang, C.S.** (2011). Safety climate and safety behaviour in the passenger ferry context. *Accident Analysis & Prevention*, **43(1)**, 329-341.
- Mann, R.E., Stoduto, G., Vingilis, E., Asbridge, M., Wickens, C.M., Ialomiteanu, A., Sharpley, J., ve Smart, R.G.** (2010). Alcohol and driving factors in collision risk. *Accident Analysis & Prevention*, **42(6)**, 1538-1544.
- Mansouri, M., Nilchiani, R., ve Mostashari, A.** (2009). A risk management-based decision analysis framework for resilience in maritime infrastructure and transportation systems. *3rd Annual IEEE International Systems Conference*, Vancouver, Canada, 23-26 Mart.
- Martins, M.R., ve Maturana, M.C.** (2013). Application of Bayesian Belief networks to the human reliability analysis of an oil tanker operation focusing on collision accidents. *Reliability Engineering and System Safety*, **110**, 89-109.
- Martins, M.R., ve Maturana, M.C.** (2010). Human Error Contribution in Collision and Grounding of Oil Tankers. *Risk Analysis*, **30(4)**, 674-698.
- McGee, S., Piorkowski, R., ve Ruiz, G.** (2006). Analysis of recent vessel arrivals and ballast water discharge in Alaska: Toward assessing ship-mediated invasion risk. *Marine Pollution Bulletin*, **52(12)**, 1634-1645.
- Mentes, A., ve Helvacioğlu, I.H.** (2011). An application of fuzzy fault tree analysis for spread mooring systems. *Ocean Engineering*, **38(2-3)**, 285-294.
- Merrick, J.R.W., ve Van Dorp, J.R.** (2006). Speaking the Truth in Maritime Risk Assessment. *Risk Analysis*, **26(1)**, 223-237.
- Merrick J.R.W, Van Dorp J.R., ve Dinesh V.** (2005) Assessing uncertainty in simulation based maritime risk assessment. *Risk analysis*, **25(3)**, 731-743.
- Mokashi, A.J., Wang, J., ve Verman, A.K.** (2002). A study of reliability centred maintenance in maritime operations. *Marine Policy*, **26(5)**, 325-335.
- Montewka, J., Hinz, T., Kujala, P., ve Matusiak, J.** (2010). Probability modelling of vessel collisions. *Reliability Engineering & System Safety*, **95(5)**, 573-589.
- Morel, G., ve Chauvin, C.** (2006). A socio-technical approach of risk management applied to collisions involving fishing vessels. *Safety Science*, **44(7)**, 599-619.

- Mou, J.M., Van der Tak, C., ve Ligteringen, H.** (2010). Study on collision avoidance in busy waterways by using AIS data. *Ocean Engineering*, **37**(5-6), 483-490.
- Mullai, A., ve Paulsson, U.** (2011). A grounded theory model for analysis of marine accidents. *Accident analysis and prevention*, **43**(4), 1590-1603.
- Nas, S.** (2007). *Ders notları: Risk, Risk Tanımı, Risk Kategorileri, Risk Değerlendirmesi.* (<http://www.nasmaritime.com/riskassessment.htm>)
- Ng, A.K.Y.Ng., ve Song, S.** (2010). The environmental impacts of pollutants generated by routine shipping operations on ports. *Ocean & Coastal Management*, **53**(5-6), 301-311.
- Nielsen, U.D., Friis-Hansen, P., ve Jensen, J.J.** (2009). A step towards risk-based decision support for ships - Evaluation of limit states using parallel system analysis. *Marine Structures*, **22**(2), 209-224.
- Nwaoha, T.C., Yang, Z., Wang, J., ve Bonsall, S.** (2012). A new fuzzy evidential reasoning method for risk analysis and control of a liquefied natural gas carrier system. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment*, **225**, 206-225.
- Olteidal, H.A., ve McArthur, D.P.** (2011). Reporting practices in merchant shipping, and the identification of influencing factors. *Safety Science*, **49**(2), 331-338.
- Otto, S., Pedersen, P.T., Samuelides, M., ve Sames, P.C.** (2002). Elements of risk analysis for collision and grounding of a RoRo passenger ferry. *Marine Structures*, **15**(4-5), 461-474.
- Öktem, R.** (2006). Hata Ağacı Analizi. İşyeri hekimi ileri eğitim programı, risk değerlendirme eğitim modülü, *Hata Ağacı Analizi ders metni.* (www.ttb.org.tr)
- Pam, E.D., Wall, A., Yang, Z., ve Wang, J.** (2012). Ballast water risk estimation incorporating fuzzy-infection mode and effect analysis. *11th International Probabilistic Safety Assessment and Management Conference and the Annual European Safety and Reliability Conference 2012*, **7**, 5692-5701.
- Panayides, P.M.** (2006). Maritime policy, management, and research: role and potential. *Maritime Policy & Management*, **33**(2), 95-105.
- Panayides, P.M.** (2003). Competitive strategies and organizational performance in ship management. *Maritime Policy & Management*, **30**(2), 123-140.
- Park, G.K. , ve Kim, D.Y.** (2012). Building an intelligent supporting system for safe navigation using fuzzy theory. *2012 International Conference on Fuzzy Theory and Its Applications*, 223-227
- Pedersen, P.T.** (2010). Review and application of ship collision and grounding analysis procedures. *Marine Structures*, **23**(3), 241-262.
- Pedersen, P.T., ve Zhang, S.** (2000). Effect of ship structure and size on grounding and collision damage distributions. *Ocean Engineering*, **27**(11), 1161-1179.

- Pil, C.K., Rausand, M., ve Vatn, J.** (2008). Reliability assessment of reliquefaction systems on LNG. *Reliability Engineering & System Safety*, **93**(9), 1345-1353.
- Pillay, A., ve Wang, J.** (2001). Human error assessment and decision making for fishing vessels using analytical hierarchy processing. American Society of Mechanical Engineers, *Safety Engineering and Risk Analysis Division, SERA*, **11**, 81-89.
- Pillay, A., ve Wang, J.** (2003). Modified failure mode and effects analysis using approximate reasoning. *Reliability Engineering & System Safety*, **79**(1), 69-85.
- Pillay, A., Wang, J., Wall, A., Ruxton, T., ve Loughran, C.G.** (2004). Formal safety assessment of fishing vessels: Risk and maintenance modeling. *Proceedings of the Institute of Marine Engineering, Science and Technology Part A: Journal of Marine Engineering and Technology*, **4**, 29-42.
- Pöyhönen, M.** (2000). POLSSS: surveying stakeholders about acceptability of risks and system changes. *Safety Science*, **35**(1-3), 123-137.
- Psaraftis, H.N.** (2012). Formal Safety Assessment: an updated review. *Journal of Marine Science and Technology*, **17**(3), 390-402.
- Psarros, G., Skjong, R., ve Vanem, E.** (2011). Risk acceptance criterion for tanker oil spill risk reduction measures. *Marine Pollution Bulletin*, **62**(1), 116-127.
- Pun K-F., Yam R.C.M., ve Lewis, W.G.** (2003). Safety management system registration in the shipping industry. *International Journal of Quality & Reliability Management*, **20**(6), 704-721.
- Qu, X., Meng, Q., ve Suyi, L.** (2011). Ship collision risk assessment for the Singapore Strait. *Accident Analysis & Prevention*, **43**(6), 2030-2036.
- Ren, J., Jenkinson, I., Sii, H.S., Wang, J., Xu, L., ve Yang, J.B.** (2005). An offshore safety assessment framework using fuzzy reasoning and evidential synthesis approaches. *Proceedings of the Institute of Marine Engineering, Science and Technology Part A: Journal of Marine Engineering and Technology*, **6**, 3-16.
- Ren, J., Wang, J., Jenkinson, I., Xu, D.L., ve Yang, J.B.** (2007). Bayesian network approach for offshore risk analysis through linguistic variables. *China Ocean Engineering*, **21**(3), 371-388.
- Robertson, J.** (2013). Encyclopedia of Forensic Sciences (Second Edition), Risk Management, sf. 528-531, Academic Press, London, United Kingdom.
- Rodrigue, J.P.** (2010). Maritime Transportation: Drivers for the Shipping and Port Industries, International Transport Forum 2010 - Transport and Innovation: Unleashing the Potential, Paris, France.
- Roe, M.** (2007). Shipping, Policy and Multi-Level Governance. *Maritime Economics & Logistics*, **9**(1), 84-104.

- Ronza, A., Vilchez, J.A., ve Casal J.** (2007). Using transportation accident databases to investigate ignition and explosion probabilities of flammable spills. *Journal of Hazardous Materials*, **146(1-2)**, 106-123.
- Rosqvist, T., ve Tuominen, R.** (2004). Qualification of Formal Safety Assessment: an exploratory study. *Safety Science*, **42(2)**, 99-120.
- Ruud, S., ve Mikkelsen, Å.** (2008). Risk-based rules for crane safety systems. *Reliability Engineering & System Safety*, **93(9)**, 1369-1376.
- Shenping, H., Cunqiang, C., ve Quangen, F.** (2008). Risk Bayesian assessment approach to HOF-based ship operation in harbour. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 2008, Singapore, 8-11 Aralık. (pp.1954-1960)
- Shenping, H., Cunqiang, C., ve Quangen, F.** (2007). Risk assessment of ship navigation using Bayesian learning. *2007 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, Singapore, 2-4 Aralık, (pp. 1878-1882)
- Sii, H.S., Ruxton, T., ve Wang, J.** (2001). A fuzzy-logic-based approach to qualitative safety modelling for marine systems. *Reliability Engineering & System Safety*, **73(1)**, 19-34.
- Sii, H.S., Wang, J., Jenkinson, I., Yang, J.B., ve Liu, L.** (2004). A design-decision support framework for evaluation of design options proposals using a fuzzy logic based composite structure methodology. *Journal of Engineering Design*, **15(5)**, 493-514.
- Sii, H.S., Wang, J., Ruxton, T., Yang, J.B., ve Liu, J.** (2004). Use of fuzzy logic approaches to safety assessment in maritime engineering applications. *Proceedings of the Institute of Marine Engineering, Science and Technology Part A: Journal of Marine Engineering and Technology*, **5**, 45-58.
- Skramstad, E., Musæus, S.U., ve Melbø, S.** (2000). Use of Risk Analysis for Emergency Planning of LNG Carriers. *Gas Technology Conference 2000*, Houston, Texas, USA, 14-17 Kasım.
- Skjong, R., ve Soares, C.G.** (2008). Safety of maritime transportation. *Reliability Engineering & System Safety*, **93(9)**, 1289-1291.
- Soares, C.G., ve Teixeira, A.P.** (2001). Risk assessment in maritime transportation. *Reliability Engineering & System Safety*, **74(3)**, 299-309.
- Sulaiman, O.O., Saharuddin, A.H., Kader, A.S.A., ve Wan Nik, W.B.** (2011). Environmental Risk Compliance for Nature Gas Ship Design and Operation. *Canadian Journal on Environmental, Construction and Civil Engineering*, **2(5)**, 56-71.
- Talley, W.K., Jin, D., ve Powell, H.K.** (2001). Vessel accident oil-spillage: Post US OPA-90. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, **6(6)**, 405-415.
- Tam, C.K., ve Bucknall, R.** (2010). Collision risk assessment for ships. *Journal of Marine Science and Technology*, **15(3)**, 257-270.

- Teixeira, A.P., ve Soares, C.G.** (2009) Reliability analysis of a tanker subjected to combined sea states. *Probabilistic Engineering Mechanics*,**24(4)**, 493-503.
- The Royal Institution of Naval Architects (RINA)**, (2010). Focus on risk management. *Teknik not*.
- Trbojevic, V.M.** (2006). Risk Criteria for the Shipping Industry. *Quality and Reliability Engineering International, Special Issue: Maritime Risk Modelling and Decision Making*,**22(1)**, 31-40.
- Triantaphyllou, E.** (2000) Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study. *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht.
- Truccoa, P., Cagnoa, E., Ruggerib, F., ve Grandea, 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(6)**, 823-834.
- Türk Sanayicileri ve İş Adamları Derneği (TÜSİAD)**, (2008). Kurumsal risk yönetimi. Yayın No: TÜSİAD-T/2008-02/452.
- Ulusçu, O.S., Ozbaş, B., Altıok, T., ve Or, I.** (2009). Risk analysis of the vessel traffic in the strait of Istanbul. *Risk Analysis*, **29(10)**, 1454-72.
- Ung, S.T., Williams, V., Bonsall, S., ve Wang, J.** (2009). The risk assessment and management of port security using fuzzy modeling. *Marine Technology*,**46(2)**, 61-73.
- Ung, S.T., Williams, V., Bonsall, S., ve Wang, J.** (2006). Test case based risk predictions using artificial neural network. *Journal of Safety Research*,**37(3)**, 245-260.
- Ung, S.T., Williams, V., Chen, H.S., Bonsall, S., ve Wang, J.** (2006). Human error assessment and management in port operations using fuzzy AHP. *Marine Technology Society Journal*,**40(1)**, 73-86.
- Url-1** <<http://www.scopus.com>>, alındığı tarih: 16.07.2012
- Vanem, E., Antão, P., Østvik, I., ve Del Castillo de Comas F.** (2008). Analysing the risk of LNG carrier operations. *Reliability Engineering & System Safety*, **93(9)**, 1328-1344.
- Vanem, E., Endresen, Ø., ve Skjong, R.** (2008). Cost-effectiveness criteria for marine oil spill preventive measures. *Reliability Engineering & System Safety*,**93(9)**, 1354-1368.
- Vanem, E., ve Skjong, R.** (2004). Collision and grounding of passenger ships-risk assessment and emergency evacuation. *3rd International Conference on Collision and Grounding of Ships (ICCGS 2004)*, Tokyo, Japan, 25-27 Ekim.
- Ventikos, N.P., ve Psaraftis, H.N.** (2004). Spill accident modeling: a critical survey of the event-decision network in the context of IMO's formal safety assessment. *Journal of Hazardous Materials*,**107(1-2)**, 59-66.
- Wang, J.** (1997). A subjective methodology for safety analysis of safety requirement specifications. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*,**5(3)**, 418-430.

- Wang, J.** (2000). A subjective modelling tool applied to formal ship safety assessment. *Ocean Engineering*, **27(10)**, 1019-1035.
- Wang, J.** (2001). The current status and future aspects in formal ship safety assessment. *Safety Science*, **38(1)**, 19-30.
- Wang, J.** (2002). Offshore safety case approach and formal safety assessment of ships. *Journal of Safety Research*, **33(1)**, 81-115.
- Wang, J.** (2006). Maritime Risk Assessment and its Current Status. *Quality and Reliability Engineering International Special Issue: Maritime Risk Modelling and Decision Making*, **22(1)**, 3-19.
- Wang, J., ve Foinikis, P.** (2001). Formal safety assessment of containerships. *Marine Policy*, **25(2)**, 143-157.
- Wang, J., ve Ling, Y.** (2010). The risks of maritime human resources arising from seafarers' vision problems. *2010 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, Istanbul, Turkey, 10-13 Ekim, sf.3483-3486.
- Wang, J., Riahi, R., ve Li, K.X.** (2012). A study on challenges and developments in maritime safety and security assessment. *RINA, Royal Institution of Naval Architects - International Conference on Managing Reliability and Maintainability in the Maritime Industry*, 71-80.
- Wang, J., Sii, H.S., Yang, J.B., Pillay, A., Yu, D., Liu, J., Maistralis, E., ve Saajedi, A.** (2004). Use of advances in technology for maritime risk assessment. *Risk Analysis*, **24(4)**, 1041-1063.
- Wang, J., Yang, J.B., ve Sen, P.** (1996). Multi-person and multi-attribute design evaluations using evidential reasoning based on subjective safety and cost analyses. *Reliability Engineering and System Safety*, **52(2)**, 113-129.
- Wang, J., Yang, J.B., ve Sen, P.** (1995). Safety analysis and synthesis using fuzzy set modelling and evidential reasoning. *Reliability Engineering and System Safety*, **47(3)**, 10-118.
- Wang, N.** (2012). Intelligent quaternion ship domains for spatial collision risk assessment. *Journal of Ship Research*, **56(3)**, 170-182.
- Wang, Y.F., Roohi, S.F., Hu, X.M., ve Xie, M.** (2011). Investigations of Human and Organizational Factors in hazardous vapour accidents. *Journal of Hazardous Materials*, **191(1-3)**, 69-82.
- Wheeler, E.** (2011). Security Risk Management: *Building an Information Security Risk Management Program from the Ground Up*, sf. 43-60, Elsevier, Waltham, USA.
- Xiao, F., Ligteringen, H., Gulijk, C.V., ve Ale, B.** (2012). Artificial force fields for multi-agent simulations of maritime traffic and risk estimation. *11th International Probabilistic Safety Assessment and Management Conference and the Annual European Safety and Reliability Conference 2012*, **7**, 5686-5691.
- Yang, Z., Bonsall, S., ve Wang, J.** (2009). A fuzzy Bayesian reasoning method to realise interactive failure analysis. *8th International Conference on*

Reliability, Maintainability and Safety (ICRMS 2009), Chengdu, Sichuan, China, 20-24 Temmuz.

- Yang, Z.L., Bonsall, S., ve Wang, J.** (2010). Facilitating uncertainty treatment in the risk assessment of container supply chains. *Proceedings of the Institute of Marine Engineering, Science and Technology Part A: Journal of Marine Engineering and Technology*, **17**, 23-36.
- Yang, Z.L., Wang, J., Bonsall, S., ve Fang, Q.G.** (2009). Use of Fuzzy Evidential Reasoning in Maritime Security Assessment. *Risk Analysis*, **29(1)**, 95-120.
- Yang, Z.L., Bonsall, S., Wang, J., ve Fang, Q.G.** (2006). Relative risk analysis using Bayesian networks and evidential reasoning. *Proceedings of the European Safety and Reliability Conference 2006, Safety and Reliability for Managing Risk*, **2**, 1137-1146.
- Yarahoğlu, K.** (2004). Uygulamada Karar Destek Yöntemleri (Bölüm; Bulanık Mantık: Bulanık Mantık ve Karar Verme). İlkem Ofset, İzmir.
- Ye, Q., Wu, X., ve Liu, L.** (2006). Safety Assessment on Ship Using Analytic Hierarchy Process and Dempster-Shafer Theory of Evidence. *2006 International Symposium on Safety Science and Technology*, China, 24-27 Ekim, s.1904-1907.
- Yılmaz, F.** (2010). Risk değerlendirmesinde yöntem tartışması. *TİSK İşveren Dergisi*, **86**.
- Yip, T.L.** (2008). Port traffic risks – A study of accidents in Hong Kong waters. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, **44(5)**, 921-931
- Yu, L., ve Cheng, F.** (2010). Grey assessment model of risks in ship pilotage. *2010 IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology (ICMIT)*, Singapore, 2-5 Haziran, s.1099-1102.
- Zadeh, L.A.** (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, **8**, 338-353.
- Zadeh, L.A.** (1973). Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes. *IEEE Transactions on Systems, man, and Cybernetics*, **3(1)**, 28-44.
- Zadeh, L.A.** (1975a). The concept of linguistic variable and its application to approximate reasoning, Part 1. *Information Sciences*, **8**, 199-249.
- Zadeh, L.A.** (1975b). The concept of linguistic variable and its application to approximate reasoning, Part 2. *Information Sciences*, **8**, 301-357
- Zadeh, L.A.** (1975c). The concept of linguistic variable and its application to approximate reasoning, Part 3. *Information Sciences*, **9**, 43-80.
- Zhan, Y. , Hao, Y., Yu, Y., ve Wu, D.** (2012) HAZOP analysis-based method on the risk assessment of the main engine of the 10000TEU container ship. *Advances in Intelligent and Soft Computing*, **115(2)**, 257-264.
- Zhan, Y., Xu, F., ve Zhang, Y.** (2009). The Application of HAZOP Analysis on Risk Assessment of the 10000TEU Container Ships. *2009 International Asia Symposium on Intelligent Interaction and Affective Computing*, Wuhan, China, 08-09 Aralık.

- Zhang, D., Yang, X., ve Fan, X.** (2013). Research on risk assessment of vessel-bridge collision accident in inland waterway. *Applied Mechanics and Materials*, **256-259(1)**, 2790-2793.
- Zheng, B., Xia, S., Chen, J., ve Jin Y.** (2009). Human Factor Analysis on Marine Accidents Based on Attribute Reduction. *2009 International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation*, Zhangjiajie, Hunan, China, 11-12 Nisan, s.499-502.
- Zhu, L., James, P., ve Zhang S.** (2002). Statistics and damage assessment of ship grounding. *Marine Structures*, **15(4-5)**, 515-530.

EKLER

- EK A:** Yazında tespit edilen denizcilik alanında üretilmiş risk değerlendirme çalışmaları
- EK B:** Hata ağacı diyagramları
- EK C:** Intelligent Decision System for Multiple Criteria Assessment yazılımı sonuçları

EK A : Yazında tespit edilen denizcilik alanında üretilmiş risk değerlendirme çalışmaları**Çizelge A.1:Yazında tespit edilen denizcilik alanında üretilmiş risk değerlendirme çalışmaları**

Yazar, yayım yılı	Teknik	Uygulama Alanı	Dergi
Abascal ve diğ., 2010	İstatistiksel analiz	Petrol sızıntısı	Marine Pollution Bulletin
Abou, 2011	Bulanık tabanlı yaklaşım	Gemi sistem emniyet analizi	Accident Analysis & Prevention
Antão ve Soares, 2008	Geçmiş veri analizi	Kaza analizi	Reliability Engineering & System Safety
Arslan, 2009	AHS	Operasyonel risk analizi	Process Safety and Environmental Protection
Arslan ve Er, 2008	SWOT	Tehlikeli yük taşımacılığı	Journal of Hazardous Materials
Ayyub ve diğ., 2002	Risk değerlendirme yöntemleri	Gemi sistemleri hata analizi	Naval Engineers Journal
Balmat ve diğ., 2011	Bulanık tabanlı yaklaşım	Seyir	Ocean Engineering
Balmat ve diğ., 2009	Bulanık tabanlı yaklaşım	Gemi risk faktörü hesaplaması	Ocean Engineering
Bao ve diğ., 2010	Geri yayımlı sinir ağları	Gemi risk değerlendirmesi	Journal of Dalian Maritime University
Bassey ve Chigbu, 2011	Markov Zinciri	Petrol sızıntısı	European Journal of Operational Research
Batalden, 2012	Hiyerarşik görev analizi	Emniyetli yönetim sistem değerlendirmesi	Konferans bildirisi
Berle ve diğ., 2011	Biçimsel hassasiyet değerlendirmesi	Deniz sistemleri emniyet analizi	Reliability Engineering & System Safety
Bichou, 2009	-	Deniz sistemleri emniyet analizi	OECD Report
Bitner Gregersen ve Skjong, 2009	Karar destek sistemi	Seyir	Marine Structures
Brown, 2002	Olasılık analizi	Çatışma	Marine Structures
Bubbico et al., 2009	Ön hazırlık risk değerlendirmesi	Terminal yavaşması (LNG Gemisi için)	J. of Loss Prevent. in the Process Industries

Çizelge A.1 (devam):Yazında tespit edilen denizcilik alanında üretilmiş risk değerlendirme çalışmaları

Yazar, yayım yılı	Teknik	Uygulama Alanı	Dergi
Burgherr ve diğ., 2012	-	Ham petrol tankerlerinde taşımacılık riski	Konferans bildirisi
Celik, 2010	Bulanık AT ve AHS	Patlama (Kargo patlaması)	Safety Science
Celik, 2009a	ÇÖKV yöntemleri	Gemi işletmeciliği yönlemsel süreç analizi	Doktora Tezi
Celik, 2009b	Bulanık Aksiyomatik Tasarım(AK)	Gemi sistemleri hata analizi	Safety Science
Celik ve Cebi, 2009	HFACS	Kaza analizi	Safety Science
Celik ve diğ., 2010	Bulanık HAA	Gemi sistem hata analizi	Safety Science
Celik ve Topcu, 2009	AAS	Petrol sızıntısı	Transportation Research Part D: Transport and Environment
Chang ve Mosleh, 2007	Olasılık tabanlı risk değerlendirmesi	Kaza analizi	Reliability Engineering & System Safety
Chauvin ve diğ., 2009	-	Çatışma	Safety Science
Chauvin ve Lardjane, 2008	İstatistiksel analiz	Çatışma	Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour
Chin ve Debnath, 2009	Sıralı probit regresyon modellemesi	Çatışma	Safety Science
Cokorilo ve diğ., 2013	-	Helikopter operasyonu	Journal of Risk Research
Darbra ve diğ., 2007	Anket ve analiz	Pilotaj	Marine Policy
Doulgeris ve diğ., 2012	Ekonomik analiz	Deniz sevk sistemleri	Applied Energy
Eide ve diğ., 2007	Dinamik modelleme	Oturma ve petrol sızıntısı	Marine Pollution Bulletin

Çizelge A.1 (devam):Yazında tespit edilen denizcilik alanında üretilmiş risk değerlendirme çalışmaları

Yazar, yayım yılı	Teknik	Uygulama Alanı	Dergi
Eide ve diğ., 2007	-	Petrol sızıntısı	Marine Pollution Bulletin
Eleye Datubo ve diğ., 2008	Bulanık Bayes Ağları	Yangın, temas ve çatışma	Risk Analysis
Ellis, 2011	HAA ve OAA	Tehlikeli yük taşımacılığı	Safety Science
Elsayed, 2009	Bulanık tabanlı yaklaşım	Yükleme ve Boşaltma	Applied Ocean Research
Elsayed ve diğ., 2009	Çok ölçütlü fayda teorisi	Yükleme ve Boşaltma	Ship and Offshore Structures
Erkut ve diğ., 2007	İstatistiksel analiz	Tehlikeli yük taşımacılığı	Handbooks in Operations Research and Management Science
Fang ve Das, 2005	Monte Carlo simülasyonu	Çatışma ve oturma	Ocean Engineering
Fowler ve Sørgård, 2000	HAA ve OAA	Çatışma, oturma, batma, yangın ve patlama	Risk Analysis
Friis Hansen ve Simonsen, 2002	Olasılık analizi	Çatışma ve oturma	Marine Structures
Gaonkar ve diğ., 2011	Bulanık tabanlı yaklaşım	Deniz sistemleri emniyet analizi	Expert Systems with Applications
Gasparotti, 2010	Biçimsel emniyet değerlendirmesi	Petrol sızıntısı	Environmental Engineering and Management Journal
Gasparotti ve Rusu, 2012	Biçimsel emniyet değerlendirmesi	Karadeniz havzasında deniz taşımacılığına yönelik risk değerlendirme	Journal of Environmental Protection and Ecology
Goerlandt ve Kujala, 2011	Olasılıksal modelleme	Çatışma	Reliability Engineering & System Safety
Grasso ve diğ., 2012	Bulanık tabanlı yaklaşım	Risk tabanlı karar destek sistemi	Ocean Dynamics

Çizelge A.1 (devam):Yazında tespit edilen denizcilik alanında üretilmiş risk değerlendirme çalışmaları

Yazar, yayım yılı	Teknik	Uygulama Alanı	Dergi
Guarin ve diğ., 2009	İstatistiksel analiz ve fayda maliyet analizi	Çatışma, oturma, batma, yangın ve patlama	Ocean Engineering
Havold, 2010	Faktör analizi	Tankerlerde emniyet analiziz	Reliability Engineering & System Safety
Hetherington ve diğ., 2006	Faktör analizi	Kaza analizi	Journal of Safety Research
Hong ve diğ., 2010	Olasılıksal tahmin	Petrol sızıntısı	Procedia Environmental Sciences
Hsu, 2011	Bulanık AHS	Seyir	Safety Science
Hu ve diğ., 2007	Biçimsel emniyet değerlendirmesi	Seyir	Reliability Engineering & System Safety
Hu ve diğ., 2009	Kesinleşmemiş ölçüm	Seyir	Konferans bildirisi
Iakovou, 2001	Çok amaçlı programlama	Ham petrol taşımacılığı	Safety Science
Ikeagwuani, 2013	Yazın araştırması	Yangın	Safety Science
Kader ve diğ., 2008	HAZOP	Seyir	Konferans bildirisi
Kirby ve Law, 2010	-	Petrol sızıntısı	Marine Pollution Bulletin
Kang ve diğ., 2013	Zaman analizi	Gemi emniyet değerlendirmesi	Ocean Engineering
Kim ve diğ., 2006	Yaklaşık düşünme yaklaşımı	Yangın	International Journal of Offshore and Polar Engineering
Knapp ve Van de Velden, 2011	Birleşik uygunluk analizi	Gemi risk profili analizi	Transportation Research Part D: Transport and Environment

Çizelge A.1 (devam):Yazında tespit edilen denizcilik alanında üretilmiş risk değerlendirme çalışmaları

Yazar, yayım yılı	Teknik	Uygulama Alanı	Dergi
Kobylnski, 2009	HAA ve OAA	Çatışma, çarpma ve oturma	International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation
Kokotos ve Linardatos, 2011	Veri madeni	Seyir	Safety Science
Kontovas ve Psarafti, 2008	Biçimsel emniyet değerlendirmesi	Petrol sızıntısı	Konferans bildirisi
Krohling ve Campanharo, 2011	Bulanık TOPSIS	Petrol sızıntısı	Expert Systems with Applications
Kujala ve diğ., 2009	İstatistiksel analiz	Seyir	Reliability Engineering & System Safety
Lee ve diğ., 2001	Biçimsel emniyet değerlendirmesi	Ambar kapağı su bütünlüğü	Marine Structures
Leschine, 2002	Çok ölçütlü değerlendirme	Petrol sızıntısı	Spill Science & Technology Bulletin
Li ve diğ., 2010	Bulanık AHS	Seyir	Konferans bildirisi
Li, 2009	Bulanık AHS	Seyir	Journal of Computational Information Systems
Li ve diğ., 2012	Yazın araştırması	Kantitatif Risk Değerlendirmesi	Risk Analysis
Liu, 2010	Mali değerlendirme modeli	Petrol sızıntısı	Environmental Science & Policy
Lois ve diğ., 2004	Biçimsel emniyet değerlendirmesi	-	Tourism Management
Lu ve Tsai, 2010	Veri analizi	Konteyner gemisi emniyet analizi	Accident Analysis & Prevention
Lu ve Tsai, 2008	Faktör analizi	Konteyner gemisi emniyet analizi	Accident Analysis & Prevention
Lu ve Tseng, 2012	Keşfedici faktör analizi	Feribot emniyet analizi	Safety Science

Çizelge A.1 (devam):Yazında tespit edilen denizcilik alanında üretilmiş risk değerlendirme çalışmaları

Yazar, yayım yılı	Teknik	Uygulama Alanı	Dergi
Lu ve Yang, 2011	Hiyerarşik regresyon analiziz	Feribot emniyet analizi	Accident Analysis & Prevention
Mann ve diğ., 2010	İstatistiksel analiz	Çatışma	Accident Analysis & Prevention
Mansouri ve diğ., 2009	Karar ağacı analizi	-	Konferans bildirisi
Martins ve Maturana, 2013	Bayes İnanç Ağları	Çatışma	Reliability Engineering & System Safety
Martins ve Maturana, 2010	Bıçimsel emniyet değerlendirmesi	Çatışma ve oturma	Risk Analysis
McGee ve diğ., 2006	Veri analizi	Balast suyu operasyonu	Marine Pollution Bulletin
Mentes ve Helvacioğlu, 2011	Bulanık HAA	Demirleme	Ocean Engineering
Merrick ve Van Dorp, 2006	Bayes simülasyonu ve çok değişkenli analiz	Seyir	Risk Analysis
Mokashi ve diğ., 2002	Pareto prensibi	Gemi sistemleri emniyet analiziz	Marine Policy
Montewka, 2010	Olasılık modellemesi	Çatışma	Reliability Engineering & System Safety
Mou ve diğ., 2010	Dinamik model	Çatışma	Ocean Engineering
Mullai ve Paulsson, 2011	İstatistiksel analiz	Çatışma ve temas, oturma, yangın ve patlama, makine arızası	Accident Analysis & Prevention
Ng ve Song, 2010	Maliyet analizi	Gemi operasyonlarının etkisi	Ocean & Coastal Management
Nielsen ve diğ., 2009	Olasılık analizi	Çatışma	Marine Structures

Çizelge A.1 (devam):Yazında tespit edilen denizcilik alanında üretilmiş risk değerlendirme çalışmaları

Yazar, yayım yılı	Teknik	Uygulama Alanı	Dergi
Pöyhönen, 2000	Anket değerlendirmesi	Paydaşların risk algısı ve kabul edebilirlikleri	Safety Science
Otto ve diğ., 2002	Veri analizi	Çatışma ve oturma	Marine Structures
Pam ve diğ., 2012	Bulanık tabanlı etki analizi	Balast operasyonu	Konferans bildirisi
Park ve Kim, 2012	Bulanık tabanlı yaklaşım	Seyir	Konferans bildirisi
Pedersen, 2010	Derleme makalesi	Çatışma ve oturma	Marine Structures
Pedersen ve Zhang, 2000	Olasılık analizi	Çatışma ve oturma	Ocean Engineering
Pil ve diğ., 2008	Markov yaklaşımı	Kargo operasyonları	Reliability Engineering & System Safety
Pillay ve Wang, 2003	FMEA & Benzerlik yaklaşımı	Gemi sistemleri hata analiziz	Reliability Engineering & System Safety
Psaraftis, 2012	-	Biçimsel emniyet değerlendirmesinde son güncellemelere yönelik değerlendirme	Journal of Marine Science and Technology
Psarros ve diğ., 2011	Olasılıksal modelleme	Petrol sızıntısı	Marine Pollution Bulletin
Qu ve diğ., 2011	İstatistiksel analiz	Çatışma	Accident Analysis & Prevention
Ronza ve diğ., 2007	OAA	Patlama	Journal of Hazardous Materials
Rosqvist ve Tuominen, 2004	Biçimsel emniyet değerlendirmesi	-	Safety Science

Çizelge A.1 (devam):Yazında tespit edilen denizcilik alanında üretilmiş risk değerlendirme çalışmaları

Yazar, yayım yılı	Teknik	Uygulama Alanı	Dergi
Ruud ve Mikkelsen, 2008	Biçimsel emniyet değerlendirmesi	Kreyn operasyonu	Reliability Engineering & System Safety
Shenping ve diğ., 2008	Bayes Ağları	Pilotaj	Konferans bildirisi
Shenping ve diğ., 2007	Bayes Ağları	Seyir	Konferans bildirisi
Sii ve diğ., 2001	Bulanık tabanlı yaklaşım	Gemi sistem emniyet analizi	Reliability Engineering & System Safety
Skramstad ve diğ., 2000	Risk matrisi yaklaşımı	Acil hazırlık planı	Konferans bildirisi
Soares ve Teixeira, 2001	Derleme makalesi	-	Reliability Engineering & System Safety
Sulaiman ve diğ., 2011	Biçimsel emniyet değerlendirmesi	Seyir	Canadian Journal on Environmental, Construction and Civil Engineering
Talley ve diğ., 2001	Veri analizi	Petrol sızıntısı	Transportation Research Part D: Transport and Environment
Tam ve Bucknall, 2010	-	Çatışma	Journal of Marine Science and Technology
Teixeira ve Soares, 2009	Stokastik modelleme	Seyir	Probabilistic Engineering Mechanics
Trbojevic, 2006	Amaç teorisi yaklaşımı	-	Quality and Reliability Engineering International
Trucco ve diğ., 2008	Bayes kanıt ağları	Çatışma	Reliability Engineering & System Safety
Uluscu ve diğ., 2009	Olasılık ve benzetim modellemesi	Seyir	Risk Analysis
Ung ve diğ., 2006	Yap sinir ağı	Seyir	Journal of Safety Research
Vanem ve diğ., 2008	Biçimsel emniyet değerlendirmesi	Çatışma, oturma, temas, yangın ve patlama, yükleme ve boşaltmada kaçak	Reliability Engineering & System Safety

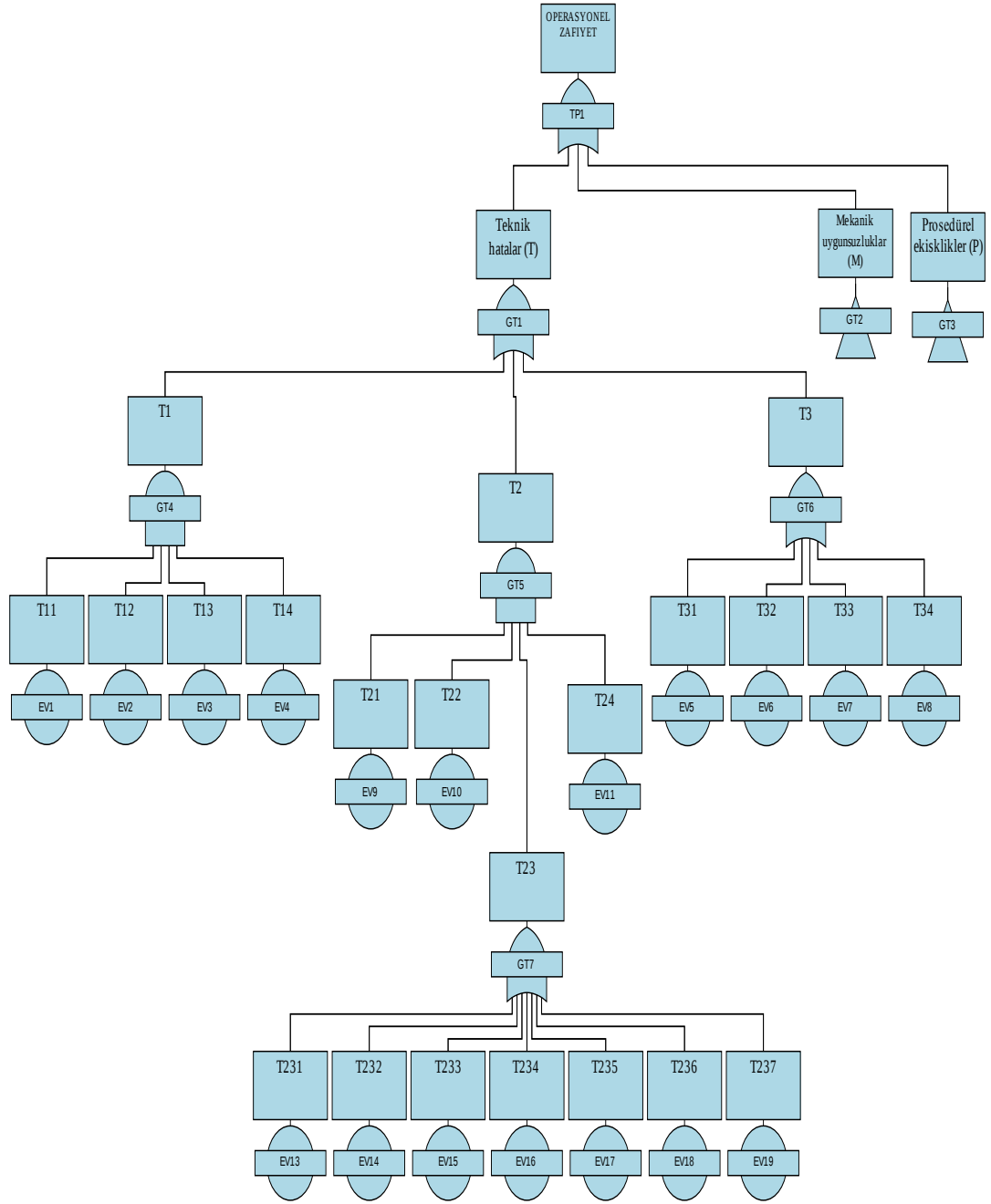
Çizelge A.1 (devam):Yazında tespit edilen denizcilik alanında üretilmiş risk değerlendirme çalışmaları

Yazar, yayım yılı	Teknik	Uygulama Alanı	Dergi
Vanem ve diğ., 2008	-	Petrol sızıntısı	Reliability Engineering & System Safety
Vanem ve Skjong, 2004	İstatistiksel analiz	Çatışma ve oturma	Konferans bildirisi
Ventikos ve Psaraftis, 2004	Biçimsel emniyet değerlendirmesi	Petrol sızıntısı	Journal of Hazardous Materials
Wang, 2006	-	Genel durum analizi	Quality and Reliability Engineering International
Wang, 2002	Biçimsel emniyet değerlendirmesi	-	Journal of Safety Research
Wang, 2001	-	-	Safety Science
Wang, 2000	Biçimsel emniyet değerlendirmesi	Operasyonel emniyet analizi	Ocean Engineering
Wang, 2012	Bulanık tabanlı yaklaşım	Çatışma	Journal of Ship Research
Wang ve Foinikis, 2001	Biçimsel emniyet değerlendirmesi	-	Marine Policy
Wang ve diğ., 2012	-	Risk değerlendirmesinde ki gelişmeler	Konferans bildirisi
Wang ve diğ., 2004	Benzer düşünce yaklaşımı	Kreyn tasarımı	Risk Analysis
Wang ve diğ., 2011	HFACS & Bayes Ağları	Gemiden gemiye transfer	Journal of Hazardous Materials
Xiao ve diğ., 2012	Olasılık ve benzetim modellemesi	Gemi trafiği risk tahmini	Konferans bildirisi
Yang ve diğ., 2009	Bulanık Bayes Düşünme, HTEA	Çatışma	Konferans bildirisi
Yang ve diğ., 2009	Bulanık Kanıtsal Düşünme	Deniz sistemleri emniyet analizi	Risk Analysis

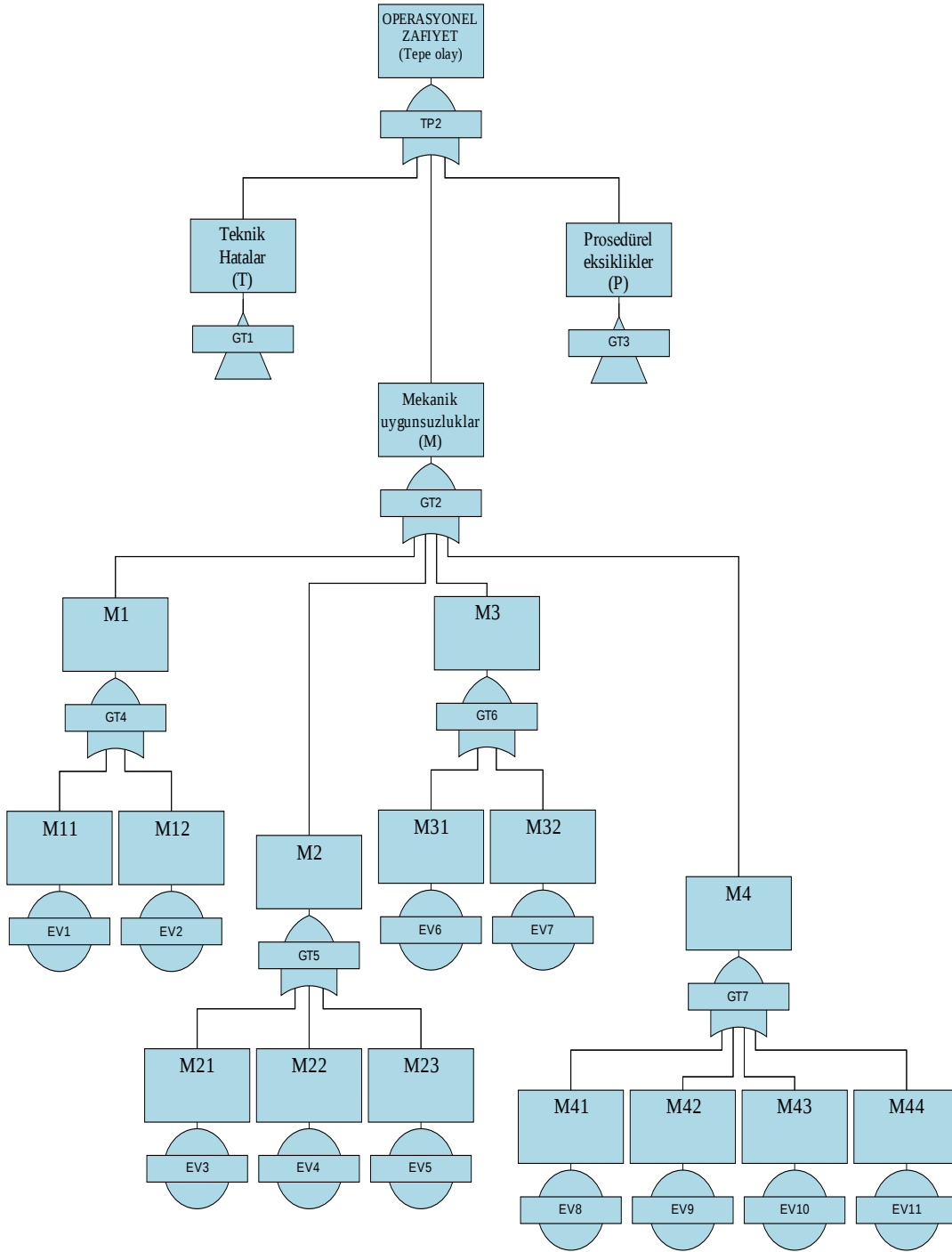
Çizelge A.1 (devam):Yazında tespit edilen denizcilik alanında üretilmiş risk değerlendirme çalışmaları

Yazar, yayım yılı	Teknik	Uygulama Alanı	Dergi
Ye ve diğ., 2006	AHS & Dempster - Shafer Teorisi	Gemi sistemleri emniyet analiziz	Konferans bildirisi
Yip, 2008	Veri analizi	Seyir	Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review
Yu ve Cheng, 2010	Bulanık küme ve gri teori	Pilotaj	Konferans bildirisi
Zhan ve diğ., 2009	HAZOP	Gemi sistem hata analizi	Konferans bildirisi
Zhan ve diğ., 2012	HAZOP	Konteyner gemisi ana makine risk değeri.	Advances in Intelligent and Soft Computing
Zhang ve diğ., 2013	AHP	Çatışma	Applied Mechanics and Materials
Zheng ve diğ., 2009	Genetik algoritma	Çatışma	Konferans bildirisi
Zhu ve diğ., 2002	İstatistiksel analiz	Oturma	Marine Structures

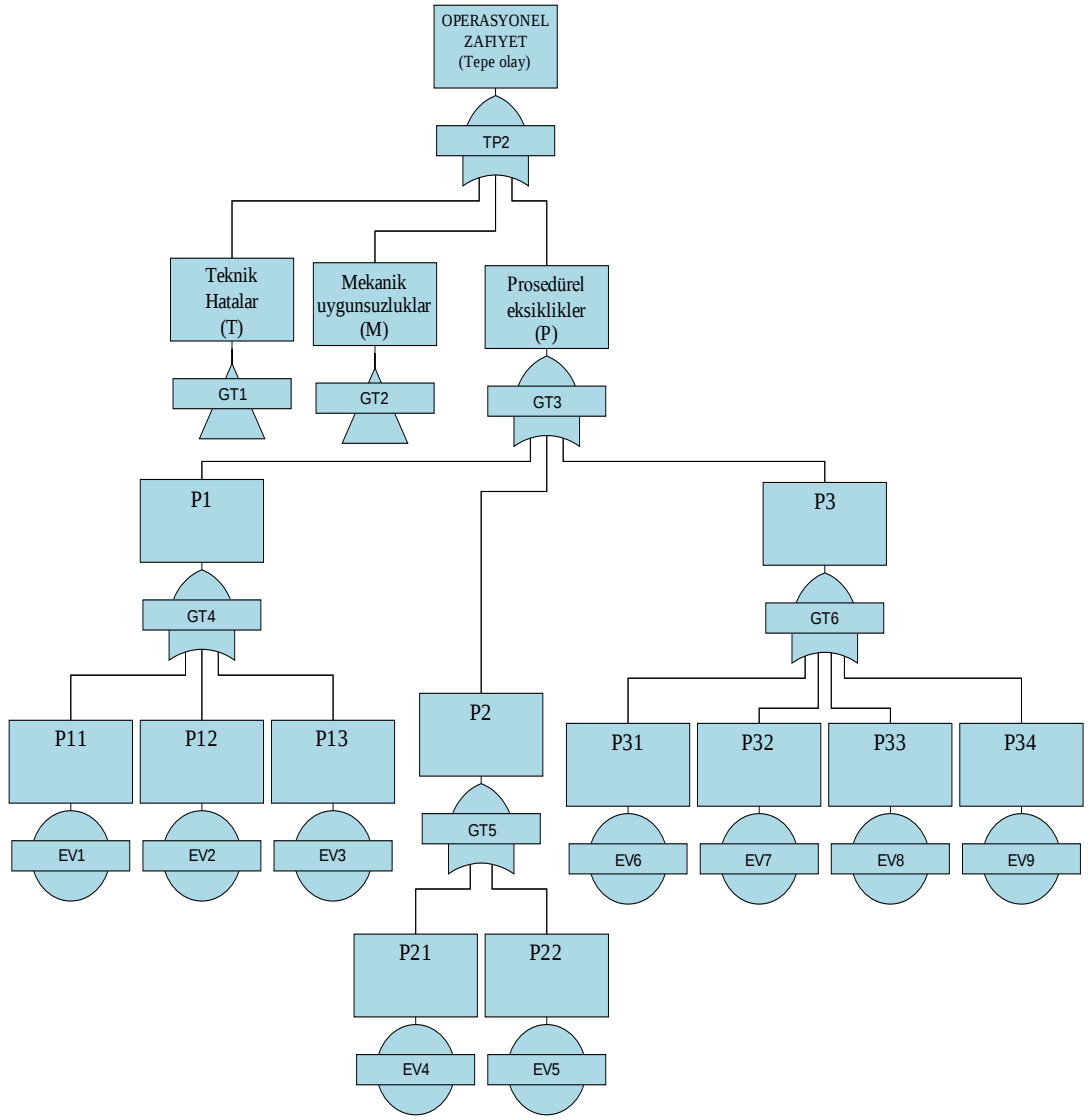
EK B : Hata ağacı diyagramları



Şekil B.1 : Hata ağacı diyagramı – Teknik hatalar



Şekil B.2 : Hata ağacı diyagramı – Mekanik uygunsuzluklar



Şekil B.3 : Hata ağacı diyagramı – Prosedürel eksiklikler

EK C : Intelligent Decision System for Multiple Criteria Assessment yazılımı sonuçları

Çizelge C.1 : “Intelligent Decision System for Multiple Criteria Assessment” yazılımı sonuçları (İlk durum-RKSler uygulanmadan önce)

<YAG/YAKIT OPERASYONU>

YAG/YAKIT OPERASYONU

Operasyon Emniyet Değeri: 0,6264

Operasyon Emniyet Degeri

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1860	Zayıf
	0,2726	Orta
	0,3283	İyi
	0,2131	Kötü

Q: 0,6264

T11

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1250	Zayıf
	0,1560	Orta
	0,5850	İyi
	0,1340	Mükemmel

QT11: 0,6680

T12

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2390	Zayıf
	0,2610	Orta
	0,2610	İyi
	0,2390	Mükemmel

QT12: 0,6085

T13

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2390	Zayıf
	0,2610	Orta
	0,2610	İyi
	0,2390	Mükemmel

QT13: 0,6085

Çizelge C.1 (devam): “*Intelligent Decision System for Multiple Criteria Assessment*” yazılımı sonuçları (İlk durum-RKSler uygulanmadan önce)

T14		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1830	Zayıf
	0,1950	Orta
	0,3370	İyi
	0,2850	Mükemmel
QT14:	0,6670	

T21		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,0960	Zayıf
	0,1160	Orta
	0,6860	İyi
	0,1020	Mükemmel
QT21:	0,6852	

T22		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2740	Zayıf
	0,3670	Orta
	0,1840	İyi
	0,1750	Mükemmel
QT22:	0,5459	

T231		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2390	Zayıf
	0,2610	Orta
	0,2610	İyi
	0,2390	Mükemmel
QT231:	0,6085	

T232		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1700	Zayıf
	0,3300	Orta
	0,3300	İyi
	0,1700	Mükemmel
QT232:	0,6085	

Çizelge C.1 (devam): “Intelligent Decision System for Multiple Criteria Assessment” yazılımı sonuçları (İlk durum-RKSler uygulanmadan önce)

T233		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2390	Zayıf
	0,2610	Orta
	0,2610	İyi
	0,2390	Mükemmel
QT233:	0,6085	

T234		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2390	Zayıf
	0,2610	Orta
	0,2610	İyi
	0,2390	Mükemmel
QT234:	0,6085	

T235		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1640	Zayıf
	0,3360	Orta
	0,3360	İyi
	0,1640	Mükemmel
QT235:	0,6085	

T236		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1700	Zayıf
	0,3300	Orta
	0,3300	İyi
	0,1700	Mükemmel
QT236:	0,6085	

T237		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1030	Zayıf
	0,1070	Orta
	0,1170	İyi
	0,6730	Mükemmel
QT237:	0,8330	

Çizelge C.1 (devam): “*Intelligent Decision System for Multiple Criteria Assessment*” yazılımı sonuçları (İlk durum-RKSler uygulanmadan önce)

T24		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1250	Zayıf
	0,1560	Orta
	0,5850	İyi
	0,1340	Mükemmel
QT24:	0,6680	

T31		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2040	Zayıf
	0,2200	Orta
	0,2880	İyi
	0,2880	Mükemmel
QT31:	0,6503	

T32		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1030	Zayıf
	0,1070	Orta
	0,1170	İyi
	0,6730	Mükemmel
QT32:	0,8330	

T33		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1250	Zayıf
	0,1560	Orta
	0,5850	İyi
	0,1340	Mükemmel
QT33:	0,6680	

T34		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2040	Zayıf
	0,2200	Orta
	0,2880	İyi
	0,2880	Mükemmel
QT34:	0,6503	

Çizelge C.1 (devam): “Intelligent Decision System for Multiple Criteria Assessment” yazılımı sonuçları (İlk durum-RKSler uygulanmadan önce)

M11

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1340	Zayıf
	0,5850	Orta
	0,1560	İyi
	0,1250	Mükemmel
QM11:	0,5490	

M12

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2390	Zayıf
	0,2610	Orta
	0,2610	İyi
	0,2390	Mükemmel
QM12:	0,6085	

M21

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2390	Zayıf
	0,2610	Orta
	0,2610	İyi
	0,2390	Mükemmel
QM21:	0,6085	

M22

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1650	Zayıf
	0,3350	Orta
	0,3350	İyi
	0,1650	Mükemmel
QM22:	0,6085	

M23

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,0960	Zayıf
	0,1160	Orta
	0,6860	İyi
	0,1020	Mükemmel
Q:	0,6852	

Çizelge C.1 (devam): “*Intelligent Decision System for Multiple Criteria Assessment*” yazılımı sonuçları (İlk durum-RKSler uygulanmadan önce)

M31

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2740	Zayıf
	0,3670	Orta
	0,1840	İyi
	0,1750	Mükemmel

QM31: 0,5459

M32

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,0960	Zayıf
	0,1160	Orta
	0,6860	İyi
	0,1020	Mükemmel

QM32: 0,6852

M41

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1700	Zayıf
	0,3300	Orta
	0,3300	İyi
	0,1700	Mükemmel

QM41: 0,6085

M42

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2390	Zayıf
	0,2610	Orta
	0,2610	İyi
	0,2390	Mükemmel

QM42: 0,6085

M43

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2390	Zayıf
	0,2610	Orta
	0,2610	İyi
	0,2390	Mükemmel

QM43: 0,6085

Çizelge C.1 (devam): “Intelligent Decision System for Multiple Criteria Assessment” yazılımı sonuçları (İlk durum-RKSler uygulanmadan önce)

M44

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1640	Zayıf
	0,3360	Orta
	0,3360	İyi
	0,1640	Mükemmel
QM44:	0,6085	

P11

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1750	Zayıf
	0,1840	Orta
	0,3670	İyi
	0,2740	Mükemmel
QP11:	0,6711	

P12

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1650	Zayıf
	0,3350	Orta
	0,3350	İyi
	0,1650	Mükemmel
QP12:	0,6085	

P13

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2390	Zayıf
	0,2610	Orta
	0,2610	İyi
	0,2390	Mükemmel
QP13:	0,6085	

P21

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2850	Zayıf
	0,3370	Orta
	0,1950	İyi
	0,1830	Mükemmel
QP21:	0,5500	

Çizelge C.1 (devam): “*Intelligent Decision System for Multiple Criteria Assessment*” yazılımı sonuçları (İlk durum-RKSler uygulanmadan önce)

P22		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1650	Zayıf
	0,3350	Orta
	0,3350	İyi
	0,1650	Mükemmel
QP22:	0.6085	

P31		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2740	Zayıf
	0,3670	Orta
	0,1840	İyi
	0,1750	Mükemmel
QP31:	0,5459	

P32		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2390	Zayıf
	0,2610	Orta
	0,2610	İyi
	0,2390	Mükemmel
QP32:	0,6085	

P33		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1700	Zayıf
	0,3300	Orta
	0,3300	İyi
	0,1700	Mükemmel
QP33:	0,6085	

P34		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2390	Zayıf
	0,2610	Orta
	0,2610	İyi
	0,2390	Mükemmel
QP34:	0,6085	

Çizelge C.2 : “Intelligent Decision System for Multiple Criteria Assessment”
yazılımı sonuçları (RKSler uygulandıktan sonra)

<YAG/YAKIT OPERASYONU>

YAG/YAKIT OPERASYONU

Revize edilmiş Operasyon Emniyet Değeri: 0,6375

Emniyet Değeri

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1721	Zayıf
	0,2567	Orta
	0,3593	İyi
	0,2119	Mükemmel

Q: 0,6375

T11

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1250	Zayıf
	0,1560	Orta
	0,5850	İyi
	0,1340	Mükemmel

QT11: 0,6680

T12

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2390	Zayıf
	0,2610	Orta
	0,2610	İyi
	0,2390	Mükemmel

QT12: 0,6085

T13

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2390	Zayıf
	0,2610	Orta
	0,2610	İyi
	0,2390	Mükemmel

QT13: 0,6085

Çizelge C.2 (devam): “Intelligent Decision System for Multiple Criteria Assessment” yazılımı sonuçları (RKSler uygulandıktan sonra)

T14		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1830	Zayıf
	0,1950	Orta
	0,3370	İyi
	0,2850	Mükemmel
QT14:	0,6670	

T21		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,0960	Zayıf
	0,1160	Orta
	0,6860	İyi
	0,1020	Mükemmel
QT21:	0,6852	

T22 (RKS uygulandıktan sonra)		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1250	Zayıf
	0,1560	Orta
	0,5850	İyi
	0,1340	Mükemmel
QT22:	0,6680	

T231		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2390	Zayıf
	0,2610	Orta
	0,2610	İyi
	0,2390	Mükemmel
QT231:	0,6085	

T232		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1700	Zayıf
	0,3300	Orta
	0,3300	İyi
	0,1700	Mükemmel
QT232:	0,6085	

Çizelge C.2 (devam): “Intelligent Decision System for Multiple Criteria Assessment” yazılımı sonuçları (RKSler uygulandıktan sonra)

T233		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2390	Zayıf
	0,2610	Orta
	0,2610	İyi
	0,2390	Mükemmel
QT233:	0,6085	

T234		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2390	Zayıf
	0,2610	Orta
	0,2610	İyi
	0,2390	Mükemmel
QT234:	0,6085	

T235		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1640	Zayıf
	0,3360	Orta
	0,3360	İyi
	0,1640	Mükemmel
QT235:	0,6085	

T236		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1700	Zayıf
	0,3300	Orta
	0,3300	İyi
	0,1700	Mükemmel
QT236:	0,6085	

T237		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1030	Zayıf
	0,1070	Orta
	0,1170	İyi
	0,6730	Mükemmel
QT237:	0,8330	

Çizelge C.2 (devam): “*Intelligent Decision System for Multiple Criteria Assessment*” yazılımı sonuçları (RKSler uygulandıktan sonra)

T24		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1250	Zayıf
	0,1560	Orta
	0,5850	İyi
	0,1340	Mükemmel
QT24:	0,6680	

T31		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2040	Zayıf
	0,2200	Orta
	0,2880	İyi
	0,2880	Mükemmel
QT31:	0,6503	

T32		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1030	Zayıf
	0,1070	Orta
	0,1170	İyi
	0,6730	Mükemmel
QT32:	0,8330	

T33		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1250	Zayıf
	0,1560	Orta
	0,5850	İyi
	0,1340	Mükemmel
QT33:	0,6680	

T34		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2040	Zayıf
	0,2200	Orta
	0,2880	İyi
	0,2880	Mükemmel
QT34:	0,6503	

Çizelge C.2 (devam): “Intelligent Decision System for Multiple Criteria Assessment” yazılımı sonuçları (RKSler uygulandıktan sonra)

M11 (RKS uygulandıktan sonra)

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1640	Zayıf
	0,3360	Orta
	0,3360	İyi
	0,1640	Mükemmel
QM11: 0,6085		

M12

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2390	Zayıf
	0,2610	Orta
	0,2610	İyi
	0,2390	Mükemmel
QM12: 0,6085		

M21

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2390	Zayıf
	0,2610	Orta
	0,2610	İyi
	0,2390	Mükemmel
QM21: 0,6085		

M22

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1650	Zayıf
	0,3350	Orta
	0,3350	İyi
	0,1650	Mükemmel
QM22: 0,6085		

M23

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,0960	Zayıf
	0,1160	Orta
	0,6860	İyi
	0,1020	Mükemmel
QM23: 0,6852		

Çizelge C.2 (devam): “Intelligent Decision System for Multiple Criteria Assessment” yazılımı sonuçları (RKSler uygulandıktan sonra)

M31 (RKS uygulandıktan sonra)

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1640	Zayıf
	0,3360	Orta
	0,3360	İyi
	0,1640	Mükemmel
QM31: 0,6085		

M32

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,0960	Zayıf
	0,1160	Orta
	0,6860	İyi
	0,1020	Mükemmel
QM32: 0,6852		

M41

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1700	Zayıf
	0,3300	Orta
	0,3300	İyi
	0,1700	Mükemmel
QM41: 0,6085		

M42

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2390	Zayıf
	0,2610	Orta
	0,2610	İyi
	0,2390	Mükemmel
QM42: 0,6085		

M43

Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2390	Zayıf
	0,2610	Orta
	0,2610	İyi
	0,2390	Mükemmel
QM43: 0,6085		

Çizelge C.2 (devam): “Intelligent Decision System for Multiple Criteria Assessment” yazılımı sonuçları (RKSler uygulandıktan sonra)

M44		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1640	Zayıf
	0,3360	Orta
	0,3360	İyi
	0,1640	Mükemmel
QM44:	0,6085	

P11		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1750	Zayıf
	0,1840	Orta
	0,3670	İyi
	0,2740	Mükemmel
QP11:	0,6711	

P12		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1650	Zayıf
	0,3350	Orta
	0,3350	İyi
	0,1650	Mükemmel
QP12:	0,6085	

P13		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2390	Zayıf
	0,2610	Orta
	0,2610	İyi
	0,2390	Mükemmel
QP13:	0,6085	

P21 (RKS uygulandıktan sonra)		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1650	Zayıf
	0,3350	Orta
	0,3350	İyi
	0,1650	Mükemmel
QP21:	0,6085	

Çizelge C.2 (devam): “Intelligent Decision System for Multiple Criteria Assessment” yazılımı sonuçları (RKSler uygulandıktan sonra)

P22		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1650	Zayıf
	0,3350	Orta
	0,3350	İyi
	0,1650	Mükemmel
QP22:	0,6085	

P31 (RKS uygulandıktan sonra)		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1640	Zayıf
	0,3360	Orta
	0,3360	İyi
	0,1640	Mükemmel
P31:	0,6085	

P32		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2390	Zayıf
	0,2610	Orta
	0,2610	İyi
	0,2390	Mükemmel
QP32:	0,6085	

P33		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,1700	Zayıf
	0,3300	Orta
	0,3300	İyi
	0,1700	Mükemmel
QP33:	0,6085	

P34		
Sonuçlar:	Kanaat Derecesi	Seviye Adı
	0,2390	Zayıf
	0,2610	Orta
	0,2610	İyi
	0,2390	Mükemmel
QP34:	0,6085	

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Kadir ÇİÇEK

Doğum Yeri ve Tarihi: Eyüp, 1980

Adres: İstanbul Teknik Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Bölümü Tuzla, İstanbul

E-Posta: cicekk@itu.edu.tr, cicekk@live.com

Lisans: İstanbul Teknik Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Deniz Ulaştırma Mühendisliği Programı, 2008.

Mesleki Deneyim ve Ödüller:

Unvan / Kadro	Kurum	Tarih
Araştırma Görevlisi	İTÜ Denizcilik Fakültesi	17.04.2006 - Devam
PSC Uzmanı	T.C Ulaş.Den.Hbr. Bak.	08.06.2005 – 14.04.2006
Uzakyol Vardiya Müh.	Genel Denizcilik	21.12.2004 – 16.02.2005
Uzakyol Vardiya Müh.	Genel Denizcilik	07.06.2003 – 15.05.2004
Yardımcı Vardiya Müh.	Genel Denizcilik	24.02.2002 – 28.06.2002

Yayın ve Patent Listesi:

Uluslararası Dergi Makaleleri

- **Cicek, K., Celik, M.** (2013). Application of failure modes and effects analysis to main engine crankcase explosion failure onboard ship. *Safety Science*, **51(1)**, 6-10.
- **Cicek, K., Celik, M., Topcu, Y.I.**(2010). An integrated decision aid (IDEA) extension to material selection problem. *Materials & Design*, **31(9)**, 4398-4402. **Kısa not.**
- **Cicek, K., Celik, M.**(2010). MADM solution to material selection problem based on modified FAD-MSI algorithm. *Materials & Design*, **31(4)**, 2129-2133. **Kısa not.**
- **Cicek, K., Celik, M.**(2009). Selection of porous materials in marine system design:

The case of heat exchanger aboard ships. *Materials & Design*, **30(10)**, 4260-4266.

Uluslararası Konferans Bildirileri

- **Celik, M., Cicek, K., Cebi, S.**(2009). Establishing an international MBA program for shipping executives: Managing OR/MS foundation towards a unique curriculum design. 39th International Conference on Computers & Industrial Engineering (CIE39), July 6-8, 2009, Troyes, France, sf. 459-463.
- **Cebi, S., Celik, M., Cicek, K.**(2009). Prioritization of the VIQ items within SIRE program for an oil tanker ship. 39th International Conference on Computers & Industrial Engineering (CIE39), July 6-8, 2009, Troyes, France, sf. 449-452.
- **Cicek, K., Cebi, S., Celik, M.** (2009). Appraisal of affecting factors on marine engineers' performance using FAHP based on modified Chang's algorithm. 39th International Conference on Computers & Industrial Engineering (CIE39), July 6-8, 2009, Troyes, France, sf. 464-469.
- **Cicek, K., Celik, M.** (2009). Establishing Training Module for IMDG Code in Maritime Education and Training (MET) Institutions. International Conference on Prospects for Research in Transport and Logistics on a Regional-Global Perspective, February 12-14, 2009, Istanbul-Turkiye, sf. 105-108.
- **Cicek, K., Baytas, A.C.** (2009). A Numerical Study of Combined Natural and Marangoni Convection in a Square Cavity. 8th International National Symposium on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, June 17-19 2009, Gdynia-Poland, sf. 517-522.
- **Cicek, K., Celik, M.**(2008). Execution Model Proposal on Managing Accreditation Process in Maritime Education and Training (MET) Institutions. International Maritime Lecturer Association 16th conference on MET, October 14-17, 2008, Izmir-Turkiye, sf. 347-353.
- **Cicek, K., Er, I.D.** (2007). Most Effective Techniques for Minimising the Noise Emission on Shipboard. 12th International Congress of the International Maritime Association of the Mediterranean, September 2-6 2007, Varna – Bulgaria, sf. 339-343.
- **Cicek, K., Er, I.D.**(2007). Economic Constraints on Maritime Education and Training in Turkey. 7th International Navigation Symposium on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, June 20-22 2007, Gdynia – Poland, sf. 669-672.
- **Cicek, K., Er, I.D.**(2007). Renovation Opportunities for Marine Propulsion System. Technology and Economic Development 2nd International Conference on the Dynamics of Science and Technology Policies, May 25-26 2007, Izmir – Turkiye, sf. 536-551.

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR

- **Cicek, K., Turan, H.H., Topcu, Y.I., Searsan, M.N.**(2010). Risk-based preventive maintenance planning using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) for marine engine systems. The Second International Conference on Engineering Systems Management and Its Applications (ICESMA), March 30 2010-April 1 2010, American University of Sharjah, UAE, sf. 1-6.