T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
DENİZ ULAŞTIRMA İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
DENİZCİLİKTE EMNİYET, GÜVENLİK VE ÇEVRE YÖNETİMİ
PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

LİMANLARDAKİ GEMİ MANEVRALARININ RİSK DEĞERLENDİRMESİ İÇİN BULANIK MANTIK MODELLEMESİ VE UYGULAMASI

İrfan ÖZKULLUK

Danışman
Prof. Dr. Selçuk NAS
2. Danışman
Dr. Ayşe Övgü KINAY

2024

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
DENİZ ULAŞTIRMA İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
DENİZCİLİKTE EMNİYET, GÜVENLİK VE ÇEVRE YÖNETİMİ
PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

LİMANLARDAKİ GEMİ MANEVRALARININ RİSK DEĞERLENDİRMESİ İÇİN BULANIK MANTIK MODELLEMESİ VE UYGULAMASI

İrfan ÖZKULLUK

Danışman
Prof. Dr. Selçuk NAS
2. Danışman
Dr. Ayşe Övgü KINAY

İZMİR-2024

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Limanlardaki Gemi Manevralarının Risk Değerlendirmesi İçin Bulanık Mantık Modellemesi ve Uygulaması” adlı çalışmanın, tarafımdan, akademik kurallara ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih
22.02.2024
İrfan Özkulluk

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Limanlardaki Gemi Manevralarının Risk Değerlendirmesi İçin Bulanık Mantık Modellemesi ve Uygulaması

İrfan ÖZKULLUK

Dokuz Eylül Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı
Denizcilikte Emniyet, Güvenlik ve Çevre Yönetimi Programı

Gemiler liman sahasında manevralarını, yapıları gereği aynı anda birden fazla büyük boyutlardaki kuvvetleri yenerek gerçekleştirirler. Günümüzde gemilerin ulaştığı devasa boyutları da düşündüğümüzde bu süreçte meydana gelebilecek olası bir deniz kazasının ortaya çıkaracağı çevresel, finansal, can ve mal kaybının büyüklüğü daha net anlaşılabilmektedir. Derinlemesine yapılan literatür çalışmalarında manevranın emniyetine etki eden çok sayıda faktör olduğu ve bu faktörlerin belirli bir sınıflandırmaya tabii olmadığı ve hangi kuvvetin manevra sürecine daha fazla etki ettiğinin net bir şekilde ortaya konulmadığı tespit edilmiştir.

Bu motivasyonla çalışmada, oluşturulan bulanık mantık modellemesi ile liman sahasında gerçekleştirilen gemi manevralarına etki eden faktörlerin belirlenerek bu faktörlerin risk değerlendirmesinin yapılması amaçlanmıştır. Çalışmada, öncelikli olarak, kapsamlı literatür araştırması yanı sıra alanında uzman kişiler ile yapılan görüşmelerle manevraya etki eden ana faktörler ve her bir ana faktöre ait alt faktörler belirlenmiştir. Kuşkusuz dinamik bir süreç olan gemi manevrasına etki eden birçok faktör vardır. Bütün faktörlerin çalışmada yer almadığı görülebilir fakat çalışmanın bilimsel altyapısının sağlam olması öncelikli amaçtır. Bu nedenle çalışmada her bir ana faktöre en çok etki eden alt faktörlere yer verilmiştir. Öte yandan, ağır hava koşulları, gemi yapısal özellikleri, seyir yardımcı cihazları ve diğer faktörlerden kaynaklı yaşanabilecek herhangi bir olumsuzluk deniz kazaları ile sonuçlanabilir. Dolayısıyla, her bir faktör birer risk unsuru barındırmaktadır. Çalışmanın ikinci aşamasında ise manevra sürecinde gemilere hangi faktörün daha fazla etki ettiğini tespit etme

amacıyla alanında uzman kişilerin gerçekleştirmiş olduğu ikili karşılaştırmalar Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemiyle analiz edilmiştir.

Sonuçlara bakıldığında, literatürdeki çalışmaları doğrular nitelikte olup, insan kaynaklı risklerin gemi manevra emniyetini en çok etkileyen faktör olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, akıntı, baş/kıç iterler, halat ve ırgatların kondisyonu ve römorkörlerin de liman sahasındaki manevra emniyeti açısından hayati öneme sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Gemi Manevra Süreci, Gemi Manevrasını Etkileyen Faktörler, Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (BAHS), Gemi Manevrası Risk Analizi.

ABSTRACT

Master's Thesis

Fuzzy Logic Modeling and Application for Risk Assessment of Ship Maneuvers in Ports

İrfan Özkulluk

Dokuz Eylul University

Graduate School of Social Sciences

Department of Marine Transportation Engineering

Maritime Safety, Security and Environmental Management Program

Ships perform their maneuvers in the port area by overcoming multiple large forces at the same time due to their structure. Today, when we think of gigantic ships, the magnitude of the environmental, financial, loss of life and property caused by a possible maritime accident can be understood more clearly. In depth literature studies, it has been determined that there are many factors that affect the safety of the maneuver and that these factors are not subject to a specific classification and it is not clearly revealed which force affects the maneuver process more.

With this motivation, the study aims to determine the factors affecting ship maneuvers in the port area and make a risk assessment of these factors with the fuzzy logic modeling created. In the study, first of all, a comprehensive literature research was carried out. Afterwards, the main factors affecting the maneuver and the sub-factors of each main factor were determined through interviews with experts in the field. There are many factors that affect ship maneuvering, which is a dynamic process. It can be seen that not all factors are included in the study, but the primary aim is to have a solid scientific infrastructure of the study. For this reason, the sub-factors that have the most impact on each main factor are included in the study. On the other hand, any negativities that may occur due to severe weather conditions, ship structural features, navigational aids and other factors may result in maritime accidents. Therefore, each factor in the study contains an element of risk. In the second stage of the study, pairwise comparisons made by experts in the field were analyzed using the Fuzzy Analytical Hierarchy Process method in order to determine which factor affects the ships more during the maneuvering process.

When the results are examined, they confirm the studies in the literature and it has been determined that human-induced risks are the factor that most affects ship maneuvering safety. In addition, it has been concluded that the current, bow/stern thrusters, the condition of ropes and windlasses, and tugboats are of vital importance for the safety of maneuvering in the port area.

Keywords: Ship Maneuvering Process, Factors Affecting Ship Maneuvering, Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP), Ship Maneuvering Risk Analysis.

LİMANLARDAKİ GEMİ MANEVRALARININ RİSK DEĞERLENDİRMESİ İÇİN BULANIK MANTIK MODELLEMESİ VE UYGULAMASI

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI ii
YEMİN METNİ iii
ÖZET iv
ABSTRACT vi
İÇİNDEKİLER viii
KISALTMALAR xi
TABLOLAR LİSTESİ xiv
ŞEKİLLER LİSTESİ xvi

GİRİŞ 1

BİRİNCİ BÖLÜM
RİSK ANALİZİ

1.1. RİSK TANIMI 3
1.2. RİSK YÖNETIMI KAVRAMI 4
1.3. RİSK DEĞERLENDİRMESİ 5
1.4. RİSK DEĞERLENDİRME aşamaları 5
1.5. RİSK ANALİZİ 7
1.5.1. Risk Analiz Süreci 8
1.5.2. Nitel (Kalitatif) Risk Analiz Yöntemleri 10
1.5.2.1. Ön Tehlike Analizi (PHA) Yöntemi 10
1.5.2.2. İş Güvenlik Analizi (JSA) Yöntemi 11
1.5.2.3. Olursa Ne Olur (What If) Yöntemi 12
1.5.2.4. Tehlike ve İşletilebilme Analizi (HAZOP) 12
1.5.2.5. Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) 13
1.5.3. Nicel (Kantitatif) Risk Analiz Yöntemleri 14
1.5.3.1. Finne Kinney Risk Analizi 14
1.5.3.2. L Tipi Matris 17
1.5.3.3. X Tipi Matris 19

1.5.4. Hem Nicel (Kantitatif) hem de Nitel (Kalitatif) Risk Analiz Yöntemleri 21
1.5.4.1. Hata Ağacı Analizi (FTA) Risk Analiz Yöntemi 22
1.5.4.2. Olay Ağacı Analizi (ETA) Risk Analiz Yöntemi 22
1.5.4.3. Neden-Sonuç (Balık Kılçığı) Analizi 23
1.5.5. Denizcilikte Kullanılan Risk Analiz Yöntemleri 24
1.5.5.1. Çevresel Stres (ES) Modeli 24
1.5.5.2 IWRAP (IALA Waterway Risk Assessment Program) Modeli 26
1.5.5.3 Formal Safety Assesment (FSA) 27
1.5.5.4. Seyir ve Deniz Kazalarına Yönelik Risk Analizleri 28
1.5.5.5. Deniz Trafiğine Yönelik Risk Analizleri 30
1.5.5.6. Gemi Manevra Sürecinde Kullanılan Risk Analiz Yöntemleri 32

İKİNCİ BÖLÜM
RİSK FAKTÖRLERİNİN SIRALANMASI: BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ

2.1. ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ (AHS) 34
2.1.1. Hiyerarşik Yapı Oluşturulması 35
2.1.2. İkili Karşılaştırma Matrisi Hazırlanması ve Kriterlerin Değerlendirilmesi 35
2.1.3. Kriterlerin Ağırlık ve Tutarlılık Değerlerinin Belirlenmesi 37
2.1.4. Sonuç Değerlerine Göre Alternatifin Seçilmesi 39
2.1.5. Analitik Hiyerarşi Sürecine Yönelik Eleştiriler 39
2.2. BULANIK MANTIK 40
2.3. BULANIK KÜMELER 41
2.4. BULANIK MANTIK UYGULAMALARI 43
2.5. BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ (FUZZY-AHP) 45

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
GEMİ MANEVRA SÜRECİ

3.1. GEMİLERİN MANEVRA SÜRECİNDE KARŞILAŞTIĞI RİSKLER 50
3.2. GEMİ MANEVRASINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER 51
3.2.1. Çevresel Faktörler 51
3.2.2. Gemi Yapısal Özellikleri 53
3.2.3. Seyir Yardımcı Cihazları 53

3.2.4. Liman Yapısı ve Özellikleri 54
3.2.5. İnsan Faktörü 55

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
GEMİ MANEVRASINA ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN ANALİZİ

4.1. ARAŞTIRMANIN KONUSU 56
4.2. ARAŞTIRMANIN AMACI 56
4.3. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ 56
4.4. ARAŞTIRMA YÖNTEMLERİ 57
4.4.1. Veri Toplama 57
4.4.2. Örneklem Seçimi 58
4.4.3. Veri Analizi 59
4.4.3.1. Faktör Analizi 59
4.4.4. Etik Düşünceler 59
4.5. ARAŞTIRMANIN MODELİ 60
4.6. ARAŞTIRMANIN BULGULARI 61
4.6.1. Gemi Manevra Sürecini En Çok Etkileyen Ana Faktörün Belirlenmesi 65
4.6.2. Gemi Manevra Sürecini En Çok Etkileyen Alt Faktörlerin Belirlenmesi 69

SONUÇ 75
KAYNAKÇA 82
EKLER

KISALTMALAR

AHP	Analytical Hierarchy Process
AHY	Akıntı Hızı/Yönü
AIS	Automatic Identification System
AR	AIS/Radar
BAHS	Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci
BAU	Baba Anele ve Usturmaçalar
BBN Model	Bayesian Belief Model
BGR	Bağlı Gemilerin Rıhtımdaki Konumu
BKİ	Baş/Kıç İterler
BNWAS	Bridge Navigational Watch Alarm System
CI	Consistency Index
COLREG	International Regulations for Preventing Collisions at Sea
Co Ri	Collision Risk
CPA	Closest Point of Approach
CR	Consistency Ratio
CTPA	Collision Threat Parameters Area
ÇF	Çevresel Faktörler
DBY	Dalga Boyu/Yüksekliği
DEP	Deplasman
DOD	Department of Defence
DRA	Draft
ECDIS	Electronic Chart Display and Information System
EG	ECDIS/GPS
ES Model	Environmental Stress Model
ETA	Event Tree Analysis
ESTÜ	Eskişehir Teknik Üniversitesi
FAHP	Fuzzy Analytical Hierarchy Process
FERMA	Avrupa Risk Yönetimi Dernekleri Federasyonu
FFTA	Fuzzy Fault Tree Analysis
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis
FSA	Formal Safety Assessment
FTA	Fault Tree Analysis
GG	Gece/Gündüz

GM	Görüş Mesafesi
GNSS	Global Navigation Satellite Systems
GPY	Gemi Personeli Yorgunluk Yönetimi
GRA	Grey Relational Analysis
GRT	Gross Tonnage
GYÖ	Gemi Yapısı ve Özellikleri
HAZOP	Hazard and Operability Analysis
HIK	Halat ve Irgatların Kondisyonu
HIRARC	Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control
HÖ	Hızölçer
IALA	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities
IF- AHP	Intuitionistic Fuzzy Analytical Hierarchy Process
IMO	International Maritime Organization
IWRAP	IALA Waterway Risk Assessment Program
İF	İnsan Faktörü
İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
JSA	Job Safety Analysis
KKİ	Kaptan/Kılavuz kaptan İletişimi
KKT	Kılavuz Kaptan/Kaptan Tecrübesi
KKY	Köprüüstü Kaynak Yönetimi Becerisi
LA	Liman Aydınlatması
LOA	Length Overall
LYÖ	Liman Yapısı ve Özellikleri
MASS	Maritime Autonomous Surface Ships
MBÇ	Manevra Basen Çapı
MEPC	Marine Environment Protection Committee
MFAHP	Modification of the Fuzzy Analytical Hierarchy Process
MIL-STD_882-D	Department of Defense Standard Practice
MMG	Maneuvering Modeling Group
MSC	Maritime Safety Committee
MT	Manevra Tipi
ODPHA	Occupational Disease Preliminary Hazard Analysis
PARK Model	Potential Risk Assessment of Risk
PHA	Preliminary Hazard Analysis

PSO	Particle Swarm Optimization
RA	Rüzgâr Alanı
RHY	Rüzgâr Hızı/Yönü
RI	Rassal Index
RTG	Römorkör Tipi/Gücü
SYC	Seyir Yardımcı Cihazları
TDK	Türk Dil Kurumu
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
TRM	Trim
TS ISO	Kalite Yönetim Sistemi Standardı
TTDFP	Two-Tier Distributed Fuzzy Logic Based Protocol
VHF	Very High Frequency

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1: Risk Değerlendirme Metodolojileri Karşılaştırma Tablosu s.9
Tablo 2: Risk Değerlendirme Metodolojileri Karşılaştırma Tablosu s.10
Tablo 3: Olasılık Değeri ve Sınıflandırılması s.15
Tablo 4: Frekans Değeri ve Sınıflandırılması s.15
Tablo 5: Şiddet Değeri ve Sınıflandırılması s.16
Tablo 6: Risk Değerlendirme Sonucu s.16
Tablo 7: Olasılık Derecelendirme s.17
Tablo 8: Etki Derecelendirilme s.18
Tablo 9: Risk Skor Matrisi s.18
Tablo 10: Sonucun Kabul Edilebilirlik Değerleri s.18
Tablo 11: Şiddet Değerinin Verilmesi s.20
Tablo 12: Olasılık Değerinin Verilmesi s.20
Tablo 13: Risk Düzeyine Göre Karar ve Eylem s.21
Tablo 14: Farklı kriterler için kıyaslama ölçeği (1-9 önem skalası) s.37
Tablo 15: Rassal Endeks Değerleri s.39
Tablo 16: Deniz Taşımacılığının Riskleri ve Potansiyel Sonuçları s.50
Tablo 17: Manevraya Etki Eden Faktörlerin Belirlenmesi Sürecine Katılım Sağlayan Uzmanlara Ait Bilgiler s.58
Tablo 18: Manevraya Etki Eden Faktörlerin İkili Karşılaştırma Sürecine Katılım Sağlayan Uzmanlara Ait Bilgiler s.58
Tablo 19: Gemi Manevralarını Etkileyen Faktörler s.63
Tablo 20: Dilsel Terimler ve Bunlara Karşılık Gelen Üçgensel Bulanık Sayılar s.64
Tablo 21: Gemi Manevrasına Etki Eden Ana Kriterlerin Birbirine Göre Önem Sıralaması s.65
Tablo 22: Gemi Manevrasına Etki Eden Ana Kriterlerin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi s.66
Tablo 23: Ana Faktörlere Ait Kriterlerin Bulanık Satır Değerleri s.67
Tablo 24: Ana Faktörlere Ait Kriterlerin Büyüklük Değerleri s.68
Tablo 25: Ana Faktörlere Ait Kriterlerin Normalleştirilmiş Ağırlıkları s.69
Tablo 26: ÇF, GYO ve SYC' ye Ait Alt Kriterlerin Birbirine Göre Önem Sıralaması s.70
Tablo 27: LYÖ ve İF' ye Ait Kriterlerin Birbirine Göre Önem Sıralaması s.71

Tablo 28: ÇF, GYO ve SYC' ye Ait Alt Kriterlerin
İkili Karşılaştırma Matrisleri s.72
Tablo 29: LYÖ ve İF' ye Ait Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisleri s.73
Tablo 30: Alt Faktörlere Yönelik Gerçekleştirilen Analizlere Ait Sonuçlar s.74
Tablo 31: Analizlere Ait Sonuçlar s.76

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Risk Yönetim Süreci s.4
Şekil 2: Risk Değerlendirmesi Bileşenleri s.7
Şekil 3: Risk Analizi Süreci s.8
Şekil 4: Risk Derecelendirme Süreci Değişkenleri s.20
Şekil 5: Es Model Manevra Zorluk Seviyesi Örneği s.25
Şekil 6: Ulsan Limanında Gerçekleştirilen IWRAP Uygulaması Örneği s.26
Şekil 7: FSA Yönetiminde Aşamalar s.28
Şekil 8: Basit bir Analitik Hiyerarşi Süreci Modeli s.35
Şekil 9: Sıcaklık için Klasik Küme Örneği s.41
Şekil 10: Sıcaklık için Bulanık Küme Örneği s.42
Şekil 11: Sıcaklık için Bulanık Kümelerde Kesişim Örneği s.42
Şekil 12: Bulanık AHP' nin Hesaplanma Süreci s.46
Şekil 13: Araştırmanın Modeli s.61
Şekil 14: Manevrayı Etkileyen Faktörlere Ait Karar Hiyerarşisi s.64

EKLER LİSTESİ

EK 1: Gemi Manevrasına Etki Eden Faktörlerin Belirlenmesine Yönelik Uzman Görüşme formu ek s.1

EK 2: Gemi Manevrasına Etki Eden Faktörlerin Önem Derecesini Belirlemeye Yönelik Uzman Görüşme Formu ek s.4

EK 3: Tutarlılık Oranı Hesaplamaları ek s.11

EK 4: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırma ve Yayın Etik Kurulu'ndan Alınan İlgili Etik Kurul Onay Yazısı ek s.23

GİRİŞ

Dar su yolları ve liman sahalarına gemilerin sevk ve idaresi, açık denizlerde gemileri sevk ve idare etmeye oranla çok daha fazla riskler barındırmaktadır. Olağanüstü boyutlardaki gemileri düşündüğümüzde bu süreçte meydana gelebilecek olası bir deniz kazasının ortaya çıkaracağı çevresel, finansal, can ve mal kaybı gibi sonuçların büyüklüğü liman sahalarındaki manevra operasyonların ne kadar kritik öneme sahip olduğunu anlamamıza yardım etmektedir. Bu nedenle; otoriteler, meydana gelebilecek olumsuzlukları minimuma indirmek amacıyla çeşitli önemler almışlardır. Liman sahasında gemilerin kılavuzluk hizmeti talebi, kılavuz kaptanların operasyon sürecinde komuta ettiği römorkörler, hatta ve hatta limanların yanaşma yerinde yer alan usturmaçalar bile bu olumsuzlukların ortaya çıkmasını engelleyen kritik unsurlar arasında yer almaktadır.

Bu motivasyonla gerçekleştirilen bu çalışmada, liman sahasındaki gemi manevralarına etki eden faktörler belirlenerek bulanık mantık modellemesi ile bu faktörlerin risk değerlendirmesinin yapılması amaçlanmıştır. Gemilerin liman sahalarındaki manevra sürecine etki eden gemi yapısal özellikleri, süreç içerisinde kullanmış oldukları seyir yardımcı cihazları yanı sıra çevresel ve insan faktörlerinin liman ve gemi emniyetine olan etkileri incelenmiştir. Çalışmada mülakat yöntemiyle alanında uzman kişilerden elde edilen verilerden yararlanılmıştır. Öncelikli olarak Gemi Manevrasına Etki Eden Faktörler belirlenmiş daha sonra ise bu faktörler yine uzmanların gerçekleştirdiği ikili karşılaştırma yönteminden elde edilen veriler ile gemi manevrası emniyetine en çok etki eden faktörler belirlenmiştir. Çalışmada veriler, Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemiyle analiz edilmiştir. Öte yandan gemi manevralarını etkileyen faktörlere yönelik sınıflandırma ve bu faktörlerin manevraya olan etkilerinin önem derecesinin belirlenmesi sürecinde elde edilecek sonuçlar literatürdeki önemli bir boşluğun doldurulması yanı sıra, bundan sonraki çalışmalara da önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu doğrultuda dört bölümden oluşan çalışmanın birinci bölümünde; risk kavramı, risk yönetimi, risk değerlendirme süreci ve risk analizi kavramları detaylı bir literatür çalışması yapılarak açıklanmıştır. Ayrıca literatürde sıklıkla kullanılan risk analiz yöntemleri yanı sıra denizcilik alanında kullanılan risk analiz yöntemleri de tanıtılarak yapılan çalışmalar hakkında kapsamlı bilgilendirmeler yapılmıştır.

İkinci bölümde ise, çalışmada risk faktörlerinin sıralanmasında kullanılan bulanık analitik hiyerarşi süreci ve uygulama adımları detaylı olarak tanımlanmıştır.

Bu süreci bundan sonra kullanacak okuyucuların kolaylıkla anlayabilmesi için öncelikli olarak analitik hiyerarşi süreci ve adımlarından başlamak üzere bulanık mantık ve uygulamalarının tanıtılması şeklinde gerçekleştirilmiştir.

Üçüncü bölümde ise, gemi manevra sürecinde karşılaşılan riskler açıklanmıştır. Ayrıca yapılan literatür çalışmalarında gemi manevralarını etkileyen faktörlere yönelik net bir sınıflandırma olmaması dolayısıyla bilimselliği yüksek bir sınıflandırma gereği duyulmuş bu doğrultuda derin bir literatür çalışması gerçekleştirilerek edinilen bilgiler okuyucuyla paylaşılmıştır.

Dördüncü bölümde ise çalışmanın konusu, amacı, önemi ve yöntemi hakkında bilgilendirmeler yapılmış ayrıca analiz sürecini gösteren bir araştırma modeli sunulmuştur. Devamında ise elde bulgular analiz edilerek ortaya çıkan sonuçlar yorumlanmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM
RİSK ANALİZİ

Bu bölümde risk analizi çalışmalarında kullanılan terimler açıklanmış ve genel risk analiz yöntemleri üzerine bilgilendirilmeler yapılmıştır. Ayrıca denizcilik alanında kullanılan risk analiz yöntemlerine ve bu analizlerin önemi açıklanmıştır.

1.1. RİSK TANIMI

Büyük Larousse (1986: 9843) ansiklopedisinde, “risk” kökenini Fransızca olarak belirtirken kelime anlamını ise “potansiyel bir zarar, kayıp veya tehlikenin meydana gelme şansı” olarak verilmiştir. Risk’ in Türk hukuk alanındaki tanımı ise, “tehlikeli bir durumdan kaynaklanabilecek olası bir zarar, yaralanma veya diğer olumsuz sonuçları ifade eder” şeklindedir (Resmi Gazete, 2012: 28512). Ayrıca IMO, Riski frekans ile yoğunluğun birlikteliği olarak tanımlamıştır (IMO, 2018: 12-2).

Akademik yazınlarda yapılan incelemelere göre; Risk herhangi bir olayın tam olarak nasıl sonuçlanacağının öngörülemediği durum olarak tanımlanmıştır (Emhan, 2009: 210). ESTÜ (2023)’ e göre risk, bir tehlikeye maruz kalmanın sonucunda oluşabilecek zarar ya da bir hastalığın ortaya çıkma olasılığının ve şiddetinin kombinasyonunu temsil etmektedir. Başka bir araştırmada Ercan Kalkan ve Deniz (2013: 44) ise riski " arzu edilen veya arzu edilmeyen bir sonucun mümkün olduğu tarihsel varsayımın bir sonucu olarak ortaya çıkan ontolojik bir gerçeklik " olarak tanımlanmıştır. Bu yorumda, olayların gerçekleşebileceği bir durum ya da ortam, bu durumdaki olayın sonucunun ne kadar belirsiz olduğu ve bireylerin bu sonuçtan ne derece etkileneceği olmak üzere riskin temelinde üç ana bileşenin olduğu vurgulanmıştır. Kamu İç Denetçileri Derneği'nin dergisinde yer alan bir makalede ise Bozkurt (2010: 19) riskin tanımlanması yapılarak olayın gerçekleşme olasılığı barındırdığı bu doğrultuda, riskin bir olasılık ve etki ifade ettiğini vurgulamıştır.

Yukarıda risk kavramı ve kapsamları ile ilgili detaylı açıklamalarda bulunulmuştur. Risk kavramı ile tehdit kavramı bir aradaki kullanımına rastlanılmakta ve insanlarda aynı anlamı çağrıştırdığına dair güçlü bir inanış bulunmaktadır fakat literatürde bu kavramlar arasında net bir ayrım söz konusudur. TDK' ya göre Tehlike, " Gerçekleşme ihtimali bulunan fakat istenmeyen sakıncalı durum" olarak tanımlanır (TDK, 2023). Hukuki açıdan bakıldığında, tehlikenin unsurları üzerinde durmuş ve hasar ya da zarar potansiyeli bulunan bir hal olarak ifade edilmiştir (Resmî Gazete, 2012: 28512). Özkılıç (2005: 47) çalışmasında risk bir olasılığı belirtirken tehlike ise

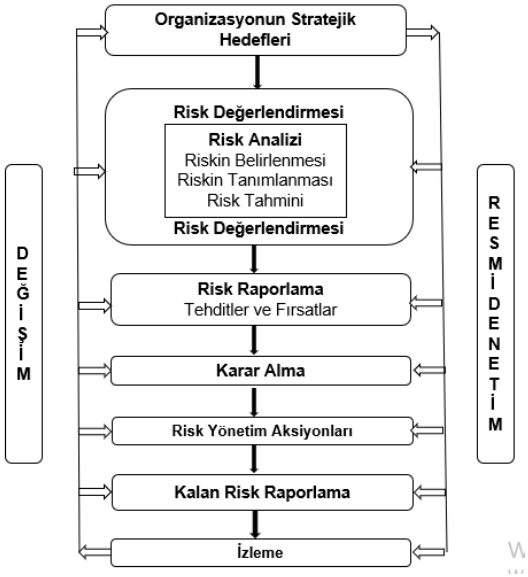
bir potansiyeli ifade ettiğini belirtmiştir. Bir örnek ile açıklamak gerekirse; ateş bir tehlike iken ev yangını çıkma olasılığı bir risktir. Keza araç kullanmasını bilmeyen biri için trafik bir tehlike iken kaza yapma olasılığı bir risktir.

1.2. RİSK YÖNETIMI KAVRAMI

Özkılıç (2005: 56) çalışmasında, Risk Yönetimi kavramını bir süreç olarak tanımlamış, bireylerin ve çevrenin güvenliğiyle ilgili potansiyel tehlikelerin belirlenmesi, değerlendirilmesi ve bu risklerin minimize edilmesi için gerekli yaklaşımların ele alındığı bir mekanizma olarak ifade etmiştir. Güler ve Çobanoğlu (1997: 31) ise Risk Yönetimini, ortaya çıkan sorunlara nasıl yanıt verileceğini belirleyen bir karar mekanizması olarak tanımlamış olup, bu yönetim yaklaşımının, önceliklerin saptanmasında kritik bir rol oynadığını, karar alma ve analiz etme süreçlerinin dengeli bir şekilde ilerlemesini sağladığını belirtmiştir.

Risk yönetim süreci, kuruluşlar açısından stratejik öneme sahiptir. Bu süreç, işletmelerin, tüm operasyonlarında ve genel faaliyet portföylerinde sürekli bir gelir elde etme hedefiyle, ilgili riskleri sistematik bir şekilde inceledikleri ve bu risklere karşı stratejiler geliştirdikleri bir yönetim yaklaşımıdır (FERMA, 2002: 3). Yukarıdaki bulgular doğrultusunda, Şekil 1' de risk yönetim süreci gösterilmiştir.

Şekil 1: Risk Yönetim Süreci



Kaynak: FERMA, 2002: 5

Literatürdeki Risk Yönetimi kavramının bazı tanımlarının yukarıda belirtilmiş olup, aşağıda Risk Yönetimi konusundaki temel kavramları yaklaşımları ve uygulamaları ele alan bazı çalışmalara yer verilmiştir. Dryhurst ve diğerleri (2020: 994) tarafından gerçekleştirilen COVID-19'un dünya çapında risk algıları üzerine yapılan çalışmasında, hastalığın yayılmasının, insanların koruyucu sağlık tedbirlerini benimsemeleriyle ilişkili olan kamu risk algısı tarafından etkilendiğini belirtmektedir. Siegrist (2021: 480) çalışmasında, risk algısı ve tehlike kabulü alanındaki birçok çalışmanın, açıklayıcı bir değişken olarak güveni içerdiğini belirtmiş, çeşitli güven modelleri ve güven ve etki sezgisi arasındaki ilişki incelenmiştir. Wong ve Jensen (2020: 1021) çalışmasında, COVID-19 pandemisi sırasında Singapur'da algılanan risk ve kamu uyumu arasındaki güven paradoksunu ele almıştır.

1.3. RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Risk değerlendirmesi ilgili yönetmelikte “işyerinde mevcut olan veya dışarıdan gelebilecek tehlikelerin saptanması, bu tehlikelerin risk oluşturma potansiyelini taşıyan etmenlerle birlikte analiz edilmesi ve bu riskleri azaltmak için alınacak önlemlerin belirlenmesi süreci” olarak tanımlanmıştır (Resmî Gazete, 2012: 28512).

Risk değerlendirmesi ile ilgili olarak akademik yazınlarda da araştırma gerçekleştirilmiştir. Buna göre Taşyürek (2005); Risk değerlendirmesinin iş alanınızda tehlikelere karşı ne kadar hazırlıklı olduğunuzu anlamaya yaradığını ifade etmiştir. Risk değerlendirmesinin ana hedefini ise, herhangi bir bireyin zarar görmemesini veya sağlık sorunları yaşamaması olarak belirtmiştir. Ayrıca araştırmacı çalışmasında, meydana gelen kaza ve sağlık sorunlarının işyerlerine maddi ve manevi zararlar doğuracağını, çalışma ortamındaki risklerin belirlenmesinin hukuki bir yükümlülük olduğunu ifade etmiştir. Ceylan ve Başhelvacı (2011: 25-27) ise risk değerlendirmesinin olası tehlikelerin ve bu tehlikelerden kaynaklanabilecek olumsuz sonuçların saptanması süreci olduğunu belirttiği çalışmasında, risk değerlendirme amacını 'Riskler tolere edilebilir mi?' ve 'Kabul edilemeyen riskler için ne gibi önlemler alınmalıdır?’ sorularının cevabında aramıştır.

1.4. RİSK DEĞERLENDİRME AŞAMALARI

Çavuş (2015: 6-10) çalışmasında, risk değerlendirmesinin 4 (dört) temel aşaması olduğunu belirtmiştir. Bunlar, tehlikeleri tanımlamak, sonrasında tehlikenin

belirlenmesi ve risklerin tespiti son olarak ise risk değerlendirmesidir. Öte yandan İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği ise Risk değerlendirmesini; tehlikeleri tanımlama, riskleri belirleme ve analiz etme, risk kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması, dokümantasyon, yapılan çalışmaların güncellenmesi ve gerektiğinde yenileme olmak üzere 5 (beş) aşama olacak şekilde tanımlamıştır (Resmî Gazete, 2012: 28512). Görüldüğü üzere sağlıklı bir işyeri ortamında risk değerlendirmesi gerçekleştirmenin en öncelikli unsuru tehlikeleri tanımlamaktır. Bu aşamadan başlamak üzere risk değerlendirme süreci ile ilgili her bir aşamanın tanımı aşağıda yapılmıştır.

Tehlike Tanımlama: Risk değerlendirmesinin ilk aşamasın olan tehlike tanımlama sürecinin önemi üzerinde durmuştur. Organizasyon içerisinde potansiyel zarara yol açabilecek etkenlerin belirlenmesi şeklinde tanımlanmıştır. Öte yandan tehlike analizi sürecinde göz önünde bulundurulması gereken husus ise tehlikenin meydana gelme sıklığı, büyüklüğü ve etki alanını belirlemektir. Örneğin volkanik bir patlama veya deprem yüzlerce yıl arayla tekrarlanabilir. Bu durum o bölgede bir tehlike olmadığı anlamına gelmez dolayısıyla tehlikenin belirlenmesi sürecinde meydana gelme sıklığı, büyüklüğü ve etki alanı çok önemli faktörler arasında yer almaktadır (Özkılıç, 2005: 58).

Risk Belirlenmesi ve Analizi: Çavuş (2015: 7-8) çalışmasında bu adımı riski kabul edilebilir seviyeye indirmek için gerekli sürecin başlatılması olarak ifade etmiştir.

Risk Kontrol Tedbirlerinin Kararlaştırılması: Risk kontrol süreci içerisindeki bu adımda ise riski kabul edilebilir düzeye indirebilmek için alınan tedbirlerin uygulanması aşaması olduğunu belirtilmiştir.

Risk Değerlendirmesi: Risk değerlendirmesinin son adımı olan bu aşamada ortadaki risklerin kabul edilebilirlik düzeyine inip inmediğine kara verilerek nihai sonuca ulaşılır (Ceylan ve Başhelvacı, 2011: 28).

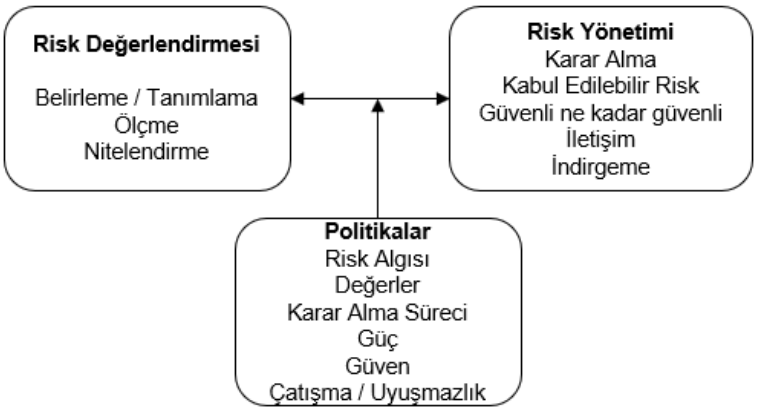
Dokümantasyon: Risk değerlendirmesi sürecinde kullanılan dokümanların birim yetkilileri tarafından imzalanarak saklanması sürecini ifade etmektedir.

Risk Değerlendirmesinin Yenilenmesi: İşyeri ortamı, fiziki şartları, kullanılan ekipman değişikliği veya yapılan iş değişikliği süreçlerinde risk değerlendirmesinin yenilenmesini ifade etmektedir (Akpınar ve Çakmakkaya, 2014: 284).

Sonuç olarak, risk değerlendirmesi süreci, bireylerin ve organizasyonların karşılaştıkları riskleri anlamalarına ve bu risklerin olası kötü sonuçlarının etkisini azaltmaya veya önlemeye doğru stratejileri geliştirmeyi mümkün kılmaktadır. Amacına uygun olarak gerçekleştirilen risk değerlendirmesi, potansiyel tehlikeleri öngörerek

zamanında etkin müdahaleyi etkin kılarak organizasyon içerisinde kritik bir öneme sahip olmaktadır. Weber ve Slovic (2002: 3) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada, doğal felaketler, teknolojik aksaklıklar veya terör eylemleri gibi büyük olayların risk algısını nasıl etkilediği incelediği çalışmasında Risk Değerlendirmesi Bileşenlerini ifade eden görsel Şekil 2' de gösterilmiştir.

Şekil 2: Risk Değerlendirmesi Bileşenleri



Kaynak: Weber ve Slovic, 2002: 3

1.5. RİSK ANALİZİ

Çebi ve Temizoğlu (2020: 149) çalışmasında risk analizini; var olan riskin boyutunun tespit edildiği aşama olarak tanımlamıştır. Risk kontrolünün ise mevcut risk büyüklüğünün kabul edilebilir düzeye indirmek için alınan tedbirler olarak ifade etmiştir. Risk analizi gerçekleştirmenin bizlere sunduğu kolaylıklardan birisi risk düzeyini nitel kavramlarla ifade etmesidir(Gürcanlı ve Müngen, 2006: 94).

Gerçekleştirilen ulusal ve uluslararası literatür araştırmasında çok sayıda risk analizi alanında bilimsel çalışmaların olduğu görülmüştür. Pate-Cornell (1996), Akintoye ve MacLeod (1997), Birgören (2017), Yurdakul ve diğerleri (2019), Kundak ve Türkoğlu (2007), Çavuş (2015), Akpınar ve Çakmakkaya (2014)' a ait çalışmalar bunlardan sadece birkaçıdır. Bunun yanı sıra risk analizi konularında birçok bilimsel alanda farklı konular ve uygulamaların gerçekleştirildiği görülmüştür. Aşağıda literatürdeki çalışmaların bazıları sunulmuştur.

Özoğul ve diğerleri (2018) mühendislik alanındaki ergonomik risk analizini gerçekleştirdiği çalışmasında, bir metal sanayi işletmesinde gerçekleştirilen işlemlerin çalışan üzerindeki ergonomik risklerini değerlendirmek ve bu riskleri azaltmak için

gerekli iyileştirmeleri önermeyi amaçlamıştır. Koks ve diğerleri (2019) ulaşım sistemleri alanındaki çalışmasında, yol ve demiryolu altyapısının doğal tehlikelere maruz kalma riskini global olarak değerlendirmeyi amaçlamıştır. Çebi ve Temizoğlu (2020) ise karar destek sistemleri kurulması önerdiği çalışmasında, işletmelerde dinamik risk analizini önermiştir.

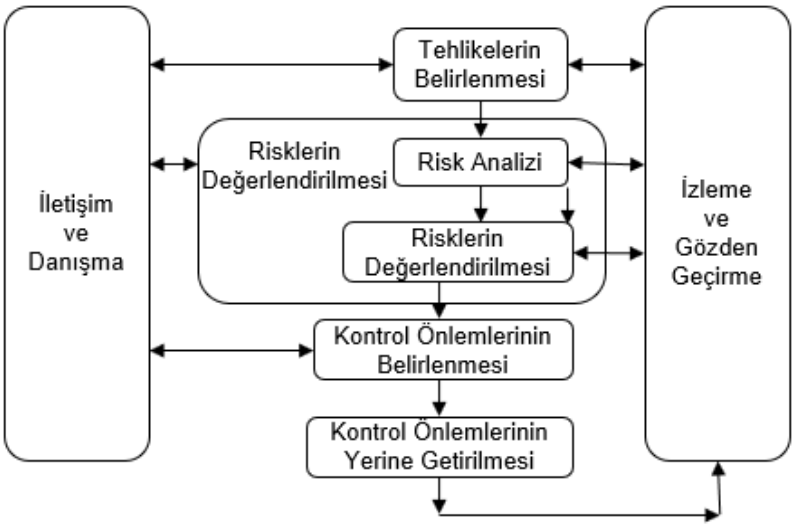
Coğrafya ve tıp alanında da risk analizi çalışmalarının geniş kullanımına rastlanılmış olup, Işık ve diğerleri (2019) çalışmasında, Türkiye'nin Doğu Anadolu ve Karadeniz bölgelerinde çığ olaylarının en çok yaşandığı alanlarda çığ risklerinin analizini yapmayı amaçlamıştır. Duman ve İrcan (2022) ise çalışmasında, erozyon riskinin yüksek olduğu bölgelerde, bu riski en aza indirmek için fiziki coğrafyaya uygun planlamaların yapılmasını amaçlamıştır. Tıp alanında ise Bech ve diğerleri (2022)'in gerçekleştirdiği çalışmaya rastlanılmış olup, Sub-Saharan Afrika'da yenidoğan sepsis risk faktörlerini belirlemeyi amaçlamıştır.

Pan ve diğerleri (2020) çalışmasında, belirsizlik altında risk analizini desteklemek için yeni bir çoklu sınıflandırıcı bilgi füzyon yaklaşımını geliştirmeyi amaçlamıştır.

1.5.1. Risk Analiz Süreci

Risk Değerlendirme süreci, Risk Analizi ve literatürdeki uygulamaları ile ilgili yukarıda bilgilendirmeler yapılmıştır. Bu veriler doğrultusunda risk analizi sürecine ilişkin diyagram Şekil: 3' te gösterilmiştir.

Şekil 3: Risk Analizi Süreci



Kaynak: KÜN, 2022

Kalitatif ve kantitatif olmak üzere iki çeşit Risk analiz yöntemi bulunmaktadır. Nitel(kalitatif) risk analiz yöntemleri sözel ifadelerle gerçekleştirilir ve gözleme dayalıdır. Nicel (kantitatif) risk analizi ise daha çok matematiksel olarak ölçümlenebilen, elde edilen sonuçların istatistiki açıdan incelendiği yöntemleri ifade etmektedir (Vikipedi, 2022). Risk değerlendirme sürecinde çeşitli metodolojiler kullanılmaktadır. Bir kısım metodolojinin belirli kriterlere göre karşılaştırılması Tablo 1 ve Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 1: Risk Değerlendirme Metodolojileri Karşılaştırma Tablosu

Kriterler	PHA	JSA	Olursa Ne Olur	HAZOP	FTA
Gerekli Doküman İhtiyacı	Orta	Çok Fazla	Çok Az	Çok Fazla	Çok Fazla
Takım Çalışması	Bir Analist ile Yapılabilir	Takım Çalışması	Bir Analist ile Yapılabilir	Takım Çalışması	Takım Çalışması
Takım Liderleri Tecrübesi	Orta Düzey Deneyim	Çok Fazla Deneyim	Orta Düzey Deneyim	Çok Fazla Deneyim	Çok Fazla Deneyim
Kalitatif / Kantitatif	Kalitatif	Kalitatif	Kalitatif	Kalitatif	Kalitatif / Kantitatif
Özel Bir Branşa Yönelik	Her Sektöre Uyar	Her Sektöre Uyar	Basit Prosedürlü İşler	Kimya Endüstrisi	Her Sektöre Uyar
Uygulama Başarı Oranı	Birincil risk değerlendirme yöntemidir. Risklerin belirlenmesi aşamasında tek başına yeterli değildir. Takım lideri tecrübesine göre başarısı yükselir.	Özellikle kişilerin görev tanımlamaları iyi yapılmışsa başarı sağlanabilir.	Risklerin belirlenmesi aşamasında tek başına yeterli değildir. Takım lideri tecrübesine göre başarısı yükselir.	Oldukça zor bir Yöntemdir. Yüksek takım tecrübesine ve üyelerin yüksek performansını gerektirir.	Yüksek takım tecrübesine ve üyelerin yüksek performansını gerektirir. Risklerin belirlenmesi aşamasında çok etkili bir yöntemdir.

Kaynak: Özkılıç, 2005: 68-69

Tablo 2: Risk Değerlendirme Metodolojileri Karşılaştırma Tablosu

Kriterler	ETA	Nede-Sonuç Analizi	FMEA	L Tipi Matris	X Tipi Matris
Gerekli Doküman İhtiyacı	Çok Fazla	Çok Fazla	Çok Fazla	Çok Az	Çok Fazla
Takım Çalışması	Takım Çalışması	Takım Çalışması	Takım Çalışması	Bir Analist ile Yapılabilir.	Tim Çalışması
Takım Liderleri Tecrübesi	Çok Fazla Deneyim	Çok Fazla Deneyim	Çok Fazla Deneyim	Orta Düzey Deneyim	Çok Fazla Deneyim
Kalitatif / Kantitatif	Kalitatif / Kantitatif	Kalitatif / Kantitatif	Kalitatif	Kalitatif	Kalitatif
Özel Bir Branşa Yönelik	Her sektöre Uyar	Her sektöre uyar, ancak özellikle kimya sektöründe kullanılır.	Elektrik, Makine, Hizmet	Basit prosedürlü işler	Her sektöre Uyar
Uygulama Başarı Oranı	Yüksek takım tecrübesine ve üyelerin yüksek performansını gerektirir. Risklerin belirlenmesi aşamasında çok etkili bir yöntemdir.	Yüksek takım tecrübesine ve üyelerin yüksek performansını gerektirir. Risklerin belirlenmesi aşamasında çok etkili bir yöntemdir.	Analiz öncesinde FTA yapılması başarı oranını artırır.	Basit prosedürlü işlerde uygulanabilir, tim liderinin tecrübesine göre başarı oranı değişir.	Tüm sektörlerde rahatlıkla uygulanır, tim liderinin tecrübesine göre başarı oranı değişir.

Kaynak: Özkılıç, 2005: 68-69

Bir diğer bölümde nicel (kantitatif) ve nitel (kalitatif) risk analiz yöntemleri hakkında bilgilere yer verilmiştir.

1.5.2. Nitel (Kalitatif) Risk Analiz Yöntemleri

Gerçekleştirilen literatür araştırmaları sonucunda aşağıda belirtilen risk analiz yöntemleri tanıtılmıştır.

1.5.2.1. Ön Tehlike Analizi (PHA) Yöntemi

Akpınar ve Çakmakkaya (2014) çalışmasında Ön Tehlike Analizinin veya bir diğer adı PHA (Preliminary Hazard Analysis) olan yöntemin amacını açıklamıştır ve süreç içerisindeki potansiyel tehlikeleri belirlemek ve meydana gelebilecek kazaların olasılığını belirlemek olduğunu ifade etmiştir. Bu yöntem tehlikelerin ne sıklıkla ve ortaya çıkabilecek kazaları önlemek için hangi tür analiz yöntemlerin kullanılması

gerektiğini tespit etmeye çalışan bir yöntemdir. Aydos (2015: 17) ise Ön Tehlike Analizi sürecinde kullanılan Ön Tehlike Listesi isimli dokümanın önemini vurgulamış olup, daha önceden karşılaşılmamış ve ön tehlike listesinde yer almayan tehlikeleri tespit ederek sistemin gelişimini sağladığını savunmuştur. Atabey (2023) ise orta derecede doküman ihtiyacı ve deneyim ihtiyacı olan bu sistemin, tehlikelerin neden ve sonuçlarını tanımladığını belirmiştir. Ayrıca araştırmacı yöntemin her sektörde kullanılabilecek bir yöntem olduğunu ve takım lideri tecrübesi ile başarının orantılı olduğunu savunmuştur. Yöntem ile ilgili literatürde yer alan bazı uygulamalar ise şu şekildedir.

Qi ve diğerleri (2020) Occupational Disease Preliminary Hazard Analysis (ODPHA) yani Meslek Hastalığı Ön Tehlike Analizi adını verdiği yarı nicel bir risk değerlendirme yöntemini tanıtmış olduğu çalışmasında PHA risk analiz metodu ile birlikte risk matrislerini kullanmıştır. Demirel ve Sert (2018) çalışmasında, geri dönüşüm sektöründe iş sağlığı ve güvenliği risklerini belirlemek amacıyla Ön Tehlike Analizi metoduyla risk değerlendirilmesini gerçekleştirmiştir. Küçükali ve Yalman (2020) çalışmasında, atık termoplastiklerin geri dönüşüm sürecindeki risk analizini Ön Tehlike Analizi ile Tehlike Derecelendirme Numarası Sistemini karşılaştırmalı olarak gerçekleştirmiştir. Kaçar ve Motorcu (2021) çalışmasında, bir otomotiv bakım ve onarım özel servisinde belirlenen risk etmenleri 5 farklı risk değerlendirme yöntemi ile analiz yapılmış ve ardından bu değerlendirme yöntemlerinin sonuçları karşılaştırılmıştır.

1.5.2.2. İş Güvenlik Analizi (JSA) Yöntemi

Bir diğer isimi Job Safety Analysis (JSA) olan İş Güvenlik Analizi analiz yöntemi belirli bir iş ortamındaki birim amirleri tarafından tespit edilen tehlikeleri ortadan kaldırmayı amaçlayan bir yöntemdir (Şakar, 2021: 1-2). Her sektöre uygulanabilen bu analiz yöntemi süreci kalitatif olup, takım çalışması ve deneyim gerektirir ayrıca doküman ihtiyacı fazladır. Başarı sağlanmak için çalışanların görev tanımının iyi yapılması gereklidir (Atabey, 2023).

İş Güvenliği Analizi yukarıda yöntemi tanıtılmış olup, aşağıda ise bu yöntemin literatürdeki bazı uygulamaları gösterilmiştir.

W. Li ve diğerleri (2018) endüstriyel süreçlerde zaman sıralaması kısıtlaması nedeniyle ortaya çıkan riskleri değerlendirdiği çalışmasında iş güvenliği analizi yöntemini kullanmıştır. Palega (2021) lazer kesim işyerlerindeki iş güvenlik düzeyini

İş Güvenliği Analizi yöntemi kullanarak incelemiştir. Akbar ve diğerleri (2023) İş kazalarının potansiyel nedenlerini analiz etmeyi amaçladığı çalışmada, analiz sürecinde Tehlike Tanımlama Risk Değerlendirmesi ve Risk Kontrolü ile birlikte İş Güvenliği Risk Analizi yöntemini de kullanmıştır.

1.5.2.3. Olursa Ne Olur (What If) Yöntemi

Beyin fırtınası gerçekleştirilerek yapılan sorgulamalarla kaza veya performans sorunları ile karşılaşılabilecek potansiyel tehlikeleri önlemek amacıyla gerçekleştirilen bir risk analiz yöntemidir. Birtakım varsayımlarla olmayan bir durumu varmış veya gerçekleşmiş gibi düşünerek önlem almayı amaçlayan proaktif bir yöntemdir (Turan ve Müezzinoğlu, 2006: 34-35) Bu yöntem “Olursa ne olur?” sorusuna cevap aramakla başlar. Bu sorularla çalışma süreci ile ilgili önerileri, alınan önlemleri ve önlemlerin sorumlularını belirlemeyi amaçlar (Şakar, 2021: 32).

Olursa Ne Olur yukarıda yöntemi tanıtılmış olup, aşağıda ise bu yöntemin literatürdeki bazı uygulamaları gösterilmiştir.

Can ve Dulkadiroğlu (2021) çalışmasında, arıtılmış atıksuların tarımsal kullanımı sonucunda ortaya çıkan insan sağlığına olabilecek riskleri "What If?" risk analiz yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Polat ve Yılmaz (2023) çalışmasında, İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) eğitimlerinin sanal gerçeklik teknolojisi ile havacılık sektörü yer hizmetleri çalışanların karşılaştığı riskleri "What If?" risk analiz yöntemini kullanarak değerlendirmiştir.

1.5.2.4. Tehlike ve İşletilebilme Analizi (HAZOP)

Kimya sektörünün önemli uygulamalarında yaygın bir şekilde tercih edilen bu yöntem, sektördeki potansiyel tehlikeler dikkate alındığında meydana gelebilecek kazaları engellemeyi amaçlar. Proaktif bir yaklaşım belirler ve tehlikelerin ortadan kaldırılması sürecinde multidisipliner bir yaklaşım sergiler (Kılıç ve Sanal, 2015: 41). Bu nitel yöntem de what if yöntemi gibi beyin fırtınası yaklaşımını kullanır ve proaktif bir tutumla kazalar meydana gelmeden önce olası kazaları ve sonuçlarını değerlendirerek potansiyel tehlikeleri ortadan kaldırmayı amaçlar. Uygulama sürecine katılım gösteren bireylere yöneltilen soru-cevap yöntemi ile analiz sürecini gerçekleştirir (Güneysu, 2016: 51-52).

Tehlike ve İşletilebilme Analizi bir diğer adı Hazard and Operability Study (HAZOP) yöntemi tanıtılmış olup, aşağıda ise bu yöntemin literatürdeki bazı uygulamaları gösterilmiştir.

Rudyarti (2022) çalışmasında, tuğla endüstrisindeki tehlike tanımlama ve risk değerlendirme aşamalarını HAZOP yöntemi ile gerçekleştirmiştir. F. Wang ve Gu (2022) çalışmasında, kimya endüstrisinde yaygın olarak kullanılan HAZOP yöntemini veri madenciliği ile daha interaktif bir değerlendirme yöntemine getirmeyi amaçlamıştır. Prabarakan ve diğerleri (2022) çalışmasında, gaz basınç azaltma istasyonlarındaki potansiyel tehlikeleri belirlemek amacıyla HAZOP yöntemini kullanmıştır. Kristianti ve Setiawan (2022) biyodizel şirketlerinde kimyasal tehlikelerin riskini analizini gerçekleştirdiği çalışmasında, HAZOP yöntemini kullanmıştır.

1.5.2.5. Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

Hata Türü ve Etkileri Analizi veya bir diğer adıyla Failure Mode Effect Analysis FMEA, bir üretimde ya da servis sürecindeki potansiyel hataların büyüklüğünü sınıflandırmaya yarayan bir analiz yöntemidir (Yılmaz, 2000: 135). Üretim sürecinde potansiyel hataları tespit ederek olası hataların sürece ne ölçüde etki edeceğini tespit etmeye yarayan bir risk değerlendirmesi yöntemidir (Topaloğlu ve Şahin, 2021: 83).

Akın (2005) çalışmasında, FEMA analizini işyerlerinde özellikle mühendislerin veya yöneticilerin üretim, hizmet alma, tedarik, müşteri memnuniyeti ve beklentilerine karşılık verme sürecinde sıklıkla kullanılan önemli bir yöntem olduğunu belirtmiştir. Analiz sürecinde potansiyel hataların belirlenmesi FMEA yönteminin de proaktif bir yaklaşım sergilediğini göstermektedir. Bu analiz yönteminde takım çalışması gerçekleştirilir ve riskler sınıflandırılarak potansiyel tehditler ortadan kaldırılmaya çalışılır. FMEA yöntemi düzenleyici ve önleyici faaliyetler gerçekleştirilen bir risk analiz yöntemidir (Yorulmaz ve diğerleri, 2022: 297-298).

Hata Türü ve Etkileri Analizi yönteminin uygulanışı yukarıda gösterilmiştir. Aşağıda ise bu yöntemin literatürdeki bazı uygulamaları gösterilmiştir.

Daneshvar ve diğerleri (2020) çalışmasında FMEA yönteminin güvenilirliğini artırmak için bulanık küme teorisi, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Veri Zarflama Analizi (DEA) kombinasyonunu kullanan entegre bir bulanık akıllı FMEA yöntemi sunmuştur. Nie ve diğerleri (2019) çalışmasında, FMEA takım üyelerinin çeşitli görüşleri doğrultusunda Bayes Bulanık Değerlendirme Numarasının kullanıldığı yeni bir FMEA yöntemi tanıtmıştır. Li ve diğerleri (2017) ise mühendislik alanında yaygın

olarak kullanılan FMEA yöntemini değerlendirme sürecinde uzmanların görüşünü daha gerçekçi bir şekilde ifade edebilmeleri için dilbilimsel terimlerin değerlendirme dağılımı şeklinde uygulandığı bir FMEA yöntemi önermiştir. Zandi ve diğerleri (2020) FMEA yönteminin tarımsal alanlarda kullanımını artırmayı amaçladığı çalışmasında, FMEA yönteminin sınırlamalarını ele almak için bulanık bir TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) ile bulanık analitik hiyerarşi süreci kullanmıştır. Wu ve Tang (2020) FMEA yönteminde uzmanlarının değerlendirme esnasında ortaya çıkan belirsizliği gidermek için Dempster–Shafer kanıt teorisinin çerçevesinde yeni bir yöntem tanıtmıştır.

1.5.3. Nicel (Kantitatif) Risk Analiz Yöntemleri

Nicel risk analiz yöntemlerinde risklerin büyüklüğünü tespit etmek için belirli formüller kullanılmaktadır. Aşağıda gösterilmiş formül nicel risk analizinin temel formülü olması dolayısıyla önem arz etmektedir (Özkılıç, 2005: 67).

Risk = Tehditin Gerçekleşme İhtimali * Tehditin Etkisi (1)

Gerçekleştirilen literatür araştırmaları sonucunda aşağıda belirtilen risk analiz yöntemleri ifade edilmiştir.

1.5.3.1. Finne Kinney Risk Analizi

Finne Kinney Risk Analiz Yöntemi ilk olarak G.F. Kinney ve A.D. Wiruth tarafından 1976 tarihli “Emniyet Yönetimi için Pratik Risk Analizi” isimli çalışmada tanıtılmıştır (Kinney ve Wiruth, 1976: 1-21). Finne Kinney yöntemi ile riskler ağırlık oranlarına göre derecelendirilir ve yapılan derecelendirmeler sonucuna göre sürecin öncelikleri tespit edilir. Eğer ortaya çıkan sonuç kabul edilemez düzeyde ise gerekli önlemler alınır veya süreç durdurulur. (Erzurumluoğlu ve diğerleri, 2015: 139).

Fine-Kinney metodunda risk skoru belirleme süreci için üç farklı parametre kullanmıştır. Bu parametrelerin her biri aşağıdaki Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5’te tanımlanmıştır (Kinney ve Wiruth, 1976: 8-10).

Olasılık, bir zarara zaman içerisinde maruz kalma ihtimalidir. Tablo 3’te görülen bu olasılık 0,2 ile 10 arasında bir skor değerine eşittir.

Tablo 3: Olasılık Değeri ve Sınıflandırılması

Kategori	**Değer**
İmkansıza Yakın	0.2
Çok Düşük İhtimal	0.5
Düşük İhtimal	1
Önemli Derecede	3
Güçlü İhtimal	6
Çok Güçlü İhtimal	10

Kaynak: Kinney ve Wiruth, 1976: 8

İstenmeyen bir olayın gerçekleşme sıklığıdır ise frekans olarak adlandırılmaktadır. Tablo 4'te görülen Frekans 0.5 ile 10 arasında bir skor değerine sahiptir.

Tablo 4: Frekans Değeri ve Sınıflandırılması

Kategori	**Değer**
Yılda Bir Veya Birkaç Yılda Bir	0.5
Yılda Bir Veya Birkaç Kez	1
Ayda Bir Veya Birkaç Kez	2
Haftada Bir Veya Birkaç Kez	3
Günde Bir Veya Birkaç Kez	6
Bir Saatte Veya Birkaç Saatte Bir	10

Kaynak: Kinney ve Wiruth, 1976: 8

Meydana gelen zararın insan ya da çevre üzerindeki büyüklüğü ise "şiddet" olarak adlandırılmaktadır. Şiddet, 1 ile 100 arasında bir skor değerine sahip olup, Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5: Şiddet Değeri ve Sınıflandırılması

Kategori	**Değer**
Çok Ölümlü Kaza, Çevresel Felaketler	100
Ölümlü Kaza, Önemli Çevresel Sorunlar	40
Kalıcı Sağlık Sorunları, Kaza Alanı Dışında Çevresel Zarar	15
Tıbbı Müdahale Gerektiren Yaralanma, Kaza Alanında Çevresel Zarar	7
Basit Tıbbi Müdahale Gerektiren Yaralanma, Kaza Alanında Çevresel Zarar	3
Yaralanma Yok, Kaza Alanında Çevresel Zarar	1

Kaynak: Kinney ve Wiruth, 1976: 9

Fine-Kinney analiz yöntemi aşağıdaki gösterilen formüle göre gerçekleştirilmektedir. Bu formülün uygulanmasıyla elde edilen risk skoruna göre 5 ayrı risk seviyesi bulunmaktadır. Tablo 6'da bu seviyeler gösterilmiştir(Çınar ve diğerleri, 2021: 542).

$$\text{Risk (R)} = \text{Olasılık} \times \text{Frekans} \times \text{Şiddet} \quad (2)$$

Tablo 6: Risk Değerlendirme Sonucu

Risk Değeri	**Risk Değerlendirme Sonucu**
400 < R	Kabul Edilemez. Acilen Gerekli Önlemler Alınmalı veya İş Durdurulmalı
200< 400 < R	Çok Büyük Risk. Bir Ay İçerisinde Önlem Alınmalı
70 < R < 200	Büyük Risk. Bir Yıl İçerisinde Önlem Alınmalı
20 < R < 70	Riskli. Duyarlı Olunmalı
R < 20	Düşük Riskli.

Kaynak: Kinney ve Wiruth, 1976: 10

Fine Kinney risk analiz yönteminin uygulanışı yukarıda gösterilmiştir. Aşağıda ise, bu yöntemin literatürdeki bazı uygulamaları gösterilmiştir.

Yilmaz ve Özcan (2019) şantiye alanlarında kullanılan kaldırma araçlarının risk analizi ve sıralamasını uyguladığı çalışmasında, Analitik Hiyerarşi Süreci ve Fine-Kinney yaklaşımının entegrasyonu yöntemini benimsemiştir. Kuleshov ve diğerleri (2021) Bir kazanın sonuçlarının şiddetinin değerlendirilmesini gerçekleştirdiği çalışmasında Fine Kinney metodunu kullanmıştır. Wang W. ve diğerleri (2022) iş sağlığı ve güvenliği risklerini tanımlamak, önlemek ve kontrol etmek için bir risk değerlendirme yöntemi sunmayı amaçladığı çalışmasında, diğer yöntem araçları yanı sıra Fine Kinney yöntemini de kullanmıştır. Ayrıca, çalışmasında, risk önceliklendirme problemine bir çözüm sunmayı amaçlamış ve bu doğrultuda Fine Kinney yöntemini kendisinin belirlemiş olduğu diğer bilimsel yöntemlerle birlikte kullanmıştır.

1.5.3.2. L Tipi Matris

L tipi matris basit prosedürlerde uygulanan, tek bir analistle gerçekleştirilebilen, nicel bir yöntem olup, analiz sürecinde çok az sayıda dokümana ihtiyaç duymaktadır. Basit prosedürlü işlerde uygulanabilir. Takım liderinin tecrübesi arttıkça başarı oranında da artış gözlemlenir (Atabey, 2023). L tipi matris, ABD askeri standardı MIL-STD_882-D olarak da bilinmektedir. Güvenlik gereksinimlerini gidermek amacıyla geliştirilmiş olup, ilgili formül aşağıda gösterilmiştir (DOD, 2000:882D).

RİSK= ETKİ X OLASILIK (3)

Formüllerde yer alan parametrelerin her biri Tablo 7, Tablo 8 ve Tablo 9'da gösterilmiştir. Tablo 7'de görülen olasılık derecelendirilmesi 1 ile 5 arasında bir skor değerine eşittir.

Tablo 7: Olasılık Derecelendirme

Puan	Sonuç	Derecelendirme
1	Çok Küçük	Hemen hemen hiç
2	Küçük	Çok az (yılda bir kez), sadece anormal durumlarda
3	Orta	Az (yılda birkaç kez)
4	Yüksek	Sıklıkla (ayda bir)
5	Çok Yüksek	Çok sıklıkla (haftada bir, her gün)

Kaynak: Koltan ve diğerleri, 2010: 39

Şiddet ile etki aynı manada olup, yukarıda da tanımlandığı gibi insan veya çevre üzerinde ortaya çıkan zararın büyüklüğü olarak adlandırılmaktadır. Şiddet, 1 ile 5 arasında bir skor değerine sahiptir.

Tablo 8: Etki Derecelendirilme

Puan	Sonuç	Derecelendirme
1	Çok Hafif	İş saati kaybı yok. İlk yardım gerektirir.
2	Hafif	İşgücü kaybı ve kalıcı etkisi yok. Ayakta tedavi, ilkyardım gerektirir.
3	Orta	Hafif yaralanma, yatarak tedavi gerektirir.
4	Ciddi	Ciddi yaralanma, uzun süreli tedavi gerektirir, meslek hastalığı.
5	Çok Ciddi	Ölüm, sürekli iş göremezlik.

Kaynak: Koltan ve diğerleri, 2010: 39

Risk skorun matrisinde yer alan risk seviyeleri 5 kategoriye ayrılmıştır. Bu risk seviyeleri Tablo 9'da gösterilmektedir. Yukarıda belirtilen formülün uygulanması sonucu yani şiddet ve olasılığın çarpımından ortaya çıkan sonucun karşılığında ortaya çıkan risk skoruna karşılık gelen değer gösterilmiştir (DOD, 2000:882D).

Tablo 9: Risk Skor Matrisi

Olasılık	1 (Çok Hafif)	2 (Hafif)	3 (Orta)	4 (Ciddi)	5 (Çok Ciddi)
1 (Çok Düşük)	1 (Anlamsız)	2 (Düşük)	3 (Düşük)	4 (Düşük)	5 (Düşük)
2 (Küçük)	2 (Düşük)	4 (Düşük)	6 (Düşük)	8 (Orta)	10 (Orta)
3 (Orta)	3 (Düşük)	6 (Düşük)	9 (Orta)	12 (Orta)	15 (Yüksek)
4 (Yüksek)	4 (Düşük)	8 (Orta)	12 (Orta)	16 (Yüksek)	20 (Yüksek)
5 (Çok Yüksek)	5 (Düşük)	10 (Orta)	15 (Yüksek)	20 (Yüksek)	25 (Tolere Edilemez)

Kaynak: Koltan ve diğerleri, 2010: 39

Tablo 10: Sonucun Kabul Edilebilirlik Değerleri

Sonuç	Eylem
Katlanılamaz Riskler (25)	Belirlenen risk kabul edilebilir bir seviyeye düşürülünceye kadar iş başlatılmamalı, eğer devam eden bir faaliyet varsa derhal durdurulmalıdır. Gerçekleştirilen faaliyetlere rağmen riski düşürmek mümkün olmuyorsa, faaliyet engellenmelidir.
Önemli Riskler (15, 16, 20)	Belirlenen risk azaltılıncaya kadar iş başlatılmamalı eğer devam eden bir faaliyet varsa derhal durdurulmalıdır. Risk işin devam etmesi ile ilgiliyse acil önlem alınmalı ve bu önlemler sonucunda faaliyetin devamına karar verilmelidir.

Orta Düzey Riskler (8, 9, 10, 12)	Belirlenen riskleri düşürmek için faaliyetler başlatılmalıdır. Risk azaltma önlemleri zaman alabilir.
Katlanılabilir Riskler (2, 3, 4, 5, 6)	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için ilave kontrol proseslerine ihtiyaç olmayabilir. Ancak mevcut kontroller sürdürülmeli ve bu kontrollerin sürdürüldüğü denetlenmelidir.
Önemsiz Riskler (1)	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için kontrol prosesleri planlamaya ve gerçekleştirilecek faaliyetlerin kayıtlarını saklamaya gerek olmayabilir.

Kaynak: Koltan ve diğerleri, 2010: 40

Tablo 10'un değerlerine göre risk kabul edilebiliyor ya da edilemiyorsa işi durdurulur ya da alınacak önlemlerin önceliklerine karar verilir.

L Tipi Matris risk analiz yönteminin uygulanışı yukarıda gösterilmiştir. Aşağıda ise bu yöntemin literatürdeki bazı uygulamaları gösterilmiştir.

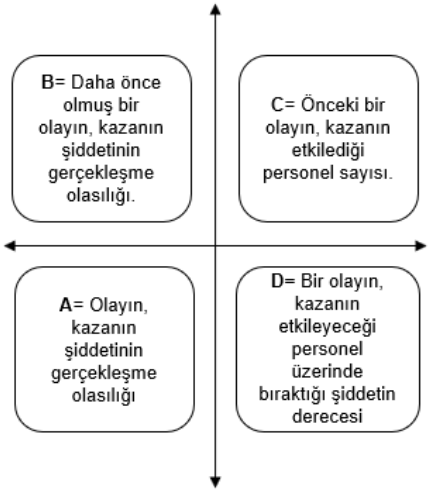
Güfte ve diğerleri (2020) 'in tersanelerin iş sağlığı ve güvenliği risk analizinde kullanmak üzere gerçekçi ve tutarlı bir risk analiz yöntemini oluşturmayı amaçlayan çalışmasında, L tipi risk değerlendirme matrisi AHP yöntemi ile birlikte kullanılmıştır. Usanmaz ve Köse (2020)'in kimyasal laboratuvarda risk analizi gerçekleştirmek istediği çalışmasında, Fine Kinney yöntemi ile birlikte L Tipi (5x5) Matris risk analiz metotları kullanılmıştır. Türk ve Eroğlu (2021) çalışmasında, sağlık kuruluşlarında finansal faaliyetlere ait risklerini değerlendirmeyi amaçladığı çalışmasında, L tipi karar matrisi kullanılmıştır.

1.5.3.3. X Tipi Matris

X tipi matris yöntemi geçiş yıllara ait son 5 yıllık verilerin tekrarlanma sıklığını kullanarak gerçekleştirilir. L tipi matristen farkı ise tecrübeli takım ve takım kaptanlığı liderliğinde yürütülen bu analiz yönteminde potansiyel tehlikelerin ortadan kaldırmanın maliyetleri de araştırma hedeflerinden birisidir (Özkılıç, 2005: 115). X Tipi Matrisi kullanarak risk değerlendirmesi yapılması ile ilgili olarak Tekin ve Erol (2016: 93) çalışmasında analizin gerçekleştirilme yöntemini açıklamıştır. Buna göre; kazanın meydana gelme sıklığını A, geçmişte meydana gelmiş kaza şiddetini B, kazanın etkilediği insan sayısını C, kazada etkilenen insanların üzerinde kalacak olan hasarın büyüklüğü ise D olarak ifade edilmektedir. Elde edilen skor ise bu değerlerin toplamı olduğu şeklinde ifade etmiştir. Risk derecelendirme sürecine ait değişkenler Şekil 4'te gösterilmiştir. Risk matrisi ile elde edilen değerler aşağıdaki formülde yerlerine yerleştirilerek Risk Derecelendirilme Skoru elde edilir (Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri, 2023).

Risk Derecelendirme Skoru = A + B + C + D (4)

Şekil 4: Risk Derecelendirme Süreci Değişkenleri



Kaynak: Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri, 2023

Tablo 11: Şiddet Değerinin Verilmesi

Şiddet	
Birden Fazla Kişinin Hayatını Kaybetmesi	8
Tek Kişinin Hayatını Kaybetmesi	7
Sürekli İş Göremezlik (Erken Emeklilik Gerektiren Yaralanma)	6
Geçici İş Göremezlik (28 Gün İş Kaybı Gerektiren Yaralanma)	5
Ciddi (3 ile 28 Gün İş Kaybı Gerektiren Yaralanma)	4
Orta (3 Güne Kadar İş Kaybı Gerektiren Yaralanma)	3
Minimum (İlk Yardım Gerektiren Yaralanma	2
Önemsiz (Yaralanması Yok)	1

Kaynak: Yurdakoş, 2017: 78

Tablo 12: Olasılık Değerinin Verilmesi

Olasılık	
Günde Bir	8
Haftada Bir	7
Ayda Bir	6
Yılda Birkaç Kere	5
Yılda Bir	4
Her 10 ila 30 Yılda Birkaç Kere	3
Her 10 ila 30 Yılda Bir	2
Rakam verilmeyecek kadar çok ender	1

Kaynak: Yurdakoş, 2017: 78

Tablo 13: Risk Düzeyine Göre Karar ve Eylem

Risk Faktörü (Risk Tahmini)	Risk Tanımı	Gerekli Çalışma	Öncelik
49 – 64	Kabul Edilemez	Ya derhal ek kontrolleri / çalışma planını uygulayın veya çalışmayı durdurun.	5
29 – 48	Yüksek Risk	Çalışma planını/ek kontroller geliştirin ve uygulayın.	4
19 – 28	Orta Risk	Var olan kontrolleri uygulayın ve çalışmayı izleyin.	3
5 – 18	Düşük Risk	Risk değerlendirmeleri kaydedildi. Çalışmayı izleyin.	2
1 – 4	Minimum Risk	Risk değerlendirmeleri kaydedildi. Daha ileri bir çalışmaya gerek yoktur.	1

Kaynak: Yurdakoş, 2017: 79

Bu doğrultuda, Yurdakoş (2017) sağlık alanında gerçekleştirmiş olduğu çalışmasında, risk derecesini şiddet ve olasılığın çarpımı olarak ifade etmiş olup, ilgili değerlendirmeler Tablo 11, Tablo 12 ve Tablo 13'te gösterilmiştir.

$$Risk = Şiddet * Olasılık \quad (5)$$

X Tipi Matris risk analiz yönteminin uygulanışı yukarıda gösterilmiştir. Aşağıda ise bu yöntemin literatürde yer alan uygulamaları gösterilmiştir.

Tekin ve Erol (2016) bir otomotiv sektörü işletmesinin aktif olarak kullandığı toplantı ve seminer salonlarında risk analizi gerçekleştirmeyi amaçladığı çalışmasında, X tipi risk analizi metodu kullanılmıştır. Yurdakoş (2017) sağlık personellerinin, hastaların ve ziyaretçilerin korunmasını olumsuz yönde etkileyen sebepleri tespit ederek risklerin en aza indirmeyi amaçladığı çalışmasında X tipi risk analiz metodunu kullanmıştır.

1.5.4. Hem Nicel (Kantitatif) hem de Nitel (Kalitatif) Risk Analiz Yöntemleri

Gerçekleştirilen literatür araştırmaları sonucunda Hem Nicel (Kantitatif) hem de Nitel (Kalitatif) özellik gösteren risk analiz yöntemlerinin olduğu tespit edilmiş olup, aşağıda belirtilen risk analiz yöntemleri ifade gösterilmiştir.

1.5.4.1. Hata Ağacı Analizi (FTA) Risk Analiz Yöntemi

Hata Ağacı Analizi veya bir diğer adı Fault Tree Analysis (FTA) 1961 yılında (Mauri, 2000: 33) tarafından füze sistemlerinin güvenlik analizi amacıyla Bell laboratuvarlarında geliştirilmiştir. Hata Ağacı Analizi, süreç içerisindeki tüm hataların tespit edildiği bir yöntem olup, aynı zamanda sistem içerisindeki tüm olası tehditlerin tanımlandığı, sistematik bir yöntemdir (Özkılıç, 2005: 125-126). Hata ağacı analizinin önceliği, oluşturulan hata ağacı vasıtasıyla tepe olayı belirlemektir. Bu tepe olaydan kasıt, gerçekleşmesi arzulanmayan kaza veya kayıplardır. Tepe olaydan sonra ise mantık kurallarına dayalı, nedensellik ilişkisi içerisinde tepe olayın nedenleri belirlenerek alt olaylar tanımlanır ve sistem bu şekilde alt dallara yayılır. (Ak ve Zorluer, 2022: 12826).

Hata Ağacı Analizi (FTA) yöntemi tanıtılmış olup, aşağıda ise bu yöntemin literatürdeki bazı uygulamaları gösterilmiştir.

Seong ve diğerleri (2012) çalışmasında Kore'de faaliyet gösteren hidrojen istasyonunun güvenlik analizini gerçekleştirmeyi amaçlamıştır. Değerlendirme sürecinde FMEA, HAZOP ve FTA analiz yöntemlerini kullanmıştır. Jaise ve diğerleri (2013: 78) bir güç sisteminin güvenilirliğini değerlendirmeyi amaçladığı çalışmasında, FTA yöntemini kullanmıştır. Lin ve diğerleri (2014) bir denizaltı boru hattı mühendislik projesi süreciyle ilgili risk değerlendirmesini gerçekleştirmiştir. Araştırmacı bu çalışmasında, Gelişmiş FTA olarak adlandırdığı analiz yöntemini önermiştir. Liang ve diğerleri (2017), yük kaldırmada kullanılan vinçler ile ilgili kapsamlı bir risk ve güvenilirlik değerlendirmesi gerçekleştirdiği çalışmasında, analizin FTA, bulanık küme teorisi, Bayes ağı ve Markov Zinciri yöntemi ile entegre edilerek yapılmasını önermiştir.

1.5.4.2. Olay Ağacı Analizi (ETA) Risk Analiz Yöntemi

Olay ağacı analizi veya bir diğer adı Event Tree Analysis (ETA), olayların gerçekleşme aralığını tespit ederek potansiyel tehlikeleri tespit etmeyi amaçlayan bir yöntemdir (Karadal ve Ova, 2020: 90). Bu analiz yönteminde öncelikli olarak olay belirlenir ve bu olayın meydana getirdiği sonuçlar tanımlanarak risk düzeyi minimuma indirilir. Hem nice hem de nitel yöntemlerdendir. Hata ağacı analiz yönteminden farklı yönleri olup, tümevarım mantığını kullanmaktadır (Akbağ ve Çetinyokuş, 2021: 466). Hata ağacı analiz yöntemi ile benzerliği ise, nedensellik faktörleri belirlenerek

olayların kurgusu oluşturulur ve bu doğrultuda çözümlemeler tespit edilir (Akpınar ve Çakmakkaya, 2014: 279).

Olay Ağacı Analizi (ETA) yöntemi tanıtılmış olup, aşağıda ise bu yöntemin literatürdeki bazı uygulamaları gösterilmiştir.

Karadal ve Ova (2020) çalışmasında, et ürünleri işleme ve üretimi gerçekleştiren bir tesisteki çiğ et depolama, kıyma haline getirme süreçlerinde gıda güvenliğini sağlamaya yönelik bir risk değerlendirmesi oluşturmuştur. Bu süreçte birden fazla risk değerlendirme yöntemini kullandığı çalışmasında; kontrol listesi kullanarak birincil risk analizi ve olay ağacı analizi yanı sıra risk değerlendirme matrisi tehlike ve işletilebilmesi gibi yöntemlerden yararlanmıştır. Kumpun ve Ketsakorn, (2022) endüstriyel tesislerde formaldehit maruziyetinin riskini değerlendirmeyi amaçladığı çalışmasında, analiz sürecinde Olay Ağacı Analizi ve analitik hiyerarşi sürecini entegre etmeyi amaçlamıştır. Yordanova (2021) çalışmasında, elektrik gibi tehlikeli bir olayın maruz kalma ve oluşma olasılığının belirlenmesi gereken durumlarda Olay Ağacı Analizi yönteminin kullanılmasını önermiştir.

1.5.4.3. Neden-Sonuç (Balık Kılçığı) Analizi

Kaza veya kayıpların hangi nedenlerden ötürü meydana geldiğini belirlemeyi amaçlayan Neden Sonuç Analizi bir diğer adı olan balık kılçığa benzemesinden dolayı bu şekilde de adlandırılır. (Multinetup, 2023). Balık Kılçığı analizi, Hata Ağacı Analizi ile Olay Ağacı Analizi ile benzerlik göstermektedir yani ikisinin karşımı bir yöntemdir. Daha önce bu yöntemlerin tümevarım mantığını kullanırken tümden gelim mantığını kullandığını belirtmiştik. İşte bu yöntem, olay örgüsü içerisindeki istenmeyen olayların neden sonuç ilişkisini bu mantıklar üzerine kurmaktadır. Risk derecesi belirlenmesi neden sonuç diyagramından yapılabilmektedir. Ayrıca bu diyagramdan olayların ve sonuçların olasılıkları da belirlenebilir (Özkılıç, 2005: 152-153).

Neden-Sonuç (Balık Kılçığı) Analizi tanıtılmış olup, aşağıda ise bu yöntemin literatürdeki bazı uygulamaları gösterilmiştir.

Liu ve diğerleri (2022) çalışmasında, hastane tıbbi ekipman dağıtım merkezindeki tıbbi ekipman yönetiminin etkisini artırmada balık kılçığı diyagramı analiz yöntemini kullanmıştır. Atalay ve Kılıç (2015), işletmelerde kullanılan vinçlerden kaynaklı kazaları önlenmeye yönelik gerçekleştirmiş olduğu çalışmasında, neden sonuç analizi bir diğer adıyla balık kılçığı analizini kullanarak kazaların olası nedenlerini ve alınabilecek önlemleri tespit etmeyi amaçlamıştır. Ölmez ve diğerleri

(2021) COVID-19 salgını döneminde gerçekleştirmiş olduğu çalışmasında, hastalığa yakalanmamak için alınması gereken önlemleri tespit etmeyi amaçlamıştır. Bu doğrultuda, balık kılçığı veya neden sonuç analizi olarak ta adlandırılan risk değerlendirme metodunu kullanmıştır. Arvanitoyannis ve Varzakas (2008) çalışmasında, çeşitli risk analiz yöntemlerini kullanarak somon üretiminin risk değerlendirmesini gerçekleştirdiği çalışmasında, Kritik Kontrol Noktaları, neden ve sonuç diyagramında tanımlamıştır.

1.5.5. Denizcilikte Kullanılan Risk Analiz Yöntemleri

Risk analizi çalışmaları, gemilerin operasyonlarını emniyetli bir şekilde yürütmeleri ve emniyetli bir ortamın oluşması için yardımcı olmaktadır. Bu alanda yapılan birçok risk analizi çalışmaların amacı, denizde emniyeti sağlamak, yaralanma veya can kaybını önlemek ve riskin mala veya çevreye verebileceği zararları önlemek veya en aza indirmektir (Çınar ve diğerleri, 2021: 538).

Bu motivasyonla, deniz taşımacılığı alanında gerçekleştirilmiş risk analiz çalışmalarına yönelik derin literatür araştırması gerçekleştirilmiş ve bu alanda yukarıda tanıtılan genel risk analiz yöntemleri dahil olmak üzere çok sayıda risk analizi yöntemleri kullanılarak yürütülen çalışmalara rastlanılmıştır. Aşağıda denizcilik alanına özel Çevresel Stres, IALA Waterway Risk Assessment Program (IWRAP) ve Formal Safety Assessment (FSA) risk değerlendirme yöntemleri tanıtılmıştır.

Bunun yanı sıra, gerçekleştirilen risk analiz çalışmalarının; Seyir ve Deniz Kazaları, Deniz Trafiği ve Gemi Manevraları alanlarında yoğunlaştığı kanaatine varılmıştır. Bu doğrultuda, yapılan literatür araştırması sonucunda elde edilen çalışmalar belirtilen başlıklar altında sınıflandırılarak sunulmuştur.

1.5.5.1. Çevresel Stres (ES) Modeli

Çevresel Stres Modeli yani bir diğer adı Environmental Stress (ES) Model operasyon esnasındaki gemilerin çevresindeki ona tehdit oluşturabilecek çevresel gerilimleri ölçümleyip, bu tehditlerin ne ölçüde manevra operasyonunu etkileyeceğini gösteren, risklerin kabul edilebilirlik seviyesini belirleyen bir modeldir. Inoue tarafından geliştirilen bu modele, gemi manevra risklerini değerlendirmelerde sıkça başvurulmaktadır. Aydoğdu (2006: 42) ise Çevresel Stres modelini, topografik ve trafik ortamlarının denizciye uyguladığı stresin derecesini ölçümleyen nicel bir model olarak

tanımlamıştır. Modelde zorluk endeksleri kullanılmış olup, operasyon süreci içerisinde anlık olarak bulunulan ortamın gerginliği yani stresi gözlemlenebilmektedir. Model içerisinde kabul edilen stres kriterleri de bulunmaktadır ve bunların her biri tanımlanmıştır. ES modeli aşağıdaki üç bölümden oluşmaktadır.

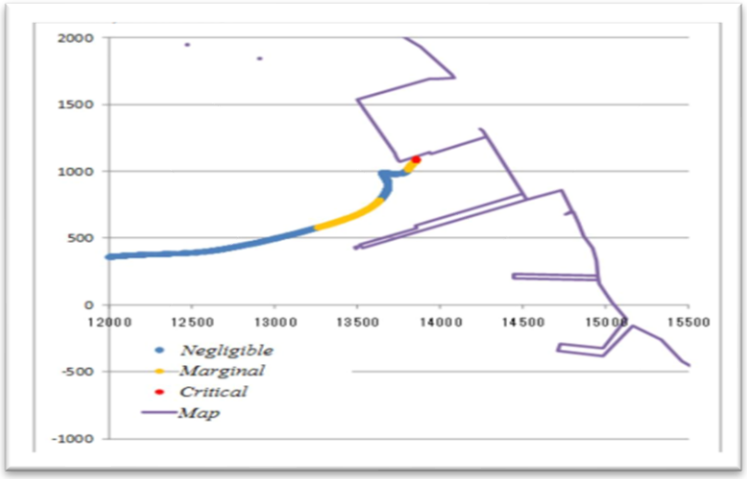
(i) Manevra için mevcut su alanının sınırlandırılmasından kaynaklanan gemiyi idare etme güçlüğünün değerlendirilmesi. Topografik kısıtlamalar nedeniyle denizciye uygulanan stresin derecesini (ESL değeri) ifade eden niceliksel bir endeks, herhangi bir engelle çarpışma süresi Time to Collision (TTC) temel alınarak hesaplanır.

(ii) Çatışmayı önleme manevraları yapma özgürlüğüne ilişkin kısıtlamalardan kaynaklanan gemi elleçleme zorluğunun değerlendirilmesi. Trafik sıkışıklığının denizciye uyguladığı stresin derecesini (ESS değeri) ifade eden niceliksel bir endeks, diğer gemilerle çarpışma süresi Time to Collision (TTC) temel alınarak hesaplanır.

(iii) Stres değerinin (ESA değeri), ESL değeri ile ESS değerinin üst üste bindirilmesiyle türediği hem topografik hem de trafik ortamlarının zorladığı gemi elleçleme zorluğunun toplu değerlendirmesi.

ESL değeri ve ESS değerinin ilgili hesaplamalarında, ortak bir indeks kullanılmış ve aynı algoritma, dar su yollarında diğer gemilerle karşılaşmalarda yaşanan gemi elleçleme zorluğunun eş zamanlı toplu değerlendirmelerini gerçekleştirmek için tanıtılmıştır (K. Inoue, 2000: 168). Şekil 5'te ES modelin manevra zorluk seviyesini renkli olarak gösterdiği bir uygulama örneği gösterilmiştir.

Şekil 5: Es Model Manevra Zorluk Seviyesi Örneği



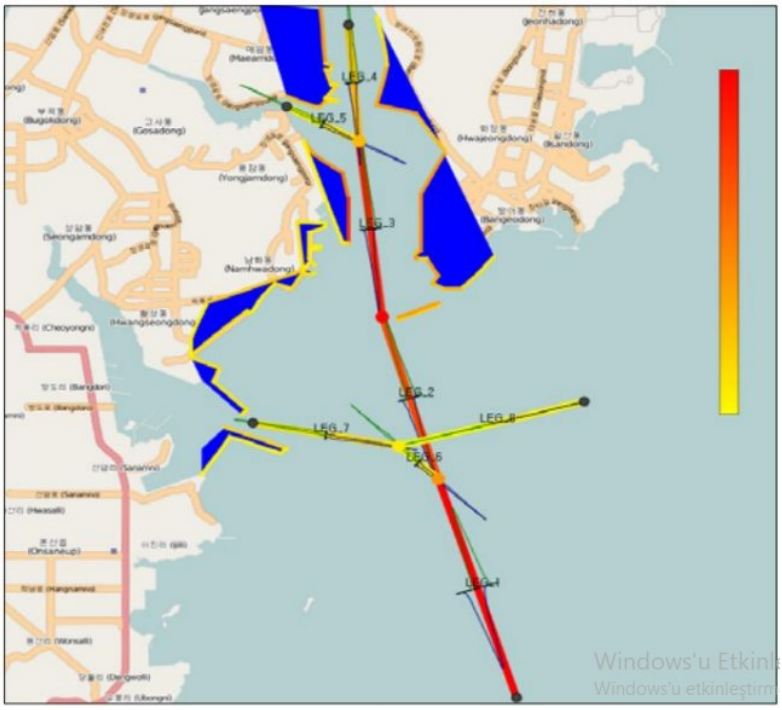
Kaynak: Yücel ve Yurtören, 2019: 261

1.5.5.2 IWRAP (IALA Waterway Risk Assessment Program) Modeli

IWRAP (IALA Waterway Risk Assessment Program), IALA tarafından geliştirilen IMO onaylı bir risk değerlendirme metodudur. Yıllık olarak elde edilen çatma ve çatışma ve karaya oturma kazaları istatistiklerini kullanarak bilgilendirmeler yapmaktadır (O. A. Şahin, 2015: 63). IWRAP, denizcilik risk değerlendirmesi için yararlı bir modelleme aracıdır. IWRAP'ı kullanarak, trafik hacmi/bileşimi, rota geometrisi ve batimetri hakkındaki bilgilere dayanarak belirli bir su yolundaki çarpışma ve karaya oturma sıklığını tahminini sağlar. Ayrıca IWRAP aracılığı ile Deniz yollarındaki gemi hareketlerini simüle edebilir, farklı kaza türlerini (çatma, karaya oturma v.b.) modelleyebilir. Bunun yanı sıra, Potansiyel kazaların frekansını ve sonuçlarını değerlendirir ve çeşitli senaryolarda risk değerlendirmesi gerçekleştirilebilir (IMO, 2023).

Şekil 6'da IWRAP Ulsan limanında uygulanan IWRAP sonuçlarına yönelik bir uygulama örneği gösterilmiştir.

Şekil 6: Ulsan Limanında Gerçekleştirilen IWRAP Uygulaması Örneği



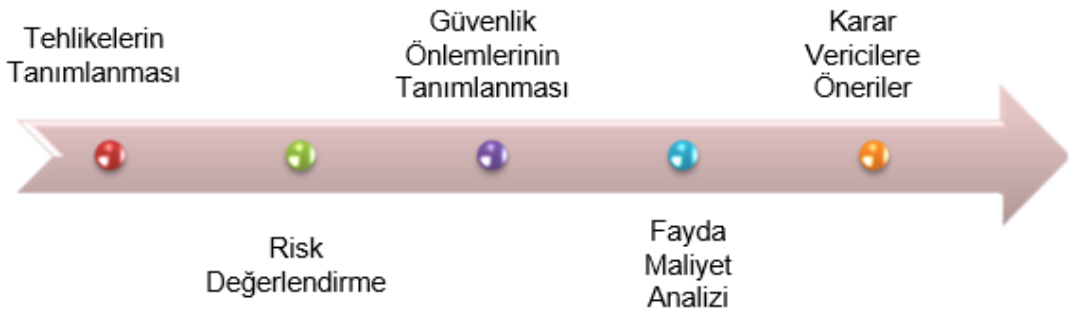
Kaynak: Kim ve diğerleri, 2011: 283

1.5.5.3 Formal Safety Assesment (FSA)

Formal Safety Assessment (FSA), 1988 yılında 167 kişinin hayatını kaybetmesiyle sonuçlanan Piper Alpha felaketi sonrasında IMO tarafından geliştirilen bir risk değerlendirme sürecidir. IMO kural oluşturma sürecinde kullanılan FSA Kılavuzları (MSC/Circ.1023/MEPC/Circ.392) 2002'de onaylanmıştır. Kılavuzlar daha sonra MSC/Circ.1180-MEPC/Circ.474MSC ve MEPC.2/Circ.5 tarafından değiştirilmiştir. Yukarıdaki Kılavuzların yerini artık MSC-MEPC.2/Circ.12/Rev.2 almıştır. FSA, yöntemi maliyet fayda yöntemini kullanarak yaşamın, sağlığın, deniz yaşam alanlarının korunması da dahil olmak üzere denizlerin emniyetini arttırmayı amaçlayan yapılandırılmış ve sistematik bir yöntemdir. FSA, çeşitli teknik ve operasyonel konular arasında bir denge sağlamak amacıyla, deniz güvenliği ve deniz ortamının korunmasına yönelik yeni düzenlemelerin değerlendirilmesine veya mevcut ve muhtemelen iyileştirilmiş düzenlemeler arasında karşılaştırma yapılmasına yardımcı olacak bir araç olarak kullanılabilir (IMO, 2018).

FSA IMO tarafından tavsiye edilen nicel bir risk değerlendirmesi olup, meydana gelebilecek insan veya teknik hatalardan kaynaklı maddi veya manevi kayıpların önlenmesi amacıyla alınabilecek önlemlerin maliyet fayda analizini gerçekleştirir. Bu analizi beş temel adımda gerçekleştirir. Öncelikli olarak istenmeyen olaylara neden olacak potansiyel tehlikeler tanımlanır. Tehlikenin tanımı gerçekleştirildikten sonra oluşabilecek kayıpların düzeyini belirlemek amacıyla risk değerlendirmesi gerçekleştirilir. Risk değerlendirme sonucundan sonra ise risklerin düzeyini indirmek amacıyla alınacak önlemlerin maliyeti ve bu önlemlerin sağlayacağı yararı tespit etmek amacıyla bir maliyet fayda analizi gerçekleştirilir. Son aşamada ise maliyet fayda analizi sonuçlarına göre kurum veya takım yöneticileri tarafından işin gerçekleştirilme süreci ile ilgili bir karara varılır (Acar, 2007: 25-30). FSA yönetimine ait aşamalar Şekil 7’de gösterilmiştir.

Şekil 7: FSA Yönetiminde Aşamalar



Kaynak: Görçün, 2012: 55

1.5.5.4. Seyir ve Deniz Kazalarına Yönelik Risk Analizleri

Denizcilikte istenmeyen olayların başında gelen deniz kazalarının önlenmesi amacıyla gerçekleştirilen araştırmalar literatürde ilgi görmektedirler. Bu bağlamda, seyir esnasında meydana gelen deniz kazalarına yönelik çalışmalar aşağıda sunulmuştur.

Öncelikli olarak Bulanık AHP yöntemi risk analiz çalışmalarında göze çarpmıştır. Buna göre; Kuzey Buz Denizi'nin seyir risk faktörleri tanımlanmış olduğu çalışmasında Sahin ve Kum (2015: 247-248), uzman görüşmeleri sürecinde Geliştirilmiş Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (IF-AHP) yöntemini kullanmış ve her bir riskin sayısal ağırlıklarını elde etmiştir. Böylelikle her bir riskin sayısal olasılık seviyesinin belirlenmesi amaçlamıştır. Elde edilen sonuçlar MATLAP yazılımı ile çalıştırılmış, risk seviyeleri arasında yüksek bir uyum olduğu tespit etmiştir. Öte yandan Ekici (2018) çalışmasında, iç su yollarındaki dinamik seyir risklerinin büyüklüğünü belirlemeyi amaçladığı çalışmasında Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemini kullanmıştır. Çalışmada, uzman görüşleri doğrultusunda risk faktörleri belirlenmiş ve oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerinde bu risk faktörlerinin sıralanması istenmiştir. Yapılan analizler sonucunda elde edilen sonuçlara göre, iç sularda karaya oturma ve çatışma kazalarında literatürde sıkça yer alan faktörler dışında sanılanın aksine birtakım faktörlerin önemli ölçüde karaya oturma ve çatışmaya neden olduğunu sonucuna varılmıştır. AHP yönteminin kullanıldığı bir başka çalışmada ise T. Inoue ve diğerleri (2011) Japonya'nın Hanshin Liman sahasındaki, seyir rotaları ve gemi elleçleme riski değerlendirmiş, ilk olarak her rıhtımın zorluk derecesini AHP yöntemi ile değerlendirmiştir. İkinci olarak, liman girişinden rıhtıma kadar olan seyir rotalarının zorlukları AHP yöntemi ile

değerlendirilmiştir. Son olarak, gemi elleçleme risklerini AHP yöntemi ile hesaplamıştır.

Risk analiz çalışmalarında Hata Ağacı analiz metodu da kullanılmıştır. Buna göre, Uğurlu ve diğerleri (2015) çalışmasında, petrol tankerlerinde en sık görülen çatışma ve karaya oturma kazalarının kaza nedenlerini ve önemini ortaya koymayı amaçlamıştır. Öncelikle çatışma ve karaya oturma kazalarına neden olan potansiyel problemler araştırılmış, ikinci olarak Hata Ağacı Analiz yöntemi ile kazaların meydana gelme durumları nedensel faktörlerle gösterilmiş ve son olarak da kazaların önem derecesi tespit edilmiştir. Çatışma ve karaya oturma kazalarının meydana gelmesindeki ana etken insan hatası olduğu sonucuna varılmıştır. Senol ve Sahin (2016) ise bu yöntemi daha kapsamlı hale getirdiği çalışmasında, Bulanık Hata Ağacı (FFTA) Analiz modeli önermiştir. Radar, Köprüüstü Gözetleme sistemleri gibi sensörlerden elde edilen veriler birer risk olarak değerlendirmiş ve FFTA yöntemi ile bu riskler analiz edilerek karaya oturma ve çatışma kazalarının önlenmesini amaçlamıştır. Önerilen modelin sadece denizcilik alanında değil tüm alanlarda başarılı olduğu, ilave sensörler eklenerek deniz kirliliği ve makine arızalarının da önlene bileceği soncuna varılmıştır. Ayrıca, B. Şahin (2015) aynı yöntemin yanı sıra Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi IF-AHP yönteminin kullanıldığı çalışmasında, buz seyrüseferinin risk faktörleri tanımlanmış ve uzman görüşmeleri yapıldıktan sonra Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (IF-AHP) yöntemi kullanılarak her bir riskin sayısal ağırlıkları elde etmiştir. Çalışmanın devamında ise; Bulanık Hata Ağacı Analizi (FFTA) algoritmasını kullanarak kutuplarda meydana gelen gemi hasarlarının ve deniz kazalarının en aza indirilmesini amaçlamıştır. Sonuç bölümünde ise, elde edilen 6 risk faktörüne ait analizleri değerlendirmiştir

Yukarıda tanımlanan IWRAP ve Environmental Stress Model de risk analiz çalışmalarında çokça faydalanılmaktadır. Birer örnek vermek gerekirse; Khaled ve Kawamura (2015) denizcilik risk değerlendirme modellemesi için yazılım olan IWRAP kullanılarak çözülen çatışma sıklığı hesaplama modelleri oluşturularak Bangladeş'teki bir limanın çatışma riski analizini gerçekleştirmiştir. Çalışmada, tüm çatışma faktörlerini "İnsan hatası", "Teknik hata" ve "Çevresel faktör" olmak üzere üç bölümde birleştirilmiştir. Ayrıca araştırmacılar tarafından liman için Nedensellik Olasılığını tahmin etmek için bir Bayesian Belief Model (BBN) modeli geliştirilmiştir. Çalışmada AIS (Automatic Identification System) verilerinin trafik dağılımı, trafik hacmi vb. bulmak için kullanılması ve BBN düğümleri için nicel verilerin elde edilmesi daha iyi IWRAP sonuçları sağlayacağı sonucuna ulaşılmıştır. Yoo ve Lee (2019) ise gemilerin

seyir güvenliğini amaçladığı çalışmasında, Kore'de Environmental Stress (ES) modeline dayalı deniz trafik akışı değerlendirmeleri yürütmüştür. Çalışmada ES model ile mevcut gemi alanını CPA' ya taşıyan Collision Risk (Co RI) modeli karşılaştırılmıştır. Sonuçların, rota değişikliği ve hız değişiklikleri gibi çatışmadan kaçınma eyleminden kaynaklanan riskleri hassas bir şekilde yansıttığından, Co RI modelinin ES modelinden daha iyi bir risk değerlendirme yöntemi olduğunu gösterdiğini ifade etmiştir.

Son olarak, farklı yöntem kullanılan çalışmalara ve denizcilik alanında kullanılan risk analiz yöntemlerine yönelik yaklaşımların incelendiği çalışmalara da rastlanılmıştır. Buna göre; Gug ve diğerleri (2014) ise daha farklı bir yöntem olan gaz modelini kullandığı çalışmasında, liman sahası ve girişinde çatışma riskini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Araştırmada çarpışma riski gaz modeline dayalı olarak modellenmiştir. Çalışmada AIS verilerinden elde edilen verilerin kullanılması dolayısıyla gemi dışındaki faktörlere yer verilmemiştir. Hesaplamalarda çatışma riski, geminin hızı, geometrik çatışma çapı, gemi boyutunun çapı ve gemi pruvaları gibi bilgiler kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda risk oranını yüksek veya düşük olarak göstermekte olup, model her hücredeki risk seviyesini belirlenmiştir. Goerlandt ve Montewka (2015) ise çalışmasında, deniz taşımacılığı uygulama alanındaki risk tanımları, risk analizi bilimine bakış açıları ve yaklaşımların bir incelemesini gerçekleştirmiştir. Araştırma yöntemi olarak, risk tanımlarının sınıflandırılması, risk ölçüm araçlarına genel bakış ve analize duyulan güvene ilişkin bilgilerin iletilmesi için araçlar ve risk analizine bilimsel yaklaşımların sınıflandırılmasını kullanmıştır. Sonuç bölümünde, ilk olarak, birçok uygulama risk analizi için bilimsel yöntemle ilgili temel konular hakkında netlikten yoksun olduğunu tespit edilmiştir. İkinci olarak ise, risk analizinde tanımlar çoğunlukla olasılıklara dayanır, ancak uygulamaların az bir kısmı olasılık veya belirsizliğe dayalı tanımlar kullanır sonucuna ulaşmıştır.

1.5.5.5. Deniz Trafiğine Yönelik Risk Analizleri

Denizcilikte istenmeyen olayların başında gelen deniz kazalarının önlenmesi amacıyla gerçekleştirilen araştırmalar literatürde ilgi görmektedirler. Bu bağlamda, deniz trafiğine yönelik risk analizi çalışmaları aşağıda sunulmuştur.

Deniz trafiğine yönelik yapılan risk analiz çalışmalarında öncelikli olarak ES Model ve IWRAP yönteminin kullanım sıklığı göze çarpmıştır. Bu çalışmaların bazılarını inceleyecek olursak, Kim ve diğerleri (2011) çalışmasında, Kore'de bulunan

Ulsan Limanındaki veriler doğrultusunda IWRAP (IALA Waterway Risk Assessment Program) ve ES (Environmental Stress) Modeli arasındaki karşılaştırma analizini gerçekleştirmiştir ve elde edilen sonuçları değerlendirmiştir. ES modelin IWRAP' tan daha fazla risk bilinci yüksek olduğu fakat her ikisinin de deniz kazalarında aynı etkinliğe sahip olduğunu belirtmiştir. Yücel ve Yurtören (2019) ilgili projelerde kullanılmak üzere, ES Modeli ve bulanık mantık yöntemi kullanılarak risk faktörlerini ve ağırlıklarını belirleyerek riskin sönümlenmesi için alınması gereken önlemleri belirlemeyi amaçlamıştır.

IWRAP ve ES Modelin hibrit olarak kullanıldığı çalışmalarda bulunmaktadır. Örnek vermek gerekirse; Park ve diğerleri (2019)' in gerçekleştirdiği çalışmanın amacı, deniz trafiği değerlendirme endeksini kullanarak Busan Kuzey Limanı'ndaki gezi gemisi operasyonlarının risk ve olasılığını değerlendirmektir. Bu amaçla, Busan Kuzey Limanı'nın liman durumu, deniz kazaları ve trafik akışını incelemiştir. Çalışmada; analizi gerçekleştirmek için Es Model ve IWRAP gibi denizcilik risk değerlendirme endeksleri kullanılmıştır. Öte yandan Park ve diğerleri (2013) çalışmasında, ES modeline alternatif olarak AIS verilerini kullanan PARK (Potansiyel Risk Değerlendirme) yöntemini önermiştir. PARK (Potansiyel Risk Değerlendirmesi) yöntemi ile Busan Limanı suyolu riskini etkin bir şekilde değerlendirilebileceğini belirtmiştir. Bunun yanı sıra, Otoi ve diğerleri (2016)'de böyle bir amaca sahip olduğu çalışmasında, Kenya'da bulunan Mombasa Limanına yaklaşan gemilerin IWRAP, Çevresel Stres (ES) modeli ve PARK kullanılarak bir deniz trafiği risk değerlendirmesini gerçekleştirmiştir. Sonuç bölümünde ise, IWRAP, Çevresel Stres (ES) modeli ve PARK yöntemiyle elde edilen veriler yorumlamıştır.

IWRAP yöntemi ile ilgili yapılan çalışmaların bazıları ise şu şekildedir. O. A. Şahin (2015) çalışmasında, IALA (International Association of Lighthouse Authorities)'nın tavsiyesi doğrultusunda IMO (International Maritime Organization)'nun onayladığı deniz trafiği risk analizi metodu olan IWRAP modelini kullanmıştır. Bu doğrultuda Türkiye'de yer önemli doğal limanlarından İzmit Körfezinde meydana gelen karaya oturma ve çatışma kazalarına yönelik bir çalışma gerçekleştirmiştir.

Yukarıdaki yöntemler dışında Bulanık AHP yöntemi de deniz trafiği risk analiz çalışmalarının ilgi alanındadır. Buna göre, Bayar (2010) çalışmasında, İstanbul Boğazında meydana gelen geçmiş tarihli deniz kazaları ve bu kazaların nedenleri ve bundan sonra tekrar yaşanmaması için alınması gereken önlemleri belirlemeyi amaçlamıştır. Bu doğrultuda Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (fuzzy-AHP) ve Hata

Türleri ve Etki Analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre meydana gelebilecek bir deniz kazası ve olası çevre felaketlerinin önlenmesi için alınması gereken önlemler belirlenmiştir.

1.5.5.6. Gemi Manevra Sürecinde Kullanılan Risk Analiz Yöntemleri

Denizcilikte istenmeyen olayların başında gelen deniz kazalarının önlenmesi amacıyla gerçekleştirilen araştırmalar literatürde ilgi görmektedirler. Bu bağlamda, gemi manevralarına yönelik risk analizi çalışmaları aşağıda sunulmuştur.

Nas ve Zorba (2011) matris yöntemini kullandığı çalışmasında İzmir Alsancak Limanı sahasındaki gemi manevralarından kaynaklanabilecek tehlikeler tanımlanıp risk değerlendirmelerini gerçekleştirmiştir. Çalışmada tanımlanan her bir tehlike (Yanaşan gemiye yaslanma / Rıhtıma sert şekilde yaslama / Çatışma ve Oturma) kılavuz kaptanların ortak görüşü olarak tespit edilmiştir. Liman sahasındaki her bir rıhtım, iskele özelinde yukarıda belirlenmiş olan tehlikelerin meydana gelme olasılığı tespit edilmiştir. Devamında ise daha önceden tespit edilen bu tehlikelerin ve meydana gelme olasılıklarını kullanarak bir risk matrisi oluşturulmuştur. Böylelikle kabul edilemez düzeydeki risk faktörleri için alınması gereken risk düşürücü tedbirler önerilmiştir. Ayrıca Nas (2008) aynı konu ile alakalı bir diğer çalışmasında, kılavuzluk ve römorkaj hizmetlerini en etkin ve emniyetli şekilde yerine getirmeyi amaçlamış olup, “Gemi Manevrasının Tehditlerinin Belirlenmesi” başlıklı değerlendirme tabloları ile Risk değerlendirme çalışmasını gerçekleştirmiştir. Elde edilen uzman görüşmeleri ile birlikte her iskele için tespit edilen tehditlerin kaynaklarını belirleyerek emniyeti arttıracak önlemlerin alınması gerektiği sonucuna ulaşmıştır.

Çınar ve diğerleri (2021) ise gemi manevraları risk analizine yönelik iki ayrı çalışma gerçekleştirmiş ve her ikisinde de bulanık Finne Kinney yöntemini kullanmıştır. Bunlardan ilk olarak; (Çınar, 2020: 125-126) çalışmasında, liman sahasında manevra yapan gemilerin risk analizinin yapılabilmesi amacıyla bir risk analizi modeli oluşturmayı amaçlamaktadır. Çalışmada risk analizi olarak Fine-Kinney ve Fuzzy Fine-Kinney yöntemlerini kullanmıştır. Uzmanlarla yapılan değerlendirmeler sonucunda her iki yöntemin risk düzeyleri karşılaştırıldığında, benzer ve tutarlı sonuçlar verdiğini ancak Fuzzy Fine Kinney Metodunun Fine Kinney Metoduna göre daha yüksek risk puanının olduğunu ve daha net sonuçlar verdiği sonucuna ulaşmıştır. Araştırmacı ikinci çalışmasında ise gemi manevralarında kullanılmak üzere bir risk analiz modeli oluşturmak ve hangi gemilerin bir limanda manevra yapmaya

uygun olduğunu ve geminin hangi çevre koşullarında manevra yapabileceğini belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırmacı bu çalışmada risk analizi metodolojisi olarak Fuzzy Fine-Kinney yöntemini kullanmıştır. Çalışmada, çeşitli çevre koşulları dikkate alınarak oluşturulan senaryolarda tam fonksiyonlu gemi köprüüstü simülatörü kullanılmış ve İstanbul'da bir limanda bir iskelede önceden belirlenmiş bir gemiye sahip kaptanlar tarafından yanaşma manevraları gerçekleştirilmiştir. Her manevranın bitiminden sonra uzman görüşleri alınmıştır. Çalışmada uygulanan risk analizi yönteminden elde edilen sonuçlara göre hangi gemilerin hangi özelliklere sahip ve hangi çevre koşullarında manevra yapmaya uygun olduğu belirlenmiştir. Bu modelleme raporu ile hangi gemilerin bir limanda manevra yapmaya uygun olduğu ve hangi çevre koşullarında geminin manevra yapabileceği belirlenmiştir. Ayrıca literatürde çokça kullanılan “ES Modeli” öncü model olmak üzere “PARK Modeli”, “IWRAP Modeli” ve “Risk Matris Modeli” ne alternatif olarak yeni bir yöntem kullanılmıştır.

Gucma (2004), farklı türdeki kazalara göre kullanılabilecek analiz yöntemlerini belirlemeyi amaçladığı çalışmasında, kısıtlı su alanlarından gemi geçişine ilişkin genel bir güvenlik modeli oluşturmayı amaçlamıştır. Bu model, iki yaygın kaza türüne ait veriler Monte Carlo, Poisson Süreci ve Markov Zinciri yöntemleri kullanılarak analiz etmiştir. Bu tür kazalar şunlardadır: Geminin manevra alanının yatay sınırlarını aşması durumunda meydana gelen kazalar ve yetersiz su derinliğini nedeniyle bir geminin karaya oturması sonucu meydana gelen kazalardır. Çalışmanın sonucunda, Poisson süreci ile Monte Carlo yöntemi, birinci tür kazaların risk analizi için en uygun yöntemi olduğu Monte Carlo yönteminin ise ikinci tür kazaların risk analizi için uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

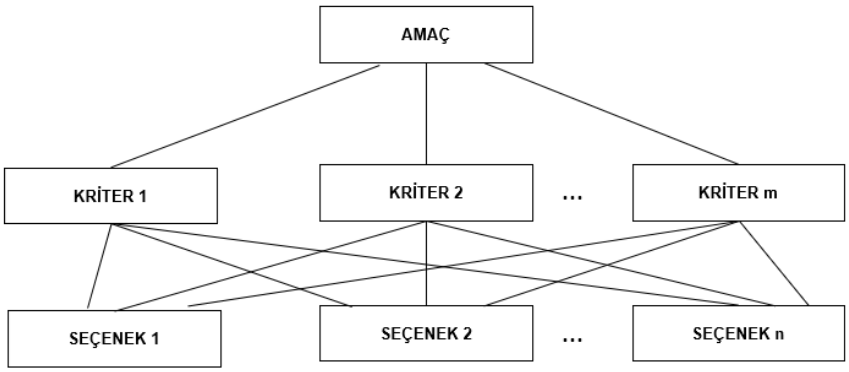
ES modeli risk analiz çalışmalarında tercih edilen yöntemlerden biri olduğunu görülmektedir. Buna göre; Yurtören ve diğerleri (2008) Çevresel Stres modelini kullandığı çalışmasında, yeni bir liman kurulumunun maruz kaldığı gemi trafiği risklerini incelemiştir. İzmit Körfezi'nde konteyner terminal kurulumu için Gemi Elleçleme Simülatörü ekibi tarafından gemi trafik risk analizini gerçekleştirmiştir. Çalışmanın amacı konteyner terminali projesinin yakındaki Petrol Rafinerisi Terminali'nin düzgün işleyişini etkileyip etkilemeyeceğini değerlendirmektir. Yücel (2020) ise çalışmasında, liman projeleri değerlendirme sürecinde kullanılmak üzere ES Modelini ile bulanık mantık yöntemini birlikte kullanarak elde edilen risk faktörleri ve ağırlıklarını belirledikten sonra tespit edilen risklerin azaltılması için alınacak önlemleri ortaya koymayı amaçlamıştır.

İKİNCİ BÖLÜM
RİSK FAKTÖRLERİNİN SIRALANMASI: BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ

2.1. ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ (AHS)

İnsanların beğenilerini veya tercihlerini belirlediği içgüdüsel bir karar mekanizması vardır. Analitik Hiyerarşi Prosesi ise, bu mekanizmanın matematiksel olarak ifade yöntemidir. Bazen birden çok kriterin aynı anda olduğu ve buna bağlı olarak seçeneklerinde bir arada olduğu durumlarda tercih yapmakta zorlanabiliriz. İşte bu durumlarda beynimiz kendiliğinden parametreleri kendi içerisinde gruplandırarak, bir sistem dahilinde önceliğimizi belirlemeye odaklanmaktadır. Analitik Hiyerarşi Süreci' de tıpkı beynimizle aynı sistematik yapıda parametreleri ya da kriterleri belirli bir hiyerarşik yapıda birbirleri ile kıyaslama yaparak öncelikli tercihimizi belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu yöntemin kullanım alanı belirli bir konu alanı ile sınırlı değildir. Tercih yapmayı amaçladığımız tüm konularda bu yöntem bizlere fayda sağlamaktadır (Topel, 2006: 5). Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP)'de değerlendirmeler ikili karşılaştırma yöntemi kullanılarak yapılmaktadır (R. W. Saaty, 1987: 161). Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), kriter, alt kriter ve alternatiflerden oluşan bir sisteme sahiptir. Yöntemin uygulanma sürecinde öncelikli olarak hiyerarşik bir yapı oluşturulur daha sonra ise, kriterlerin öncelik ağırlıkları belirlenir. Üçüncü aşamada ise yapılan değerlendirmelerin tutarlılığı hesaplanır (Topçu, 2000: 103-104). Halıcı ve İşleyen (2019)' de çalışmasında Analitik Hiyerarşi Sürecinin aşamalarını tanımlamış olup; öncelikli olarak birbiriyle ilişkili olan kriter ve alternatifler arasında hiyerarşik bir yapı oluşturarak, karar vericilerin ikili karşılaştırma yöntemiyle görüşlerine başvurmuştur. Daha sonra ise, karar vericilerin yaptıkları değerlendirmeye göre kriterlerin sıralaması yapılarak öncelikli kriterin tespit edilmesi şeklinde aşamaları sıralamıştır. Analitik Hiyerarşi Süreci'nde her bir kriter öncelik değerine göre sıralanarak kendi aralarında ikili karşılaştırmaları gerçekleştirilmektedir. Bu doğrultuda; sürece ilişkin adımlar aşağıda ifade edilmiş olup, Analitik Hiyerarşi modeline ilişkin diyagram Şekil 8'de gösterilmiştir.

Şekil 8: Basit bir Analitik Hiyerarşi Süreci Modeli



Kaynak: Topçu, 2000: 104

2.1.1. Hiyerarşik Yapı Oluşturulması

Analitik Hiyerarşi Süreci belirli bir amaç doğrultusunda karar vermeye yarayan bir süreçtir. Karar verme sürecinde öncelikli olarak kriterler ve varsa alt kriterler, yoksa alternatifler belirlenir. Oluşturulan bu yapı içerisinde hiyerarşi adı verilen belirli bir ilişkiye sahiptir. Bu parametreleri bu şekilde sınıflandırılarak her bir alternatif özelliklerine göre sistematik bir yapıya kavuşturulur (Eren, 2019: 34-35).

Analitik Hiyerarşi Süreci adından da anlaşılacağı üzere hiyerarşik bir yapıya sahiptir. Bu hiyerarşik yapı birbirlerinden bağımsız yapılar değildir. Her bir kriterin bir diğer kritere göre belirli bir ağırlığa sahip olduğu bir hiyerarşik yapıdır. Yukarıdaki Şekil 8' de bu hiyerarşik yapının oluşumu görülebilmektedir. Bu diyagrama göre en tepede analizin amacı olacak şekilde sonrasında kriter varsa alt kriterler ve son olarak ta alternatifler olacak şekilde sıralanan, aralarında belirli bir ilişkinin bulunduğu bir hiyerarşik yapıya sahiptir. Karar verici bu yapısal ilişkiye uygun biçimde tercihlerini belirtmektedir (Şimşek, 2015: 44-45).

2.1.2. İkili Karşılaştırma Matrisi Hazırlanması ve Kriterlerin Değerlendirilmesi

Bu adımda belirlenmiş olan kriterlerin karşılaştırılmasının yapıldığı bir karşılaştırma matrisi oluşturulur ve oluşturulan bu matrise bir isim verilir. Karşılaştırma matrisinin yapısı gereği sayısal bir değeri ifade etmektedir. Buna göre, bu değer x

olarak ifade edilmiş ise bu değerin tersi 1/x olarak ifade edilir. Örneğin a_{31}= 8 ise a_{13}=1/8'tür (Dündar ve Ecer, 2008: 199).

$$A=[a_{ij}]_{nxn} \quad (6)$$

$$A=\begin{vmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21}=1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ . & . & . & . \\ . & . & . & . \\ . & . & . & . \\ a_{n1}=1/a_{1n} & a_{n2}=1/a_{2n} & \dots & 1 \end{vmatrix}$$

a_{ij}, i. ölçüt ile *j*. ölçütün ikili karşılaştırma değeridir ve a_{ii} değeri her zaman 1'e eşittir. $a_{ji} = 1/ a_{ij}$ olma durumuna karşılık özelliği adı verilmektedir. Bu özelliğe, karşılık olma özelliği denir. a_{ij}. a_{jk}=. . a_{ik} ve İ, j = 1,2, …, n. eşitliğini sağlıyorsa matris tutarlı demektir. Bunun yanı sıra *a* değeri mutlaka sıfır dışında bir değere eşit olmalıdır. Matrisin her bir elemanı bize gerçekleştirilen ikili karşılaştırmaya göre kriterlerin birbirlerine olan üstünlüğünü ifade etmektedir. Yani a_{ij} değerini ifade etmek gerekirse; *i* kriterinin *j*' kriterine olan üstünlüğünü ifade etmektedir. Karar matrislerinin oluşum süreci, karar vericilerin tercihlerini yansıttığı 1-9 karşılaştırma ölçeği kullanılarak gerçekleştirilir. Dolayısıyla matris ögeleri daima sıfırdan büyüktür. Son olarak A matrisi kare matris olup köşegen değeri 1' e eşittir (T. L. Saaty, 1986: 845-842).

Kriterlerin karşılaştırması önem skalası ile gerçekleştirilmektedir. Önem skalası aynı zamanda kıyaslama ölçeği olarak da ifade edilmektedir. Bu ölçek yukarıda da belirtildiği gibi 1 ile 9 arasındaki sayıların tamamını içermektedir. Burada önemli olan hususların birisi 1 ile 9 arasındaki çift rakamlar yani 2,4,6,8 değerleri ara değerler olarak belirlenmiş olup, karar vericinin tercih yapmakta zorlandığı durumlarda kullanılmaktadır. 1,3,5,7,9 gibi tek rakamlar ise tercihlerin belirlendiği değerlerdir. Buna göre; 1 eşit önem ifade ettiği durumları, 3 orta seviyede önemli, 5 güçlü seviyede önemli, 7 çok güçlü seviyede önemli, 9 ise en yüksek derece olan aşırı derecede önemli anlamına gelmektedir. İkili karşılaştırma sürecinde karar vericiler tercihlerini bu değerleri vererek puanlayacaklardır (Ergün, 2023: 43). İkili karşılaştırma kararları için sayısal ve sözel derecelendirme ilişkisi Tablo 14' te gösterilmiştir.

Tablo 14: Farklı kriterler için kıyaslama ölçeği (1-9 önem skalası)

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşitlik	İki kriterde birbirleriyle eşit öneme sahiptir.
3	Az Önemli	Kriterlerden biri diğerine göre az da olsa önemli olarak değerlendirilir.
5	Önemli	Kriterlerden biri diğerine göre daha önemli olarak değerlendirilir.
7	Çok Önemli	Kriterlerden biri diğerine göre çok önemli olarak değerlendirilir.
9	Aşırı Derecede Önemli	Kriterlerden biri diğerine göre aşırı derecede önemli olarak değerlendirilir.
2,4,6,8	Ara Değerler Olarak İfade Edilmektedir	Bu değerler iki derece arasında kararsız kalınan durumlarda kullanılır.

Kaynak: T. L. Saaty, 2002: 220

2.1.3. Kriterlerin Ağırlık ve Tutarlılık Değerlerinin Belirlenmesi

Ağırlık vektörlerinin girdiler toplamına bölünmesiyle normalleştirme işlemi gerçekleştirilir. Böylelikle karşılaştırma matrisindeki orijinal ölçeği göreceli hale getirmek mümkün olur (T. L. Saaty, 2002: 219).

$$b_{ij} = a_{ij} / \sum_{i=1}^{n} a_{ij} \; i, j, \quad 1,2, \ldots, n \qquad (7)$$

Bu adımda, normalizasyon işlemi gerçekleştirilmektedir. Normalizasyon işleminin amacı önem vektörlerini belirlemektir. Bu işlemde her bir sütundaki değerler toplanır daha sonra sütünün her biri elde edilen toplam değere bölünür. Ortaya çıkan değere normalizasyon denir. Normalizasyon işlemi tamamlandıktan sonra her bir satırın toplanarak satır ortalaması hesaplanır. Böylelikle önem vektörü ya da kriterin ağırlık vektörü denilen değer elde edilir (Akdeniz ve Turgutlu, 2007: 6). Yukarıdaki işlemler sonucunda her bir kriterin önem ağırlığı belirlenmiştir. Bundan sonraki aşamada karar vericilerin kararlarındaki tutarlılığı belirleyerek karar vericilerin tercihleri arasındaki tutarlılığın sağlanmış olduğundan emin olmak gerekir. Eğer tercihlerde bir tutarsızlık söz konusu ise yapılan tercihlerin tekrar gözden geçirilmesi gerekmektedir. Tutarlılık oranı yani CR (Consistency Ratio) hesaplanması için

öncelikle tutarlılık endeksi yani CI (Consistency Index)'in belirlenmesi gerekmektedir. Tutarlılık indeksinin, rassal indekse bölünmesiyle tutarlılık oranı (CR) elde edilir. Elde edilen bu tutarın 0.1'in altında olması gerekmektedir. Tutarlılık Oranı (CR); Tutarlılık Endeksi (CI) ile Rassal endeks (RI) değerinin bölünmesi sonucunda elde edilen değer olarak ifade edilir (Çakıroğlu ve diğerleri, 2018: 4-5).

Konu ile ilgili olarak (Gogus ve Boucher, 1998: 135-138)' un bulanık ikili karşılaştırma matrislerinin tutarsızlık oranını (CR) hesaplamak amacıyla geliştirdiği yöntem açıklanmıştır.

1.Adım: Bu adımda üçgen bulanık matris iki ayrı bağımsız matrise dönüştürülür. $A_i=(l_i, m_i, u_i)$'ü üçgen bulanık sayı olarak algılarsak, ilk matris matrisin aritmetik ortalaması yani $A_m= [\ a_{ijm}\ ]$ olarak, ikinci matris ise olarak yani geometrik ortalaması yani $A_g= [\ \sqrt{a_{iju}a_{ijl}}\ ]$ olarak oluşturulur.

2.Adım**:** Ağırlık vektörünü Saaty yöntemi ile benzer şekilde, lamda(max) hesaplamasına göre hesaplanır.

3.Adım**:** Tutarlılık endeksini (CI) hesaplaması da Saaty yöntemi ile benzerlik göstermekte olup, matrisin aritmetik ve geometrik ortalaması değerlerine göre iki duruma göre de hesaplanır. İlgili formül aşağıda gösterilmiştir.

$$\mathrm{CI_m} = \frac{\lambda^{\mathrm{m}}_{\mathrm{max}} - \mathrm{n}}{\mathrm{n} - 1} \tag{8}$$

$$CI_g = \frac{\lambda^{g}_{max} - n}{n-1} \tag{9}$$

4.Adım**:** Son adım da olan tutarlılık oran hesaplaması da Saaty yöntemi ile benzerlik göstermekte olup, matrisin aritmetik ve geometrik ortalaması değerlerine göre iki duruma göre de hesaplanır. İlgili formül aşağıda gösterilmiştir.

$$\mathrm{CR_m} = \frac{\mathrm{CI_m}}{\mathrm{RI_m}} \tag{10}$$

$$\mathrm{CR_g} = \frac{\mathrm{CI_g}}{\mathrm{RI_g}} \tag{11}$$

CR_m ve CR_g değerleri 0,1'den küçükse matrisler tutarlıdır. Gogus ve Boucher yöntemiyle verilen RI değerleri Saaty yönteminden farklıdır. Gogus ve Boucher, rastgele matris oluşturarak bulanık ikili karşılaştırma matrisleri için (RI) Tablosunu yeniden geliştirmişlerdir. Tablo 15'te Gogus ve Boucher yönteminin her bir matrisi için RI değerleri sunulmaktadır.

Tablo 15: Rassal Endeks Değerleri

N	RI_m	RI_g
1	0	1
2	0	2
3	0.4890	0.1796
4	0.7937	0.2627
5	1.0720	0.3597
6	1.1996	0.3818
7	1.2814	0.4090
8	1.3410	0.4164
9	1.3793	0.4348
10	1.4095	0.4455
11	1.4181	0.4536
12	1.4462	0.4776
13	1.4555	0.4691
14	1.4913	0.4804
15	1.4986	0.4880

Kaynak:Gogus ve Boucher, 1998: 137

2.1.4. Sonuç Değerlerine Göre Alternatifin Seçilmesi

Bu adım tutarlılık oranının 0.1 aşağısında olduğu ve artık kararın belirlendiği adımdır. Sonuç değerine göre alternatifin seçilmesi süreci kriterler ve alternatif değerlerin toplam çarpımı işlemi yapılarak elde edilir. İşlem sonucunda en yüksek değeri hangi alternatif aldıysa o alternatif seçilir (Karakaşoğlu, 2008: 33).

2.1.5. Analitik Hiyerarşi Sürecine Yönelik Eleştiriler

Analitik Hiyerarşi Sürecinin uygulamalarına yönelik çok sayıda çalışmanın olduğu görülmüştür. Çalışmamızda bu eleştirilerin belirtilmesinin bilimsel şeffaflık açısından önemli olacağı değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda;

Cengiz ve Çelem (2003: 150) çalışmasında, ikili karşılaştırma sürecinde çok sayıda kriterin kendi aralarında kıyaslanıp önem skalasına göre derecelendirmenin,

karar vericilerin üzerinde oluşturduğu olumsuz etkiler dolayısıyla sürecini zorlaştırdığını bununda veri toplama sürecini etkilediğini belirtmiştir. Bhutta ve Huq (2002: 134) çalışmasında, süreç içerisindeki karar vericilerin tercihleri subjektif bir değerlendirme olduğu, tercihlerin doğruluğunu kanıksamanın mümkün olmadığını ifade etmiştir. Ayrıca süreç içerisinde yeni bir kriter eklenmesi gerektiğinde sürecin en başından itibaren yenilenmesi gerektiğini vurgulamıştır. Ramanathan (2001: 30-32) ise çalışmasında, ölçek alternatiflerin sayısındaki değişiklik, karşılaştırma sayısı, önceliklerin tahmini ve aksiyomatik çerçeve konularında eleştirilerini sunmuştur.

2.2. BULANIK MANTIK

1965 yılında Lotfi A. Zadeh tarafından yayınlanan makalesi ile “Bulanık Mantık kavramı bilimsel literatüre girmiştir. Lotfi A. Zadeh bu çalışmasında bulanık kümelerin tanımı, temel işlemleri gibi konulara yer vermiştir (Ertuğrul, 2007: 175). Bulanık mantık, Amerika'da kabul görmekte zorlanmıştır. Çünkü Amerika’da geleneksel mantık ve bilimin kesin doğruluğuna olan güçlü inanç bulunmaktaydı. "Bulanık" kelimesi, birçok kişi tarafından anlaşılmaz ve gereksiz olarak anlamlandırılmıştır. Ancak, her ne kadar Amerika’ da ilgi görmemiş olsa da sistemlerin daha esnek kontrol ve tasarımına olanak tanıyan bu kavram, Japonya'da yoğun ilgi görmüş ve araştırmalara konu olmuştur. Bulanık mantık, Japonya'da çok yaygın olarak özellikle kontrol yapısı alanında kullanılmaktadır. Hızlı tren ve deprem çalışmalarından kullanım alanlarından sadece bir kısmıdır. Bunun yanı sıra kontrol sistemleri tasarımı, bilgi işleme süreçleri, mühendislik projeleri ve yüz tanıma gibi alanlarda bulanık mantığın faydalanıldığı alanlardır (Taçyıldız, 2013: 11).

Topel (2006: 35) çalışmasında, bulanıklığı açıklamıştır. Örneğin, "uzun mesafe" dediğimizde, herkes kendi durumuna göre günlük algılarıyla değerlendirme yapar. Yani "uzun mesafe" kelimesinin taşıdığı anlam, kişiden kişiye farklık gösterebilir. Koşu sporu ile ilgilenen bir atlet için 14 km koşu “kısa mesafe” olarak kabul edilebilirken, sporla ilgilenmeyen belirli sağlık sorunları yaşayan bir başka bir kişi için bu mesafe “uzun mesafe” olarak nitelendirilebilir. Bu nedenle, "kısa mesafe" kelimesinin altında, insanların anladığı sayısal değerlerin belirsizliği bulunmaktadır. Bu belirsizlik, kelimelerin taşıdığı anlamlardaki belirsizlikleri ifade eder ve bu duruma "bulanıklık (fuzziness)" denir.

Bulanıklık bir değerlendirme yaparken muğlak ifadeler kullanma, kesin yargılarda bulunmama durumudur. Günlük yaşamda kullandığımız kavramların

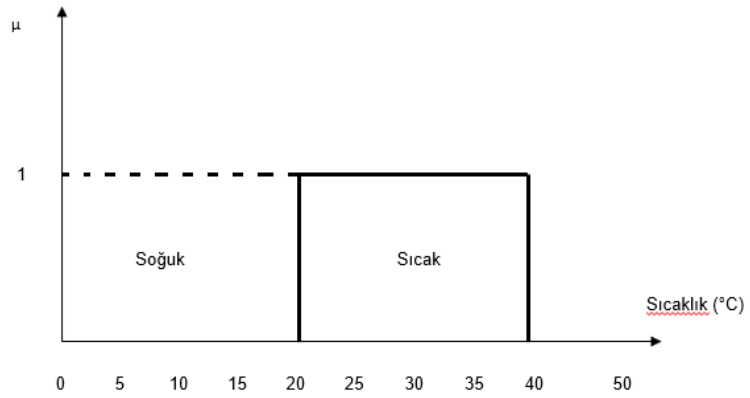
birçoğunun ölçülmesi mümkün olmadığından net olmayan belirsiz sözcükler kullanılır. Daha basit anlatımla bulanık mantığın temelinde, evet-hayır cevabı verilemeyen durumlar söz konusudur. Bulanık mantık, klasik mantık sistemlerinden daha fazla sözel değişkenlerle iç içedir. Bu nedenle insan düşüncesine daha yakındır (Coşkunırmak, 2010: 1).

2.3. BULANIK KÜMELER

Klasik küme mantığında kümeye ait elemanlarla ilgili bir keskinlik söz konusudur. Yani küme elemanı kümeye ya aitti ya da ait değildir. Örnek vermek gerekirse; 4 elemanlı bir A = { a, b, c } kümesindeki a elemanı bu kümenin bir elemanıdır; ancak x bu kümeye ait bir eleman değildir. Bir kümeye ait olup olmama durumu üyelik derecesi ile ifade edilmektedir. Bir elemanın kümeye olan aidiyeti Üyelik derecesi olarak ifade edilmektedir. Üyelik derecesi Klasik Küme kuramında eğer eleman kümeye ait ise 1, eleman kümeye ait değil ise 0 olarak ifade edilir. Bu bulanık küme mantığında üyelik derecesi [0,1] kapalı olarak ifade edilmektedir (Göksu, 2008: 8-9).

Bulanık Mantık Denetleyiciler isimli kitabın referans gösterildiği çalışmada Klasik Kümelere örnek vermiştir. Buna göre; içinde bulunduğumuz ortamın sıcaklığı 20 °C'nin daha aşağısındaysa o bulunduğumuz ortam sıcak değildir. Yani klasik mantık bu durumu 19,5 °C' olan bir ortamın sıcak değildir şeklinde ifade eder. Buradan anlaşıldığı üzere, klasik mantıkta esneklik yoktur fakat günlük yaşamımızda sınırlar esnektir Çetin'e göre (aktaran Kuşçu, 2007: 14-15).

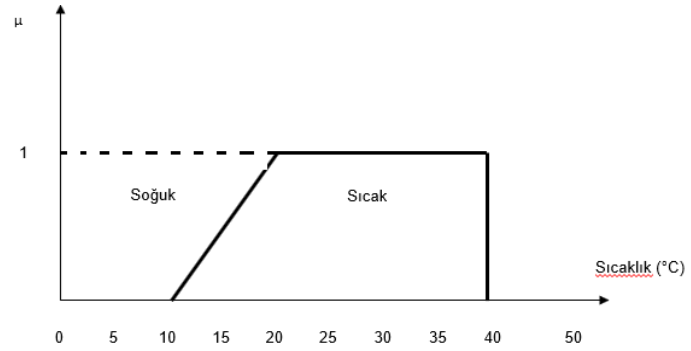
Şekil 9: Sıcaklık için Klasik Küme Örneği



Kaynak: Çetin'den aktaran Kuşçu, 2007: 15

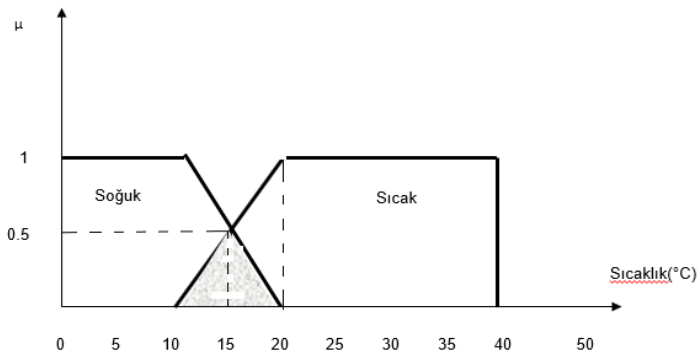
Bulanık küme kuramında ise elemanların üyelik dereceleri [0,1] arasında sonsuzdur. Bulanık kümelerde üyelik dereceleri belirli aralıkta sonsuza gittiği için burada bir devamlılık süreklilik vardır. Yani bütünüyle bir kümedir. Bunlar, üyeliğin derecelerinin devamlı ve aralıksız bütünüyle bir kümedir. Mutlak bir ayrım olmadığından, bulanık mantık kullanarak sıcak-soğuk, hızlı-yavaş, aydınlık-karanlık gibi ikili değişkenleri daha esnek bir şekilde günlük kullanıma uygun hale getirebiliriz. Bulanık kümelerin bir örneği Şekil 9'da sunulmuştur. Bu örnekte, 10-40 °C arasındaki değerler "sıcak" olarak nitelendirilebilir ve 20-40 °C aralığındaki değerlerin üyelik derecesi 1'dir. 10 ile 20 °C arasındaki değerlerin üyelik dereceleri ise 0 ile 1 arasında değişir. Örneğin, 12 °C "azıcık sıcak," 16 °C ise "biraz sıcak" olarak değerlendirilebilir. Eğer 20 °C normal oda sıcaklığını temsil ediyorsa, "soğuk" bulanık kümesi oluşturulduğunda Şekil 10 sonucunu elde ederiz Çetin'e göre (aktaran Kuşçu, 2007: 14).

Şekil 10: Sıcaklık için Bulanık Küme Örneği



Kaynak: Çetin'den aktaran Kuşçu, 2007: 15

Şekil 11: Sıcaklık için Bulanık Kümelerde Kesişim Örneği



Kaynak: Çetin'den aktaran Kuşçu, 2007: 15

Şekil 11' de verildiği gibi, 15 °C 0,5 üyelik derecesine sahiptir. Yani 15 °C "sıcak" ve "soğuk" bulanık kümesine aynı anda aittir. 10 °C ile 20 °C arasındaki değerlerin tamamı hem "sıcak" hem de "soğuk" bulanık kümesinin elemanıdır. Bulanık kümelerin kesişim kümesi Şekil Y' de gösterilmiştir. Bulanık mantık denetleyicisi, bir devamlılık belirtmektedir. [0,1] kapalı aralığı içerisindeki a ∈ A' ya ait bir üyelik derecesi belirler. Bulanık mantık yöntemi, günlük konuşma ile ifade edilen muğlak ifadeleri matematiksel ifadelere dönüştürerek bu doğrultuda hesaplama yapmayı amaçlayan bir kuramdır Çetin'e göre (aktaran Kuşçu, 2007: 15).

2.4. BULANIK MANTIK UYGULAMALARI

Bulanık mantık kullanımı ile ilgili derinlemesine literatür araştırması yapılmıştır. Yapılan araştırmada bulanık mantığın denizcilik alanındaki risk analiz çalışmaları dışında çok geniş bir alanda kullanım alanı olduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda, çalışmamızda bulanık mantığın risk analizi kullanım alanları ile ilgili bilgilendirmeler sunulmuştur.

Bulanık mantığın risk analizi ve denizcilik alanında gerçekleştirilen çalışmalar çalışmamız açısından kuşkusuz ayrı bir öneme sahiptir ve çalışmanın diğer bölümlerinde çokça faydalanılmıştır. Diğer bölümlerde referans gösterilen çalışmalar dışında ayrıca; D. Zhang ve diğerleri (2021: 908-916) denizcilik Otonom Yüzey Gemileri (MASS) için etkili çarpışma riski farkındalığı ve gerçek zamanlı çarpışma önleme kararları sağlamayı amaçladığı çalışmasında, MASS için gerçek zamanlı bir çarpışma risk analiz sistemi bulanık mantık yöntemi temel alınarak oluşturmuştur. Ayrıca, yeni bir kurs üzerindeki optimal dönüş açısı ve seyir süresini bulmak için PSO (Parçacık Sürü Optimizasyonu) algoritması temelli işbirlikçi bir çarpışma önleme karar sistemi geliştirmiştir. Tunçel ve diğerleri (2021) ise çalışmasında, gemi makine dairesinde meydana gelebilecek yangınlarla mücadele amacıyla bulanık mantık temelli bir olay ağacı analizi kullanmıştır. Jiang ve diğerleri (2023) deniz taşımacılığında boğaz veya kanalların güvenliği ve güvenliği üzerine odaklanmıştır. Bu çalışmada, boğaz veya kanalların kırılganlık değerlendirmesini yapmak için bulanık mantık ve kanıt temelli bir yaklaşım birleştirdiği görülmüştür. Bakdi ve Vanem (2022) ise çalışmasında, otonom gemilerin deniz trafiğinin yoğun olduğu durumlarda işbirlikçi karar verme analizi için bulanık mantık kullanarak COLREG değerlendirmesini yapmayı amaçlamıştır.

Bulanık mantığın risk analizi alanındaki kullanımlarda ise aşağıdaki çalışmaların gerçekleştirildiği görülmüştür. Dhalaria ve Gandotra (2022) kötü amaçlı programların potansiyel riskini bulanık mantık modeli olan statik malware analizi ile hesaplamayı amaçladığı çalışmasında, tehdit seviyesini anlamak için statik ve dinamik malware analizini kullanmıştır. Lukić ve diğerleri (2022) ise çalışmasında, sigorta sektöründe müşteri analizinde risk seviyesini belirlemek için bulanık mantık uygulamasını gerçekleştirmiştir. Yangınla mücadele alanındaki çalışmasında ise P. Huang ve diğerleri (2022) yangın kazasını önlemek için bataryaların taşıma ve depolama sırasında yangın riskini değerlendirmeyi amaçlamış olup, hata ağacı analizi yöntemi kullanılarak 8 olası hata yolu ve 9 temel olay türetilmiştir. Bulanık mantık yöntemi ile bu risklerin değerlendirmesi gerçekleştirmiştir. Ayrıca Filist ve diğerleri (2022) çalışmasında, Akupunktur noktalarının akım-gerilim özelliklerinin analizi kullanılarak cerrahi risk sınıflandırması için bulanık mantık tahmini temelli biyoteknik bir sistem geliştirmiştir. Tarım alanında da bulanık mantık kuramını kullanan risk analizi çalışmaları görülmektedir. Bu doğrultuda; Kumar ve diğerleri (2021) çalışmasında pirinç bitkilerinde görülen hastalıkları tanımlamak, risk analizi yapmayı amaçlamış, bunu yaparken ise Derin konvolüsyon nöro-bulanık ağı kullanmıştır. Mustafa ve Barabadi 2022) ise soğuk iklim bölgelerinde rüzgâr çiftliklerinin işletilmesiyle ilişkilendirilen farklı riskleri analiz etmeyi amaçlamıştır.

Matematik alanında gerçekleştirdiği çalışmasında C.Swathi ve diğerleri (2023), bulanık mantık kavramını, matematiksel temellerini ve uygulamalarını tartışmıştır. Ayrıca bulanık mantığın kontrol sistemlerinde, yapay zekada ve karar vermede nasıl kullanıldığını inceleyerek bulanık mantığın avantajları ve dezavantajlarını incelemiştir. Öte yandan Eyoh ve diğerleri (2018) Regresyon problemleri için yeni bir aralık tipi-2 Atanassov-intuitif bulanık mantık sistemi sunmayı amaçlamıştır.

Enerji alanında yapılan çalışmalarda ise; Soliman ve diğerleri (2019) Değişken hızlı bir rüzgâr türbininin sürdüğü kalıcı mıknatıslı senkron jeneratörü, tam kapasiteli bir güç dönüştürücü ile elektrik şebekesine bağlanmış olduğu çalışmasında, jeneratör ve şebeke tarafı dönüştürücü/invertör için kademeli bir adaptif bulanık mantık kontrol stratejisi önermiştir. Hamzah ve diğerleri (2019) ise enerji verimliliğini amaçladığı çalışmasında, kablosuz sensör ağlarında enerji tüketimini azaltmak için bir bulanık mantık modeli önermiştir.

Çeşitli mühendislik alanlarındaki çalışmalarda ise, J. Huang ve diğerleri (2018) Modelleme belirsizlikleri ve dış etkenlerden etkilenen bir mobil iki tekerlekli ters sarkaç

modellemek ve kontrol etmek için entegre bir aralık tipi-2 bulanık mantık yaklaşımı sunmuş olduğu çalışmasında, sarkacın dengede kalırken istenen pozisyonu ve yönü elde etmeyi amaçlamıştır. Aliyev ve diğerleri (2022) Metalürji endüstrisinde armatür üretimi için tesislerin ve dükkanların inşasının tasarımında risk değerlendirmesi problemiyle ilgilenmeyi amaçladığı çalışmasında, bulanık mantık kullanılarak çevresel risklerin değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Bir diğer çalışmada ise Sert ve diğerleri (2018) çok atlamalı kablosuz sensör ağlarında veri toplama işlemlerinin verimliliğini artırmak için iki katmanlı dağıtık bir bulanık mantık protokolü önermiştir.

Ayrıca yukarıda belirtilen alanlar dışında, Sharma ve Obaid (2020) Ortam havasındaki karbondioksit, oksijen ve karbonmonoksit değerlerini kullanarak ortamdan hava emen ve ortama taze hava veren havalandırma sisteminin çalışmasını kontrol eden bir sistem tasarladığı çalışmasında, MATLAB Fuzzy Logic Toolbox kullanılarak tasarlanan havalandırma vanası kontrolünü amaçlamıştır. Reddy ve diğerleri (2020) ise tıp alanındaki çalışmasında, kalp hastalığının tanısında kullanılmak üzere hibrid bir genetik algoritma ve bulanık mantık sınıflandırıcısını kullanmıştır.

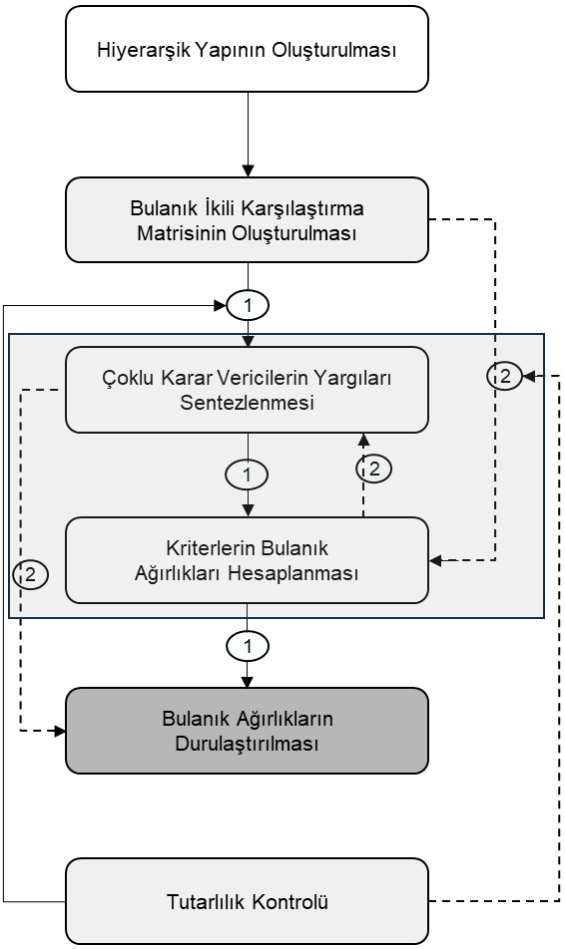
2.5. BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ (FUZZY-AHP)

İkinci bölümün tamamında Analitik Hiyerarşi süreci ve bulanık mantıkla ilgili detaylı bilgilendirmelere yer verilmiştir. Bu bilgilendirmeleri tekrardan kısaca değerlendirmek gerekirse, analitik hiyerarşi sürecinin çok kriterli karar verme yöntemlerinde yaygın bir kullanım alanına sahip olduğu ve başarılı sonuçlar ortaya koyduğu yapılan literatür çalışmalarında ortaya çıkarıldığı tespit edilmiştir. Karar verme sürecinde etkili bir yöntem olan analitik hiyerarşi sürecinin görüşü alma sürecinde kesin net ifadeler kullanılması kıyaslama sürecinde bazı yetersizlikler ortaya koyması, AHP' nin temelinde yer alan ikili karşılaştırma, uzmanların yargısını gerektirdiği için belirsizlikler ortaya çıkarmaktadır. Pratik durumlarda, sınırlı bilgi veya yetenek nedeniyle uzmanlar tercihlerine tam sayısal değerler atayamayabilirler. AHP' deki bu belirsizliğin üstesinden gelmek için, tam sayılar, bulanık dilsel ifadeleri temsil eden bulanık sayılarla değiştirilir. Bu, bu sayıların bir ifadeye ne ölçüde ait olduğunu açıklamak için kesin sayılara önem dereceleri atayarak belirsiz yargılara tolerans gösterir (Chan ve Kumar, 2007: 418). Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci kullanarak bulanık ağırlıkları hesaplamanın birçok yöntemi bulunmaktadır bunlardan biri de üçgen üyelik fonksiyonlarına sahip karşılaştırma oranlarını gösteren Buckley'e göre

(aktaran Ayhan, 2013: 14) tarafından ortaya konmuş olan bulanık sayılar olup, dördüncü bölümünde yer alan Tablo 20 de sunulmuştur.

Y. Liu ve diğerleri (2020: 2) çalışmasında Bulanık Analitik Hiyerarşi Sürecinin geliştirilmesi Şekil 12' de gösterilmiştir. Buna göre; beyaz ve açık gri kutular AHP ile Bulanık AHP arasındaki ortak adımları gösterir ancak açık gri kutulardaki adımlarda farklı teknikler uygulanır. Koyu gri kutudaki adımlar ise yalnızca Bulanık AHP' de kullanılan adımdır.

Şekil 12: Bulanık AHP' nin Hesaplanma Süreci



Kaynak: Y. Liu ve diğerleri, 2020: 2

Yukarıdaki tablodan da anlaşılacağı üzere Analitik Hiyerarşi Süreci ile Bulanık Analitik Hiyerarşi Sürecindeki bazı benzerlikler göze çarpmaktadır. Amaçların, kriterlerin ve alt kriterlerin belirlenmesi dışında, hiyerarşik yapısının oluşturulduktan sonra önem derecelerinin ifade edilerek ve üçgen bulanık sayılara dönüştürülür.

Sonrasında ise bulanık ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulur ve Tutarlılık oranını hesaplanır.

Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi ile ilgili olarak birçok farklı yöntem kullanılmakta olup, aşağıda (Chang, 1996: 649-652)' in geliştirmiş olduğu genişletilmiş Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci işlem basamaklarını açıklamıştır. Buna göre; Öncelikli olarak hiyerarşik yapı oluşturulduktan sonra İkili karşılaştırmaları gerçekleştirmek için bulanık sayıları tanımlanır ve ikili karşılaştırma matrisinin her satırı için hesaplamalar gerçekleştirilir. Bu hesaplama aşağıdaki formüle göre yapılmakta olup; "*i"* satırı "j" ise sütunu ifade etmektedir

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} * \left[\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \right]^{-1} \quad (12)$$

Daha sonra ise olabilirlik derecesi, $M_1=(l_1,m_1,u_1)$ ve $M_2=(l_2,m_2,u_2)$ ve $M_2 > M_1$ olmak üzere, aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1 \\ 0 \\ \dfrac{l_1 - u_2}{(m_2-u_2)-(m_1-u_1)} \end{cases} \quad (13)$$

Olarak ifade edilir. Burada belirtilmesi gereken bir diğer önemli husus ise; $m_2 \geq m_1$ ise 1, $l_1 \geq u_2$ ise 0 olup diğer durumlarda ise l_1-u_2 olarak değerlendirilir.

Olabilirlik derecesi hesaplandıktan sonra ise, kriter ve alternatiflerin ikili karşılaştırma matrisindeki ağırlığını hesaplanır. Bu işlemde her bir satır diğer tüm satır ile kıyaslanır ve yapılan kıyaslama sonucunda tespit edilen minimum değer alınır. Her bir satır için alınan bu değerler ağırlık vektörünü ifade etmektedir. Bu süreç $A_i =$ (k=1,2, …, n) ve $k \neq i$ olmak üzere formülü ise aşağıdaki gibidir.

$$d'(A_i) = \text{Min}V(S_i \geq S_k) \quad (14)$$

Bulanık Analitik Hiyerarşi Sürecinin son aşamasında ise normalizasyon işlemi gerçekleştirilerek nihai aşamaya ulaşılır.

$$W' = (d(A_1), d(A_2), .. ., d(A_n))^T \quad (15)$$

Yukarıda tanıtılan Chang' in geliştirmiş olduğu Fuzzy Extended Analysis (FEA) yöntemine alternatif bir diğer yöntem ise Buckley (1985:233-247)'in tanıtmış olduğu Geometrik Ortalama Yöntemidir. Bu yönteme göre öncelikli olarak ikili karşılaştırma matrisinde yer alan her bir kriterin geometrik ortalaması aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

$$z_i=(\prod_{j=1}^{n} a_{ij})^{1/n}, \quad i=1, \ldots, n. \tag{16}$$

İkinci olarak ise, kriter veya alternatiflerin ağırlıkları aşağıda gösterilen formüle göre hesaplanır.

$$r_i= z_i \otimes [z_1 \oplus z_2 \ldots z_n]^{-1} \tag{17}$$

Üçüncü adımda elde edilen ağırlık değerleri aşağıdaki formül kullanılarak durulaştırma işlemi gerçekleştirilir.

$$S_i= l_i+ m_i+ u_i/ 3, \quad i=1, \ldots, n. \tag{18}$$

Son aşamada ise aşağıdaki formüller kullanılarak normalizasyon işlemi gerçekleştirilir.

$$w_i= S_i \Big/ \sum_{i=1}^{n} S_i, \; i=1, \ldots, n. \tag{19}$$

Öte yandan Tezel ve Kinay (2023:12) çalışmasında Chang' in tanıtmış olduğu FEA yönteminin çözümlemelerde hatalı sonuçlar verebildiği şeklinde eleştirmiş ve toplam fark temelli MFAHP yönteminin daha kolay ve yukarıda tanıtılan Buckley yöntemi kadar doğru sonuçlar verdiğini iddia etmiştir. Bu doğrultuda çalışmada gerçekleştirilen analizlerin uygulanması kısmında kullanmış olduğumuz Kinay ve Tezel (2022: 344-346) tarafından tanıtılmıştır.

İlk adımda bulanık sayılar elde edilir. Bu süreçte kullanılan formül aşağıda gösterilmiş olup; Abbasbandy ve Hajjari (2009:413-419)'ün çalışmasından alınmıştır.

$$Mag(A)=1/2 \int_0^1 ((\overline{A}(a)+ \underline{A}(a)+ \overline{core(A)}+ \underline{core(A))}\, f(a))\, da \tag{20}$$

İkinci olarak $Mag = S_i$ elde edilerek sıralamalar hesaplanır. Bu süreçte yukarıda kullanılan formül daha sade biçimde ifade edilmekte olup; aşağıda sunulmuştur.

$$\text{Mag(Si)}=1/2 \int_0^1 ([(u-(u-m)a)-(l+(m-l)a+ 2m] a)\, da \qquad (20)$$

$$= (l + 10m+ u) /12,\ i=1, \ldots, n.$$

Son olarak ise yukarıdan elde edilen her S_i değeri için büyüklük değeri hesaplanmaktadır. Bu normalizasyon işlemi aşağıda sunulan formüle göre hesaplanmaktadır. İşlem sonunda elde edilen sayılar bulanık olmayan sayılardır.

$$w_i = \text{Mag}(S_i) \Big/ \sum_{j=1}^{n} \text{Mag}\,(Si),\ i=1, \ldots,n. \qquad (21)$$

$$W=(w_1,\ w_2,\ \ldots,w_n)^T \qquad (22)$$

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
GEMİ MANEVRA SÜRECİ

3.1. GEMİLERİN MANEVRA SÜRECİNDE KARŞILAŞTIĞI RİSKLER

Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) 2002 yılında yayınladığı bildirgede, denizciliğin en tehlikeli ve dünyadaki en büyük uluslararası endüstri alanı olduğunu belirtmiştir. Yapılan literatür çalışmasında, gemilerin manevra sürecinde karşılaştığı riskler denizcilik alanında önemli derecede ilgi gördüğü tespit edilmiştir. Liman sahasında manevralarını gerçekleştiren gemilerin boyutları olduğu düşünüldüğünde, manevra sürecinde ortaya çıkabilecek bir olumsuzluğun çevresel, finansal, can ve mal kaybının büyüklüğü daha net anlaşılabilmektedir. Denizcilik alanında, risklerin potansiyel sonuçları 5 grupta incelenmektedir. Tablo 16'da gösterilmiştir(Gören ve Or, 2002: 129).

Tablo 16: Deniz Taşımacılığının Riskleri ve Potansiyel Sonuçları

Riskler	**Potansiyel Sonuçlar**
Emniyet	Yaşam Kaybı
Sağlık	Zehirli gaz sızıntıları sonucunda oluşabilecek sağlık sorunları
Çevre	Doğal ortamın zarar görmesi veya kaybı, Canlı türlerin etkilenmesi
Finansal	Mal kaybı, ekonomik kayıplar
Sosyal Yaşam	Psikolojik ve Sosyolojik etkilenmeler

Kaynak: Gören ve Or, 2002: 129

Konu ile ilgili olarak, Nas ve Zorba (2011) gerçekleştirmiş olduğu çalışmasında, Liman sahasında gemi manevralarından kaynaklanabilecek tehlikeler tanımlanarak risk değerlendirmeleri yapmıştır. Çalışmasında liman sahasındaki manevra emniyetini tehdit eden fiziki eksikliklerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır ve 9 (dokuz) adet değişken belirlenmiştir. Ekici (2018: 1-5) ise çok kriterli karar verme yöntemini kullanmış olduğu çalışmasında; iç sularda meydana gelen Karaya oturma ve çatışmaların, dinamik seyir riski hesaplamalarını gerçekleştirmiş, analiz sürecinde

ana faktörlerin gemi özellikleri ve gemi boyutu alt faktörleri üzerindeki etkileri incelenmiştir.

3.2. GEMİ MANEVRASINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Manevra sürecinde gemilere birden fazla kuvvet etki etmektedir. Cotter'e göre (aktaran Bey, 2018) "Gemi manevrası, elimizdeki kuvvetleri kullanarak kontrol altında olmayan kuvvetlerin üstesinden gelme sanatı" olarak tanımlamış ve manevra sürecinin bir bütün olarak ele alınması gerektiğini ifade etmiştir.

Kuvvetlerin sınıflandırılması ilgili yapılan araştırmalarda Gemi Manevrasına Etki Eden Faktörler' e ait net bir sınıflandırmanın olmadığı tespit edilmiştir. Yapılan sınıflandırmaların büyük çoğunluğunun ise Deniz Kazaları, Gemi Manevra Emniyeti ve Gemi Manevrası Risk Analizi alanındaki çalışmaların olduğu görülmüştür. Literatürdeki bu boşluğun doldurulması amacıyla, gerçekleştirilen çalışmada, alanında uzman kişilerin görüşleri alınmış ve detaylı literatür taraması yapılarak her bir faktörün bilimsel altyapısının sağlam bir zemine oturtulması hedeflenmiştir. Görüş elde etme süreci, alanında uzman kişilerin hazır bulunduğu odak grup toplantıları ile sağlanmıştır.

Bu doğrultuda; gemi manevrasını etkileyen 5 (beş) ana faktör ve bu ana faktörlere ait alt faktörler belirlenmiş olup, Tablo: 19'da gösterilmiştir. Ana faktörler; Çevresel Faktörler, Gemi Yapısal Özellikleri, Seyir Yardımcı Cihazları, Liman Yapısı ve Özellikleri ve İnsan Faktörü olarak belirlenmiştir. Bu ana faktörlere ait alt faktörlerin belirlenmesi ile ilgili literatür araştırmasındaki bulgular aşağıda sıralanmıştır.

Bu doğrultuda, Çevresel Faktörler' e ait alt faktörlerin belirlenmesi sürecinde elde edilen referans çalışmalar aşağıda sunulmuştur.

3.2.1. Çevresel Faktörler

Palfy (2017) tarafından yayınlanan kılavuzda, kullanıcılara IMO manevra standartlarına uygulamada yardımcı olmayı ve bir geminin manevra performansının değerlendirilmesinde kullanılacak prosedürleri özetlemiştir. Çalışmada; Yatay Düzlemde Gemiye Etki Eden Faktörler, Dümen Kuvveti, Gemini Gövde Yapısı, Çevresel Faktörler ve İnsan Faktörü olarak sınıflandırılmıştır. Ayrıca, çevresel faktörlerin (Akıntı, Rüzgâr, Dalga) gemi manevra kabiliyetini, seyir stabilitesini önemli ölçüde etkileyebileceği sonucu tespit edilmiştir. Çınar ve diğerleri (2021) ise,

çalışmasında gemi manevralarında kullanılmak üzere bir risk analiz modeli oluşturulmayı amaçlanmıştır. Bu modelle gemilerin bir limanda hangi çevre koşullarında manevra yapmaya uygun olduğunu belirlenmektedir. Bu doğrultuda çevresel faktörler, Rüzgâr Hızı-Yönü, Dalga Yüksekliği, Akıntı, Görüş Mesafesi, Kullanılan Römorkör Sayısı olarak belirlenmiştir.

Mei ve diğerleri (2020), gemilerin sürüklenmesine neden olan çevresel faktörlerin her birinin belirli katsayıları belirlenerek Gemi Manevra Hareket Modeli oluşturmuştur. Modeli oluştururken gemi manevrasına etki eden Rüzgâr, Akıntı ve Dalga verileri esas almıştır. Chen ve diğerleri (2013) çalışmasında, rüzgâr hızı ve yönünün, akıntı ve dalganın gemi manevrası üzerinde simetrik bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca rüzgârın sürüklenme mesafesi üzerinde büyük etkiye, akıntının ise sürüklenme açısı üzerinde daha büyük etkiye sahip olduğu sonucuna varmıştır. Szlapczynski ve Krata (2018) Collision Threat Parameters Area (CTPA) adlı çatışmadan kaçınma yöntemini tanıttığı çalışmasında, ağır hava koşullarından etkilenen gemileri incelemiştir. Çalışmada Rüzgâr Hızı-Yönü ve Dalga Yüksekliği değişken olarak kabul edilmiş ve gemi manevraları bu doğrultuda değerlendirilmiştir.

Schoop-Zipfel (2016) ise farklı frekanslardaki dalgaların manevraya olan etkileri incelemiş olduğu Doktora tezinde, Her bir dalganın farklı deniz koşullarındaki manevraya olan etkileri simülasyon üzerinde analiz etmiştir. Shuai ve diğerleri (2019) çalışmasında, yanaşma sürecindeki otonom gemilerin farklı rüzgâr koşulları altındaki manevrasını sağlamak amacıyla Yapay Sinir Ağları tabanlı bir yaklaşım önermiştir.

Zhou ve diğerleri (2020), AIS' ten elde edilen verileri ile yapılan regresyon analiziyle Rüzgâr ve akıntının gemi manevraları üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Xue ve diğerleri (2019), otonom ve diğer gemilerin manevrasına etki eden çevresel faktörlerden rüzgâr hızı-yönü, akıntı hızı-yönü dalga boyu ve su derinliği faktörlerinin etki derecesini belirlemek amacıyla Gri İlişkisel Analiz Teorisi (GRA)'ne dayalı bir çalışma gerçekleştirmiş ve gemi manevrası karar verme önceliğini belirlemeyi amaçlanmıştır. Çalışmada en fazla etkileyen faktörün dalga yönü olduğu, en az etkileyen ise dalga yüksekliği olduğunu tespit etmiştir. Dang ve diğerleri (2018) ise Dalga rüzgâr ve akıntının gemi manevrasına olan etkileri analiz ettiği araştırmasında çevresel faktörler, büyük ve küçük çevresel etki olarak iki ayrı senaryoda simüle edilmiş ve rüzgâr akıntı ve dalganın manevraya etkilerinin olduğunu tespit etmiştir.

3.2.2. Gemi Yapısal Özellikleri

Gemi Yapısal Özellikleri' ne ait alt faktörlerin belirlenmesi sürecinde elde edilen referans çalışmalar ise şunlardır;

Yasukawa ve Yoshimura (2015) Japonya'da gerçekleştirdiği çalışmada, gemi manevra tahmini için standart bir matematiksel modeli oluşturmak amacıyla Maneuvering Modeling Group (MMG) yöntemi oluşturmuştur. 4 (dört) adımlı bu çalışmanın Manevra Simülasyon Adımında manevra esnasındaki geminin hızı ve dalga boyu, geminin GM noktası (yalpa yapma eğilimi), pervane sayısı gibi faktörler gemiye etki eden hidrodinamik kuvvetler olarak belirlenmiştir. W. Zhang ve diğerleri (2017) çalışmasında, sayısal bir model geliştirmiştir. Bu modelin hesaplamalarında geminin hidrodinamiğine etki eden faktörler 3 kısımda incelenmiştir. Bunlar; Geminin Pervanesi, Dümeni ve Gövde (LOA, Deplasman, GM, Blok Kat Sayısı) olarak belirlenmiştir. Ohmori ve diğerleri (1998) ise çalışmasında, geminin manevra kabiliyetini tahminini amaçlamıştır. Bu doğrultuda, gemi manevrasında hidrodinamik kuvvetler; Gemi Gövdesi, Dümen ve Pervane olarak belirlenmiştir.

Himaya ve diğerleri (2022), Trim ve Draftın bir konteyner gemisinin manevra kabiliyeti üzerindeki etkileri belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmasında, artan draft veya pruvadaki trim ile dönüş çapı küçüldüğü (yani dönüş kabiliyetinin arttığı) ve geminin rota stabilitesi bozulduğu saptanmıştır. Ayrıca artan trim ile de geminin baş kısmındaki sallanmaların arttığı tespit edilmiştir. Le ve diğerleri (2000), liman sahasındaki gemi manevralarını etkileyen hidrodinamik kuvvetlerin katsayıların tahmininde Maneuvering Modeling Group (MMG) modele alternatif olabilecek yeni bir metot önerdiği çalışmasında Hidrodinamik kuvvetler olarak; Gemi Gövdesi, Dümen ve Pervanesi, Dış Faktörler (geminin sallanması) olarak belirlenmiştir. Shih ve diğerleri (2010) geniş açılı dönüş manevrası için etkili bir manevra prosedürü modeli oluşturduğu çalışmasında dümen ve iticilerin gemi manevrasına etkilerini analiz etmiştir.

3.2.3. Seyir Yardımcı Cihazları

Seyir Yardımcı Cihazlarına ait alt faktörlerin belirlenmesi sürecinde elde edilen referans çalışmalar ise şunlardır;

Kaynak (2006), gemilerde bulunan modern seyir cihazları ve sistemlerinin seyir emniyetine etkileri incelediği çalışmasında; seyir yardımcılarının gelişmesi ve

çatışmayı önlemek için trafik ayırım düzenlerinin konulması, deniz nakliyatının emniyetini büyük katkılar sağladığını ifade etmiştir. Ayrıca, Kaptan (2019) teknolojinin gemi kazalarındaki yeri ve öneminin gösterdiği çalışmasında, deniz kazalarını önlemek için bazı önerilerde bulunmuş ve Radar ECDIS, BNWAS, Derinlik ölçer, GNSS, AIS, VHF gibi elektronik seyir cihazlarından kaynaklanan deniz kazalarını incelemiştir.

3.2.4. Liman Yapısı ve Özellikleri

Liman Sahası ve Özellikleri' ne ait alt faktörlerin belirlenmesi sürecinde elde edilen referans çalışmalar ise şunlardır;

Çınar (2020: 114-118) çalışmasında, liman tasarımı sürecinde, farklı çevresel koşularda hangi gemilerin manevra yapmasının daha uygun olacağının tespit etmiştir. Bu doğrultuda Dış Faktörler başlığı altında; Hava, Rüzgâr, Görüş Mesafesi, Dalga, Akıntı, Gelgit, Römorkör, Gündüz/Gece faktörlerini belirlemiştir. Liman Alanı ile İlgili Faktörler başlığı altında ise Liman Alanı, Genişliği, Derinliği, Liman Giriş Derinliği, Liman Seyir Yardımcıları, Yükseklik Kısıtlaması, Trafik Durumu, Yanaşma Alanı ve Liman Aydınlatması faktörlerini belirlemiştir.

Gucma ve Pietrzykowski (2006), rüzgâr hızı ve manevra yapılan su yolu genişliğinin manevra emniyetine olan etkisini Fuzzy yöntemlerle analiz etmiştir. Çakıroğlu ve diğerleri (2018) çalışmasında, liman ve dar su yollarındaki gemilerin manevrasını sağlayan römorkörler için karar verme desteği sağlayan bir AHP yöntemi önerilmiştir. Yurtoren ve diğerleri (2008) ise çalışmasında; yeni bir liman kurulumunda maruz kalınan gemi trafiği risklerini incelemiştir. Bu doğrultuda, yanaşma yerini simülasyon ortamında farklı senaryolarda manevrayı etkileyen risk faktörü olarak belirleyip analizlerini gerçekleştirmiştir. Son olarak, Yücel (2020) Geminin yanaşma / ayrılma manevralarını zorlaştıran faktörlerin ağırlıklarının sayısal olarak ortaya çıkarılması amaçladığı çalışmasında, Derinlik, Manevra Alanı-Şekli, Rıhtımdaki diğer gemilerin durumu, Römorkör kullanımı ve LOA-GRT analiz sürecinde değerlendirmeye alınmıştır

3.2.5. İnsan Faktörü

İnsan Faktörü' ne ait alt faktörlerin belirlenmesi sürecinde elde edilen referans çalışmalar ise şunlardır;

Sahin ve Kum (2015: 241-243) buz seyri risk değerlendirilmesi yapılan çalışmasında, İletişimle İlgili Risk Faktörleri -İnsan Kaynaklı Risk Faktörleri, Ekipmanların Gemiye Yerleştirilmesi ve Kullanılması ile İlgili Risk Faktörleri, Kargo ve Elleçleme ile İlgili Risk Faktörleri, risk faktörleri gruplandırılmıştır. Gruenefeld ve diğerleri (2018: 495), liman sahasında gerçekleştirilen manevraların emniyeti açısından gemilerde Kılavuz Kaptan bulunmasının önemi üzerinde durduğu çalışmasında, deniz kazalarının 53.9 % İnsan Hataları kaynaklı olduğunu tespit etmiştir.

Yıldıray (2010: 48-49) çalışmasında, iletişim kaynaklı sorunların dar suyollarında oluşturduğu riskleri belirlemek amacıyla gerçekleştirdiği iletişim sorunlarını tespit etmiş ve oluşturduğu riskleri önlemek için eğitim ve uygulamaya yönelik öneriler sunmuştur.

Bir diğer çalışmada ise, kılavuz teşkilatlarındaki kılavuz kaptan sayısı ve dinlenme sürelerinin manevra performanslarına olan etkisi incelenmiştir. Bu doğrultuda Malezya'da büyük bir liman sahasında elde edilen veriler kullanılmıştır. Çalışmada, uzun bekleme sürelerinin önüne geçmek amacıyla farklı senaryolar içeren bir simülasyon modeli hazırlanmış, böylelikle optimum kılavuz kaptan sayısına ulaşılmıştır. Bu doğrultuda, terminaldeki kılavuz kaptan sayısıyla paralel olarak kılavuzluk hizmeti verimliliği artmış ve ekstra kılavuz kaptan sayısı ile ilgili olarak yapılacak iyileştirme hem gemiler hem de müşteriler için çekici olacağı sonucuna varılmıştır (Ernstsen, 2020: 64-105).

San Francisco Bar kılavuz kaptanları üzerinde gerçekleştirilen uyku, dinlenme aralığı, çalışma saatlerinin performansa olan ilişkisinin incelendiği çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma da Malezya'da gerçekleştirilen çalışmayla uyumlu olarak yeterli kılavuz kaptan sayısı ile dinlenme saatlerinin doğru planlanması ile ilgili uyku zamanlaması, uyanıklığı ve gemi manevra performansı etkiler sonucuna varılmıştır (Gregory ve diğerleri, 2020: 1495). Ozkulluk ve Nas (2023: 12), gemilerin liman sahalarına yanaşma ve kalkış manevralarını manevra süresine etkileyen faktörleri ele aldığı çalışmasında, kılavuz kaptanların aynı iskelede yaptıkları manevra sürelerinin ortalamalarının birbirinden önemli ölçüde farklı olduğu tespit edilmiştir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
GEMİ MANEVRASINA ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN ANALİZİ

4.1. ARAŞTIRMANIN KONUSU

Bu tez çalışması, liman sahalarında gemilerin manevra stratejilerini ve bu sürece etki eden çevresel faktörler, geminin yapısal özellikleri, manevra yardımcı cihazları, liman yapısı ve özellikler ve insan faktörlerinin liman ve gemi emniyeti üzerindeki etkilerini mercek altına almaktadır. Araştırma, manevra stratejilerinin etkinliğini ve Tablo 19' da tanımlanmış olan manevraya etki eden faktörlerin manevra emniyeti üzerindeki rolünü değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu süreçlerin anlaşılması, liman operasyonlarının optimizasyonu ve deniz güvenliği standartlarının yükseltilmesi için kritik öneme sahiptir.

4.2. ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu çalışma, liman sahalarında gemilerin manevra süreçlerini etkileyen faktörlerin liman ve gemi emniyeti üzerindeki etkilerini bulanık AHP yöntemi aracılığı analiz etmeyi amaçlamaktadır. Daha kısa bir cümle ile ifade etmek gerekirse bu araştırmanın temel amacı, liman sahalarında gerçekleştirilen gemi manevralarının risk değerlendirmesini yapmaktır. Bu değerlendirme, manevra sırasında karşılaşılan zorlukların ve potansiyel tehditlerin bulanık yöntem kullanarak sistematik bir analizini içermektedir. Araştırma, liman operasyonlarının emniyetini artırmak için gerekli stratejik kararların alınmasına yardımcı olacak bilimsel veriler sağlamayı hedeflemektedir. Ayrıca, manevraya etki eden yardımcı ekipmanların tasarımı ve işlevselliğinde yapılacak iyileştirmeler için de bir temel oluşturmayı amaçlamaktadır.

4.3. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ

Bu tez çalışması, liman ve gemi emniyetinin artırılmasına yönelik önemli katkılar sunmayı hedefler. Daha yalın bir dil ile ifade etmek gerekirse; bu çalışmanın bilimsel açıdan önemi, liman ve gemi manevra emniyetinin artırılmasıdır. Gemi manevralarına etki eden çevresel faktörlerin, geminin yapısal özelliklerinin, manevra yardımcı cihazlarının, liman yapısı ve özellikleri ayrıca insan faktörlerinin, manevra emniyeti üzerindeki etkilerini anlamak, deniz kazalarının önlenmesi ve liman operasyonlarının etkinliğinin artırılması açısından hayati öneme sahiptir. Araştırma,

risk yönetimi stratejilerinin geliştirilmesine ve denizcilik sektöründe emniyet kültürünün güçlendirilmesine katkıda bulunacak bilgiler sunmaktadır. Ayrıca, politika yapıcılar, tasarımcılar ve operatörler için değerli bir referans kaynağı olarak hizmet edeceği düşünülmektedir.

4.4. ARAŞTIRMA YÖNTEMLERİ

Bu çalışma, liman sahalarında gemilerin manevra süreçlerini etkileyen faktörlerin liman ve gemi emniyeti üzerindeki etkilerini bulanık AHP yöntemi aracılığı analiz etmeyi amaçlamaktadır. Araştırma, niteliksel bir metodoloji çerçevesinde yürütülerek, bu karmaşık ve dinamik süreçlerin derinlemesine anlaşılmasını amaçlamaktadır.

4.4.1. Veri Toplama

Araştırmanın temelini oluşturan veriler, denizcilik sektöründe uzmanlaşmış kişilerle gemi manevrasını etkileyen faktörlerin sınıflandırılması ve bulanık mantık yöntemiyle analiz yapmak üzere tespit edilen faktörlerin ikili karşılaştırma yoluyla değerlendirilmesi olmak üzere farklı zamanlarda gerçekleştirilmiştir. İki aşamalı görüş alma sürecinin birinci aşamada gemi manevrasına etki eden faktörler belirlenmiştir. İkinci aşamada ise bu faktörlerin ikili karşılaştırma yöntemiyle önem dereceleri belirlenmiştir. Her bir aşamaya ait görüşmelerinde kullanılan dokümanlar, Ekler bölümünde gösterilmiştir. Uzmanların mesleki tecrübe ve denizcilik alanındaki faaliyetlerine yönelik bilgilendirmenin yer aldığı bilgiler Tablo 17 ve Tablo 18'de gösterilmiştir. Bu mülakatlar, katılımcıların deneyimlerini, görüşlerini ve algılarını kapsamlı bir şekilde ifade edebilmeleri için anlaşılabilir net sorular içerecek şekilde tasarlanmıştır. Mülakatların planlanması ve uygulanması aşamasında, katılımcıların konforunu ve ifade özgürlüğünü maksimize etmek için özel bir dikkat gösterilmiştir. Mülakatlar, katılımcıların tercihlerine bağlı olarak yüz yüze ve online toplantı şeklinde gerçekleştirilmiştir.

Tablo 17: Manevraya Etki Eden Faktörlerin Belirlenmesi Sürecine Katılım Sağlayan Uzmanlara Ait Bilgiler

Katılımcı Kodu	Katılımcıların Profil Bilgileri			
	Yaşı	Gemiadamı Yeterliliği	Görevi	Deniz Tecrübesi
K1	59	Uzakyol Kaptan	Kılavuz Kaptan	35 yıl
K2	47	Uzakyol Kaptan	Kılavuz Kaptan	22 yıl
K3	43	Uzakyol Kaptan	Kılavuz Kaptan	20 yıl
K4	38	Uzakyol Kaptan	Kılavuz Kaptan	13 yıl
K5	45	Uzakyol Kaptan	Kılavuz Kaptan	15 yıl

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 18: Manevraya Etki Eden Faktörlerin İkili Karşılaştırma Sürecine Katılım Sağlayan Uzmanlara Ait Bilgiler

Katılımcı Kodu	Katılımcıların Profil Bilgileri			
	Yaşı	Gemiadamı Yeterliliği	Görevi	Deniz Tecrübesi
K1	49	Uzakyol Kaptan	Kılavuz Kaptan	23 yıl
K2	46	Uzakyol Kaptan	Kılavuz Kaptan	17 yıl
K3	59	Uzakyol Kaptan	Kılavuz Kaptan	35 yıl
K4	45	Uzakyol Kaptan	Kılavuz Kaptan	20 yıl
K5	56	Uzakyol Kaptan	Kılavuz Kaptan	21 yıl
K6	47	Uzakyol Kaptan	Kılavuz Kaptan	22 yıl
K7	59	Uzakyol Kaptan	Kılavuz Kaptan	35 yıl
K8	38	Uzakyol Kaptan	Kılavuz Kaptan	13 yıl
K9	43	Uzakyol Kaptan	Kılavuz Kaptan	15 yıl

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

4.4.2. Örneklem Seçimi

Katılımcılar, denizcilik sektöründe geniş bir deneyim yelpazesine sahip denizcilerden arasından özenle seçilecektir. Örneklem seçimi, araştırmanın amacına uygun olarak, çeşitli limanlardan, gemi tiplerinden ve akademik görev pozisyonlarından bireyleri kapsayacak şekilde yapılandırılmış olup, araştırmanın bulgularının genel geçerliğini ve güvenirliğini amacıyla bu çeşitlilik sağlanmaya özen

gösterilmiştir. Katılımcı seçimi sürecinde, sektördeki deneyim çeşitliliğini yansıtacak şekilde dengeli bir dağılım hedeflenmiştir.

4.4.3. Veri Analizi

Veri analizi süreci, Kinay ve Tezel (2022: 344-346)' in geliştirmiş olduğu genişletilmiş Modification of the Fuzzy AHP (MFAHP) işlem basamakları kullanılarak yürütülecektir. Bu yöntem, karar verme süreçlerindeki belirsizlikleri ve subjektif yargıları matematiksel bir çerçevede ele alarak, katılımcıların değerlendirmelerini sayısal bir formata dönüştürmektedir. Bulanık AHP' in uygulanması, çevresel faktörlerin, gemi yapısal özelliklerin, seyir yardımcı cihazların, liman yapısı ve özellikleri ve insan faktörünün manevra emniyeti üzerindeki etkilerini ölçülebilir kılacağı düşünülmektedir. Analiz sürecinde, katılımcıların değerlendirmeleri dikkatli bir şekilde analize tabii tutulmuştur. Ayrıca, analiz sonuçlarının tutarlılık gösterip göstermediği araştırma sürecinde üzerinde durulan bir diğer husus olmuştur.

4.4.3.1. Faktör Analizi

Araştırmanın bu aşamasında, gemi manevralarını etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve bunların önem derecelerinin tespiti için bulanık AHP yöntemi uygulanmıştır. İlk olarak, denizcilik alanında uzman olan katılımcılarla yapılan mülakatlar ve literatür taraması sonucunda bir dizi faktör tespit edilmiştir. Bu faktörler, gemi manevralarının güvenli ve etkin bir şekilde gerçekleştirilmesinde kritik rol oynayan çeşitli çevresel, yapısal ve insan unsurları içermektedir.

Elde edilen faktörler, uzmanlar tarafından değerlendirilmiş ve her bir faktörün gemi manevralarına etkisinin derecesi bulanık AHP analizi ile belirlenmiştir. Bu analiz, her bir faktörün göreceli ağırlığını ve önemini hesaplamak için kullanılmıştır. Aşağıda, uzman görüşleri temel alınarak oluşturulan ve analiz sürecinde kullanılan faktörlerin bir listesini içeren tablo yer almaktadır.

4.4.4. Etik Düşünceler

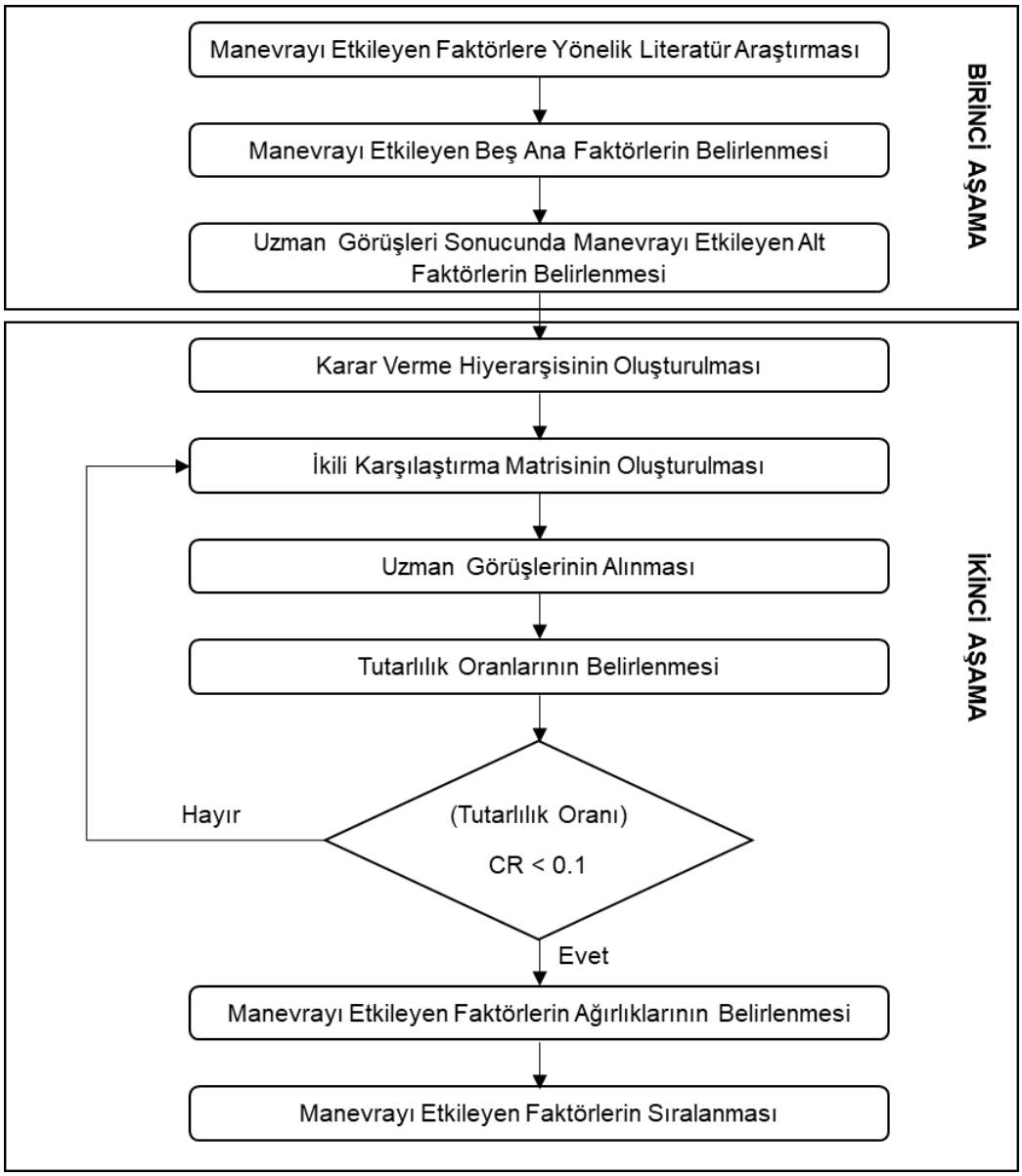
Araştırma sürecinde, katılımcıların haklarına saygı gösterilecek ve onlardan alınan bilgilerin gizliliği garanti altına alınmıştır. Tüm katılımcılar, mülakat öncesinde araştırmanın amacı ve kullanılacak yöntemler hakkında bilgilendirilmiş ve onayları

alınmıştır. Araştırma, ilgili etik kurul başvurusu enstitümüz tarafından onaylanmıştır. Bu onay yazısı Ekler bölümünde sunulmuştur. Katılımcıların gizliliği, araştırma sonuçlarının yayınlanması sürecinde de korunacak ve kişisel bilgilerin hiçbiri rapor veya yayınlarda ifşa edilmeyecektir.

4.5. ARAŞTIRMANIN MODELİ

Araştırmanın amacı, konusu bilimsel açıdan önemi ve yöntemi yukarıda sunulmuştur. Bu doğrultuda; çalışmanın süreci ile ilgili araştırma modeli oluşturulmuş olup, Şekil 13'te gösterilmiştir.

Şekil 13: Araştırmanın Modeli



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

4.6. ARAŞTIRMANIN BULGULARI

Manevra sürecinde gemilere birden fazla kuvvet etki etmektedir. Liman sahalarındaki gemi manevralarının risk analizine yönelik gerçekleştirilen bu çalışmada; manevra sürecindeki gemilere hangi faktörün daha fazla etki ettiğinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Analiz sürecinde gemi manevrasını etkileyen ana faktörler ve her bir ana faktöre ait alt faktörler gruplar halinde ayrı ayrı

değerlendirilecektir. Bu doğrultuda öncelikli olarak, manevra sürecindeki gemileri en çok hangi ana faktörün etkilediği hesaplanmıştır. Daha sonra ise her bir ana faktöre ait alt faktörler kendi aralarında karşılaştırma yaparak en çok hangisinin manevrayı etkilediği belirlenmiştir. Özetle çalışmada biri ana faktörlerin kıyaslanması, diğer 5(beş)'i ise alt faktörlerin kıyaslanması olmak üzere toplamda 6(altı) FAHP uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışmada analizler Excel yardımıyla yapılmıştır.

Çalışmada gerçekleştirilen analizlerde, normalize edilmiş ağırlıkların yer aldığı tabloların içerisinde Tutarlılık Oranına (CR) ait sonuçlar da yer almaktadır. Bu sonuç değerleri Bölüm 2.1.3.'te tanıtılan Gogus ve Boucher (1998: 133-144)'in çalışması referans alarak gerçekleştirilen hesaplamalardan elde edilmiş olup, hesaplamada kullanılan Rassal Endeksi Tablo 15'te gösterilmiştir. Hesaplamaya tekrardan kısaca değinmek gerekirse, Tutarlılık Endeksi (CI) ve Tutarlılık Oranı (CR) hesaplaması Saaty (1987) yöntemi ile benzerlik göstermekte olup, matrisin aritmetik ve geometrik ortalaması değerlerine göre iki duruma göre de hesaplanır. Hesaplama ile ilgili formüller aşağıda gösterilmiştir. İlgili hesaplamalara ait detaylı bilgiler Ekler bölümünde paylaşılmıştır.

$$CI_m = \frac{\lambda^m_{max-n}}{n-1}, \quad CI_g = \frac{\lambda^g_{max-n}}{n-1} \qquad (8),(9)$$

$$CR_m = \frac{CI_m}{RI_m}, \quad CR_g = \frac{CI_g}{RI_g} \qquad (10), (11)$$

Öte yandan, gemi manevrasına etki eden faktörlerin belirlenmesi sürecinde, yapılan uzman görüşmeleri öncesinde derin bir literatür çalışması gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın bilimsel alt yapısının sağlamlığı açısından her bir faktöre ilişkin daha öncesinde gerçekleştirilmiş çalışmalar Bölüm 3.2.'de referans gösterilmiş olup, Tablo 19'da gemi manevralarını etkileyen faktörler gösterilmiştir.

Tablo 19: Gemi Manevralarını Etkileyen Faktörler

MANEVRAYI ETKİLEYEN FAKTÖRLER				
Çevresel Faktörler	**Gemi Yapısal Özellikleri**	**Seyir Yardımcı Cihazları**	**Liman Yapısı ve Özellikleri**	**İnsan Faktörü**
Akıntı Hızı-Yönü	Baş/Kıç İterler	AIS-Radar	Baba, Anele ve Usturmaçaların Konumu	Gemi Personeli Yorgunluk Yönetimi
Dalga Boyu-Yüksekliği	Deplasman	ECDIS-GPS	Bağlı Gemilerin Rıhtımdaki Konumu	Kaptan-Kılavuz Kaptan İletişimi
Gece/Gündüz	Draft	Hızölçer	Liman Aydınlatması	Kılavuz Kaptan-Kaptan Tecrübesi
Görüş Mesafesi	Rüzgâr Alanı	Halatların ve Irgatların Kondisyonu	Manevra Basen Çapı	Köprüüstü Kaynak Yönetimi Becerisi
Rüzgâr Hızı-Yönü	Trim	VHF	Manevra Tipi Yanaşma/Ayrılma	-
-	-	-	Rıhtım Uzunluğu	-
-	-	-	Römorkör Tipi/Gücü	-

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo, faktörlerin sınıflandırmasını ve bu sınıflandırmanın alt başlıklarını, gemi manevraları üzerindeki potansiyel etkilerini özetlemektedir. Her faktör, uzmanlar tarafından bir dizi kriter kullanılarak değerlendirilmiş ve bulanık AHP metodolojisi çerçevesinde bir önem sırasına konulması amaçlanmıştır. Bu sıralama, gemi manevralarının güvenliğini artırmak için hangi faktörlere öncelik verilmesi gerektiğine dair stratejik kararlar alınmasında yardımcı olacaktır. Gerçekleştirilen uzman görüşlerinin değerlendirilme sürecinde ikili karşılaştırma ile ilgili dilsel terimler ve bunlara karşılık gelen bulanık sayılar Tablo 20’ de sunulmuştur.

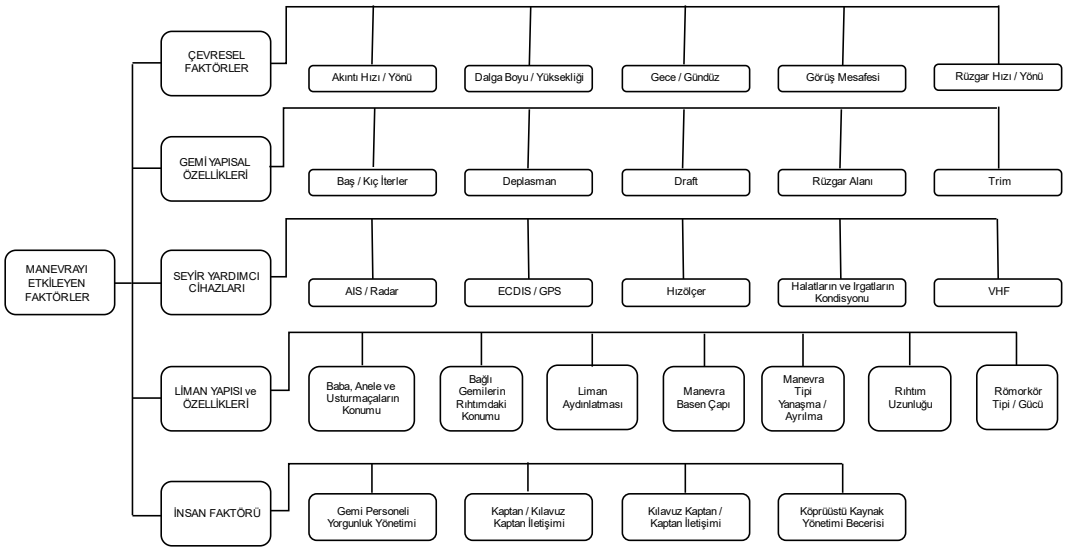
Tablo 20: Dilsel Terimler ve Bunlara Karşılık Gelen Üçgensel Bulanık Sayılar

Önem Derecesi	Önem Derecesi Tanımı	Üçgensel Bulanık Sayılar
1	Eşit Derecede Önemli	(1,1,1)
3	Zayıf Derecede Daha Önemli	(2,3,4)
5	Oldukça Önemli	(4,5,6)
7	Kesinlikle Önemli	(6,7,8)
9	Aşırı Derecede Önemli	(9,9,9)
2	Ara Değerler	(1,2,3)
4		(3,4,5)
6		(5,6,7)
8		(7,8,9)

Kaynak: Buckley'den aktaran Ayhan, 2013:14

Analitik Hiyerarşi Sürecinin ilk adımı karar problemini bileşenlerine ayırarak hiyerarşik bir yapı oluşturmaktadır. Bu doğrultuda manevrayı etkileyen faktörlere ait karar hiyerarşisi Şekil 14'te gösterilmiştir.

Şekil 14: Manevrayı Etkileyen Faktörlere Ait Karar Hiyerarşisi



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

4.6.1. Gemi Manevra Sürecini En Çok Etkileyen Ana Faktörün Belirlenmesi

Gemilere manevra sürecinde birçok kuvvet etki etmektedir. Yapılan literatür incelemesi ve alınan uzman görüşleri doğrultusunda liman sahasında gerçekleştirilen gemi manevralarına etki eden 5 (beş) ana faktör belirlenmiştir. Gerçekleştirilen bu ilk analiz ile liman sahasında gerçekleştirilen gemi manevralarında belirlenmiş olan bu faktörlerinden en çok hangisinin manevra emniyetini etkilediği hesaplanmıştır. Bu hesaplama, yapılan analizlerin doğruluğunu göstermek amacıyla detaylı olarak gösterilmiştir. Alt faktörlerin belirlenme sürecinde de aşağıda yapılan hesaplamaların aynısı gerçekleştirilmiştir. Bu analizlerde kullanılan veriler ve elde edilen sonuçlar çalışmanın devamında yer almaktadır. Bu analizler Excel yardımıyla yapılmıştır. Tablo 21'de Gemi manevrasını etkileyen ana faktörlerin veya ana kriterlerin uzmanlar tarafından alınan önem skalasındaki tercihleri gösterilmiştir. Görüş bildiren uzmanlara ait bilgiler ise Tablo 18'de yer almaktadır.

Tablo 21: Gemi Manevrasına Etki Eden Ana Kriterlerin Birbirine Göre Önem Sıralaması

ÇV: Çevresel Faktörler
GYÖ: Gemi Yapısal Özellikleri
SYC: Seyir Yardımcı Cihazları
LYÖ: Liman Yapısı ve Özellikleri
İF: İnsan Faktörü

Ana	Sol Kriterler Daha Önemlidir								Eşitlik	Sağ Kriterler Daha Önemlidir								**Ana**	**Uzman**
Kriterler	**9**	**8**	**7**	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**Kriterler**	**Sayısı**
ÇF		1	3							1	1	1	1				1	**GYÖ**	**9**
ÇF		2	1	2			1	2							1			**SYC**	**9**
ÇF			2		1			1	2	2					1			**LYÖ**	**9**
ÇF			1			1	2					1	1		1	1	1	**İF**	**9**
GYÖ	1	2	2		1		1				1		1					**SYC**	**9**
GYÖ		2	1			1			3	1							1	**LYÖ**	**9**
GYÖ			1	1	1			2	1						1		2	**İF**	**9**
SYC						1			1	1	1		1	1	2		1	**LYÖ**	**9**
SYC							1		1		2			1	1	3		**İF**	**9**
LYÖ				2			1		2	1	1				2			**İF**	**9**

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 22'de ise gemi manevrasına etki eden ana kriterlere ait bulanık önem ölçeğinin kullanıldığı, geometrik ortalama ile elde edilen ikili karşılaştırma matrisi sunulmuştur.

Tablo 22: Gemi Manevrasına Etki Eden Ana Kriterlerin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi

Ana Kriterler	**ÇF**			**GYÖ**			**SYC**		
ÇF	1.0000	1.0000	1.0000	0.9081	1.1092	1.4235	2.3051	3.1154	3.8606
GYÖ	0.7025	0.9016	1.1012	1.0000	1.0000	1.0000	2.5589	3.1226	3.7745
SYC	0.2590	0.3210	0.4338	0.2649	0.3202	0.3908	1.0000	1.0000	1.0000
LYÖ	0.5576	0.7276	0.9259	0.5132	0.5998	0.6868	2.3638	3.0027	3.6229
İF	1.2269	1.5066	1.8847	0.7951	0.9573	1.2347	2.7914	3.4230	4.0989
Ana Kriterler	**LYÖ**			**İF**					
ÇF	1.0801	1.3744	1.7935	0.5306	0.6637	0.8151			
GYÖ	1.4560	1.6673	1.9486	0.8099	1.0446	1.2577			
SYC	0.2760	0.3330	0.4230	0.2440	0.2921	0.3582			
LYÖ	1.0000	1.0000	1.0000	0.7382	0.8947	1.1177			
İF	0.8947	1.1177	1.3546	1.0000	1.0000	1.0000			

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Yukarıdaki tabloda kullanılan ikili karşılaştırma matrisinin elemanlarındaki, birinci bileşenin (l) en az yorumu, ikinci bileşenin (m) sayıların ortalaması olan üçgen bulanık sayıdır. Üçüncü bileşen ise (u) bileşeni, maksimum sayıyı ifade etmektedir. Hesaplamanın devamı 3(üç) adımda açıklanmıştır.

Adım 1: Öncelik matrisine göre ana kriterlerin ağırlıklarını belirleyebilmek amacıyla ikili karşılaştırma matrisinin her bir satırı için "S_i" hesaplanması gerçekleştirilmiştir. "S_i"değeri satır değeri, "i" satır numarasını, "j" ise sütun numarasını temsil etmektedir. İlgili formül aşağıda gösterilmiştir. Bulanık sayıların her bir satırına aşağıdaki formül uygulanarak normalleştirme işlemi gerçekleştirilmiş olup, elde edilen sonuçlar Tablo 23'te sunulmuştur.

$$S_i = RS_i / \sum_{j=1}^{n} RS_j \qquad (19)$$

$$= \left(\frac{\sum_{j=1}^{n} l_{ij}}{\sum_{j=1}^{n} l_{ij} + \sum_{k=1,\ k\neq i}^{n} + \sum_{j=1}^{n} u_{kj}}, \frac{\sum_{j=1}^{n} m_{ij}}{\sum_{k=1}^{n} l_{ij}\ \sum_{j=1}^{n} m_{kj}}, \frac{\sum_{j=1}^{n} u_{ij}}{\sum_{j=1}^{n} u_{ij} + \sum_{k=1,\ k\neq i}^{n} + \sum_{j=1}^{n} l_{kj}} \right)$$

Buna göre;

$$S_{ÇF} = RS_{ÇF} \otimes \left[RS_{ÇF} \oplus RS_{GYÖ} \oplus RS_{SYC} \oplus RS_{LYÖ} \oplus RS_{İF} \right]^{-1}$$

$$= \left(\frac{5.8239}{5.8239+28.6141}, \frac{7.2627}{7.2627+24.2319}, \frac{8.8927}{8.8927+20.4521} \right)$$

= (0.1691, 0.2306, 0.3030),

$$S_{GYÖ} = RS_{GYÖ} \otimes \left[RS_{ÇF} \oplus RS_{GYÖ} \oplus RS_{SYC} \oplus RS_{LYÖ} \oplus RS_{İF} \right]^{-1}$$

$$= \left(\frac{6.5273}{6.5273+28.4247}, \frac{7.7361}{7.7361+23.7585}, \frac{9.0820}{9.0820+19.7487} \right)$$

= (0.1868, 0.2456, 0.3150),

$$S_{SYC} = RS_{SYC} \otimes \left[RS_{ÇF} \oplus RS_{GYÖ} \oplus RS_{SYC} \oplus RS_{LYÖ} \oplus RS_{İF} \right]^{-1}$$

$$= \left(\frac{2.0439}{2.0439+34.9008}, \frac{2.2664}{2.2664+29.2282}, \frac{2.6059}{2.6059+24.2321} \right)$$

= (0.0553, 0.0720, 0.0971),

$$S_{LYÖ} = RS_{LYÖ} \otimes \left[RS_{ÇF} \oplus RS_{GYÖ} \oplus RS_{SYC} \oplus RS_{LYÖ} \oplus RS_{İF} \right]^{-1}$$

$$= \left(\frac{5.1728}{5.1728+30.1535}, \frac{6.2248}{6.2248+25.2698}, \frac{7.3533}{7.3533+21.1032} \right)$$

= (0.1464, 0.1976, 0.2584),

$$S_{İF} = RS_{İF} \otimes \left[RS_{ÇF} \oplus RS_{GYÖ} \oplus RS_{SYC} \oplus RS_{LYÖ} \oplus RS_{İF} \right]^{-1}$$

$$= \left(\frac{6.7081}{6.7081+27.9339}, \frac{8.0046}{8.0046+23.4900}, \frac{9.5729}{9,5729+19.5679} \right)$$

= (0.1936, 0.2542, 0.3285).

Tablo 23: Ana Faktörlere Ait Kriterlerin Bulanık Satır Değerleri

Kriterler	**Bulanık Satır Değerleri**		
	l	**m**	**u**
Çevresel Faktör	0.1691	0.2306	0.3030
Gemi Yapısal Özellikleri	0.1868	0.2456	0.3150
Seyir Yardımcı Cihazları	0.0553	0.0720	0.0971
Liman Yapısı ve Özellikleri	0.1464	0.1976	0.2584
İnsan Faktörü	0.1936	0.2542	0.3285

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Adım 2: Yukarıdaki işlemler sonucunda her bir satırın bulanık ağırlığı elde edilmiş olup, aşağıdaki formül uygulanarak her bir bulanık satırının yani (S_i) değerinin büyüklük değeri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 24'te sunulmuştur.

$$Mag(S_1)= \frac{l+10m+u}{12} \quad (20)$$

$$Mag(S_{ÇF})=\frac{0.1691+2.3060+0.303}{12}=0.2315$$

$$Mag(S_{GYÖ})=\frac{0.1868+2.4560+0.315}{12}=0.2465$$

$$Mag(S_{SYC})=\frac{0.0553+0.7200+0.0971}{12}=0.0727$$

$$Mag(S_{LYÖ})=\frac{0.1464+1.9760+0.2584}{12}=0.1984$$

$$Mag(S_{İF})=\frac{0.1936+2.5420+0.3285}{12}=0.2553$$

Tablo 24: Ana Faktörlere Ait Kriterlerin Büyüklük Değerleri

Kriterler	**Büyüklük Değerleri**
Çevresel Faktör	0.2315
Gemi Yapısal Özellikleri	0.2465
Seyir Yardımcı Cihazları	0.0727
Liman Yapısı ve Özellikleri	0.1984
İnsan Faktörü	0.2553
Toplam	1.0044

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Adım 3: Bir önceki adımda gemi manevralarını etkileyen ana faktörlere ait kriterlerin karşılaştırma matrisindeki ağırlıkları belirlenmiştir. Bu adımda ise, nihai ağırlık vektörünü hesaplamak için önceki adımda hesaplanan ağırlık vektörü aşağıda gösterilen formüle uygun olarak normalleştirilmiş olup; elde edilen sonuçlar Tablo 25'te sunulmuştur.

$$w_i= Mag(S_i) \Big/ \sum_{j=1}^{n} Mag\,(Si)\,,\ i=1,\ \ldots,n. \quad (21)$$

$$W=(w_1,\ \ w_2,\ \ \ldots,w_n)^T \quad (22)$$

Buna göre;

$W_{ÇV}$ = 0.2315 / 1044= 0.2305

$W_{GYÖ}$ = 0.2465 / 1044= 0.2454

W_{SYC} = 0.0727 / 1044= 0.0723

$W_{LYÖ}$ = 0.1984 / 1044= 0.1976

$W_{İF}$ = 0.2553 / 1044= 0.2542

Tablo 25: Ana Faktörlere Ait Kriterlerin Normalleştirilmiş Ağırlıkları

Kriterler	**Normalleştirilmiş Ağırlıklar**	**Tutarlılık Oranı (CR)**
Çevresel Faktör	0.2305	**(CRm):** 0.0125 **(CRg):** 0.0405
Gemi Yapısal Özellikleri	0.2454	
Seyir Yardımcı Cihazları	0.0723	
Liman Yapısı ve Özellikleri	0.1976	
İnsan Faktörü	0.2542	

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

4.6.2. Gemi Manevra Sürecini En Çok Etkileyen Alt Faktörlerin Belirlenmesi

Çevresel Faktör, Gemi Yapısal Özellikleri ve Seyir Yardımcı Cihazlarına ait alt kriterlerin önem sıralamasına yönelik toplam 9(dokuz) uzman tarafından alınan görüş dağılımı Tablo 26'da gösterilmiştir.

Tablo 26: ÇF, GYO ve SYC' ye Ait Alt Kriterlerin Birbirine Göre Önem Sıralaması

AHY: Akıntı Hızı / Yönü
DBY: Dalga Boyu Yüksekliği
GG: Gece / Gündüz
GM: Görüş Mesafesi
RHY: Rüzgâr Hızı / Yönü

Çevresel	Sol Kriterler Daha Önemlidir								Eşitlik	Sağ Kriterler Daha Önemlidir								Ana	Uzman
Faktörler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kriterler	Sayısı
AHY	1	2	2	1		1	2											DBY	9
AHY	1	2	2	1	1			2										GG	9
AHY		1		2				2	1	1			1			1		GM	9
AHY		1	1		1				5	1								RHY	9
DBY			1	2		2	1	1		1		1						GG	9
DBY			1			1			1	3		1		1		1		GM	9
DBY						1	1		1		2	2		1		1		RHY	9
GG							1	1	1		1		1	1			3	GM	9
GG											1		2	3	1		2	RHY	9
GM				2				1	1		1	3				1		RHY	9

BKİ: Baş / Kıç İter
DEP: Deplasman
DRA: Draft
RA: Rüzgâr Alanı
TRM: Trim

Gemi	Sol Kriterler Daha Önemlidir								Eşitlik	Sağ Kriterler Daha Önemlidir								Ana	Uzman
Yapısal Özellikleri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kriterler	Sayısı
BKİ	1	1		1		3			1		1		1					DEP	9
BKİ	1			2		2			1		2		1					DRA	9
BKİ	1				1		1	3	1		1				1			RA	9
BKİ	1		2			1	3			1		1						TRM	9
DEP								1	2	1	2		2			1		DRA	9
DEP						1			1	1	1	3		2				RA	9
DEP							1	4	2		2							TRM	9
DRA				1		1		1	2	1	1	1	1					RA	9
DRA						2	3	2	1				1					TRM	9
RA	1	1	1			3	1	1						1				TRM	9

AR: AIS / RADAR
EG: ECDIS / GPS
HÖ: Hızölçer
HIK: Halat ve Irgatların Kondisyonu
VHF: Very High Frequency

Seyir	Sol Kriterler Daha Önemlidir								Eşitlik	Sağ Kriterler Daha Önemlidir								Ana	Uzman
Yardımcı Cihazları	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kriterler	Sayısı
AR							1		1	1		4		1		1		EG	9
AR	1				3	1		1		1		1				1		HÖ	9
AR									1	1	1		1	3	1		1	HIK	9
AR	1		1					1	1		1		1	1			2	VHF	9
EG	1			2	1	1		1	1	1					1			HÖ	9
EG								1	1	1		1	1	3			1	HIK	9
EG	1				1		1	1			2		1	1			1	VHF	9
HÖ										1		1	2	1	1		3	HIK	9
HÖ						1		2					3	1			2	VHF	9
HIK	2	1	1			1	1	1					2					VHF	9

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Yukarıdaki tablonun devamı olarak Liman Yapısı ve özellikleri, İnsan Faktörüne ait alt kriterlerin önem sıralamasına yönelik toplam 9(dokuz) uzman tarafından alınan görüş dağılımı Tablo 27'de gösterilmiş.

Tablo 27: LYÖ ve İF' ye Ait Kriterlerin Birbirine Göre Önem Sıralaması

BAU: Baba Anele ve Usturmaçaların Konumu
BGR: Bağlı Gemilerin Rıhtımdaki Konumu
LA: Liman Aydınlatması
MBÇ: Manevra Basen Çapı
MT: Manevra Tipi Yanaşma / Ayrılma
RU: Rıhtım Uzunluğu
RTG: Römorkör Tipi / Gücü

Liman Yapısı ve Özellikleri	Sol Kriterler Daha Önemlidir								Eşitlik	Sağ Kriterler Daha Önemlidir								Ana Kriterler	Uzman Sayısı
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
BAU					1	1			2		1			2	1		1	BGR	9
BAU			1		1				1		3		1			1	1	LA	9
BAU						1	1			1		2		1	1	1	1	MBÇ	9
BAU									1	1		3		1	1	2		MT	9
BAU					1	1		1	1		1		1	1	1		1	RU	9
BAU															4	2	3	RTG	9
BGR				1	1		2	1	1			1		1		1		LA	9
BGR				2	1	1		1	2				1	1				MBÇ	9
BGR					3		1	1	2			1				1		MT	9
BGR					2		1	1	2			3						RU	9
BGR										2	2	1	3	1				RTG	9
LA			1	1	1		1			2		1	1			1		MBÇ	9
LA			1	1						3		2	1			1		MT	9
LA				1	1			1	1		1	2	2					RU	9
LA														1	3	3	2	RTG	9
MBÇ					3	1		1	2		1			1				MT	9
MBÇ				2		1	1	2			1	1		1				RU	9
MBÇ								1				3	2		2	1		RTG	9
MT		1		1		1		1		1	2	2						RU	9
MT														1	3	3	2	RTG	9
RU														3	4	1	1	RTG	9

GPY: Gemi Personeli Yorgunluk Yönetimi
KKİ: Kaptan / Kılavuz Kaptan İletişimi
KKT: Kılavuz Kaptan / Kaptan Tecrübesi
KKY: Köprüüstü Kaynak Yönetimi Becerisi

İnsan Faktörü	Sol Kriterler Daha Önemlidir								Eşitlik	Sağ Kriterler Daha Önemlidir								Ana Kriterler	Uzman Sayısı
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
GPY									2	2	1				1	2	1	KKİ	9
GPY										3		1	2			2	1	KKT	9
GPY	1				1				2	2	2		1					KKY	9
KKİ			1					1	1	1	3		1				1	KKT	9
KKİ	1	1	2		1		1	2	1									KKY	9
KKT	2	1			2			1	2					1				KKY	9

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Çevresel Faktörler, Gemi Yapısal Özellikleri, Seyir Yardımcı Cihazları, Liman Yapısı ve Özellikleri ve son olarak İnsan Faktörlerinden oluşan ana faktörlere ait alt kriterlerin toplam 9(dokuz) uzman tarafından alınan görüşler doğrultusunda elde edilen ikili karşılaştırma matrisleri Tablo 28 ve Tablo 29'da gösterilmiştir.

Tablo 28: ÇF, GYO ve SYC' ye Ait Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisleri

Çevresel Faktörler	AHY			DBY			GG			GM			RHY		
AHY	1.0000	1.0000	1.0000	4.5566	5.6741	6.7485	4.0330	5.3154	6.4601	1.0086	1.3450	1.7340	1.5640	1.7316	1.9626
DBY	0.1482	0.1762	0.2195	1.0000	1.0000	1.0000	1.7807	2.4363	3.2387	0.5045	0.6408	0.8983	0.3957	0.4935	0.6311
GG	0.1548	0.1881	0.2480	0.3088	0.4105	0.5616	1.0000	1.0000	1.0000	0.2837	0.3558	0.4374	0.1432	0.1684	0.2054
GM	0.5767	0.7435	0.9915	1.1132	1.5604	1.9822	2.2863	2.8103	3.5249	1.0000	1.0000	1.0000	0.5616	0.7117	0.9004
RHY	0.5095	0.5775	0.6394	1.5846	2.0263	2.5269	4.8683	5.9385	6.9837	1.1106	1.4050	1.7807	1.0000	1.0000	1.0000
Gemi Yapısal Özellikleri	**BKİ**			**DEP**			**DRA**			**RA**			**TRM**		
BKİ	1.0000	1.0000	1.0000	1.8949	2.3059	2.7777	1.3850	1.6945	2.0914	1.0801	1.5493	2.0119	1.9767	2.6268	3.4446
DEP	0.3600	0.4337	0.5277	1.0000	1.0000	1.0000	0.3422	0.4348	0.5734	0.3253	0.4044	0.5368	0.7937	1.2044	1.6295
DRA	0.4781	0.5901	0.7220	1.7441	2.2998	2.9225	1.0000	1.0000	1.0000	0.7025	0.9032	1.1782	1.3180	1.9145	2.4840
RA	0.4971	0.6455	0.9259	1.8627	2.4727	3.0739	0.8488	1.1072	1.4235	1.0000	1.0000	1.0000	2.3949	3.1693	3.9149
TRM	0.2903	0.3807	0.5059	0.6137	0.8303	1.2599	0.4026	0.5223	0.7587	0.2554	0.3155	0.4175	1.0000	1.0000	1.0000
Seyir Yardımcı Cihazları	**AR**			**EG**			**HÖ**			**HIK**			**VHF**		
AR	1.0000	1.0000	1.0000	0.2950	0.3674	0.4823	1.3102	1.7325	2.2608	0.1997	0.2380	0.3019	0.5216	0.6371	0.7687
EG	2.0736	2.7216	3.3896	1.0000	1.0000	1.0000	1.6681	2.1360	2.6890	0.2455	0.3091	0.3979	0.5962	0.7834	1.0132
HÖ	0.4423	0.5772	0.7632	0.3719	0.4682	0.5995	1.0000	1.0000	1.0000	0.1475	0.1762	0.2229	0.3003	0.4002	0.5066
HIK	3.3124	4.2018	5.0064	2.5132	3.2357	4.0733	4.4870	5.6769	6.7792	1.0000	1.0000	1.0000	1.9705	2.5370	3.1072
VHF	1.3008	1.5697	1.9172	0.9870	1.2765	1.6772	1.9740	2.4987	3.3304	0.3218	0.3942	0.5075	1.0000	1.0000	1.0000

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 29: LYÖ ve İF' ye Ait Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisleri

Liman Yapısı ve Özellikleri	BAU			BGR			LA			MBÇ			MT		
BAU	1.0000	1.0000	1.0000	0.4506	0.5232	0.6145	0.4457	0.5352	0.6688	0.2929	0.3681	0.4788	0.2031	0.2426	0.3083
BGR	1.6273	1.9112	2.2194	1.0000	1.0000	1.0000	0.8587	1.1218	1.3886	1.2442	1.5375	1.8213	1.1232	1.4198	1.7076
LA	1.4951	1.8686	2.2435	0.7201	0.8915	1.1645	1.0000	1.0000	1.0000	0.7732	0.9983	1.3608	0.4542	0.5864	0.8461
MBÇ	2.0885	2.7168	3.4140	0.5491	0.6504	0.8038	0.7349	1.0018	1.2933	1.0000	1.0000	1.0000	1.2385	1.5626	1.9009
MT	3.2431	4.1227	4.9238	0.5856	0.7043	0.8903	1.1819	1.7052	2.2016	0.5261	0.6399	0.8074	1.0000	1.0000	1.0000
RU	1.4050	1.7340	2.1817	0.7349	0.9097	1.1635	1.0962	1.3950	1.7807	0.5318	0.7025	0.9924	0.6955	0.9685	1.3109
RTG	6.8340	7.8409	8.8463	2.5018	3.6247	4.6856	6.5983	7.6075	8.6146	3.2110	4.0805	5.1597	6.5983	7.6075	8.6146

Liman Yapısı ve Özellikleri	RU			RTG		
BAU	0.4584	0.5767	0.7117	0.1130	0.1275	0.1463
BGR	0.8595	1.0993	1.3608	0.2134	0.2759	0.3997
LA	0.5616	0.7169	0.9122	0.1161	0.1314	0.1516
MBÇ	1.0077	1.4235	1.8804	0.1938	0.2451	0.3114
MT	0.7629	1.0325	1.4377	0.1161	0.1314	0.1516
RU	1.0000	1.0000	1.0000	0.1258	0.1441	0.1686
RTG	5.9303	6.9399	7.9471	1.0000	1.0000	1.0000

İnsan Faktörü	GPY			KKİ			KKT			KKY		
GPY	1.0000	1.0000	1.0000	0.2533	0.3016	0.3908	0.1850	0.2348	0.3350	0.6934	0.8572	1.1582
KKİ	2.5589	3.3153	3.9485	1.0000	1.0000	1.0000	0.4317	0.5639	0.7687	2.9343	3.9061	4.7556
KKT	2.9850	4.2587	5.4049	1.3008	1.7735	2.3164	1.0000	1.0000	1.0000	2.1601	2.5984	2.9959
KKY	0.8634	1.1665	1.4422	0.2103	0.2560	0.3408	0.3338	0.3848	0.4629	1.0000	1.0000	1.0000

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Gemi manevrasını en çok etkileyen ana faktörün belirlenmesine yönelik hesaplamalar yukarıda detaylı olarak gösterilmiştir. Aynı hesaplama her bir ana faktöre ait alt faktörlerde de uygulanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 30'da sunulmuştur.

Tablo 30: Alt Faktörlere Yönelik Gerçekleştirilen Analizlere Ait Sonuçlar

Ana Faktörler	Kriterler	Bulanık Satır Değerleri			Büyüklük Değerleri Mag(Si)	Normalleştirilmiş Ağırlıklar	Tutarlılık Oranı
		l	m	u			
Çevresel Faktörler	AHY	0.2900	0.3794	0.4683	0.3794	0.3777	CRm: 0.0315 CRg: 0.0959
	DBY	0.0841	0.1195	0.1728	0.1210	0.1205	
	GG	0.0401	0.0535	0.0742	0.0541	0.0538	
	GM	0.1236	0.1719	0.2376	0.1733	0.1726	
	RHY	0.2071	0.2757	0.3557	0.2766	0.2754	
Gemi Yapısal Özellikleri	BKİ	0.2146	0.2979	0.3966	0.2992	0.2972	CRm: 0.0119 CRg: 0.0308
	DEP	0.0768	0.1129	0.1641	0.1141	0.1134	
	DRA	0.1493	0.2177	0.3006	0.2190	0.2175	
	RA	0.1917	0.2725	0.3653	0.2735	0.2717	
	TRM	0.0696	0.0990	0.1519	0.1009	0.1003	
Seyir Yardımcı Cihazları	AR	0.0768	0.1076	0.1527	0.1088	0.1083	CRm: 0.0185 CRg: 0.0527
	EG	0.1333	0.1882	0.2577	0.1894	0.1885	
	HÖ	0.0515	0.0710	0.1002	0.0718	0.0715	
	HIK	0.3485	0.4508	0.5437	0.4500	0.4480	
	VHF	0.1331	0.1824	0.2564	0.1845	0.1837	
Liman Yapısı ve Özellikleri	BAU	0.0309	0.0414	0.0574	0.0419	0.0417	CRm: 0.0304 CRg: 0.0915
	BGR	0.0737	0.1027	0.1404	0.1034	0.1030	
	LA	0.0542	0.0761	0.1096	0.0771	0.0767	
	MBÇ	0.0731	0.1056	0.1487	0.1065	0.1060	
	MT	0.0797	0.1147	0.1596	0.1155	0.1150	
	RU	0.0595	0.0842	0.1219	0.0853	0.0849	
	RTG	0.3853	0.4753	0.5630	0.4751	0.4729	
İnsan Faktörü	GPY	0.0773	0.1014	0.1467	0.1032	0.1028	CRm: 0.0343 CRg: 0.0944
	KKİ	0.2795	0.3720	0.4663	0.3722	0.3710	
	KKT	0.3096	0.4078	0.5055	0.4078	0.4065	
	KKY	0.0876	0.1189	0.1644	0.1201	0.1197	

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

SONUÇ

Ticari deniz filolarında görev alan aktörlerin en önemli arzusu gemiyi ve yükü emniyetli şekilde limana yanaştırıp ilgililere teslim etmektir. Gemilerin dünya ticaretindeki üstlenmiş olduğu kritik rol, denizcilik alanındaki gelişmeleri hızlandırmış ve devasa boyutlara ulaşan gemilere olan ilgiyi artırmıştır. Gemi boyutlarının bu derece artması sevk ve idaresindeki birtakım zorlukları da beraberinde getirmiştir. Gemilerin artan boyutlarından kaynaklı riskler denizlerde telafisi zor çevresel, finansal, can ve mal kaybı ile sonuçlanabilmektedir. Nitekim dar su yolları ve liman sahalarında bu riskler açık denizlere oranla çok daha fazladır. Otoriteler bu riskleri minimuma indirme amacıyla birtakım düzenlemeler ve uygulamalar ortaya koymuşlardır. Güvenli liman tasarımları, deniz trafik düzenlemeleri, liman sahalarındaki römorkör ve kılavuz kaptanlık hizmetleri bu uygulamalardan sadece birkaçını oluşturmaktadır. İşte tüm bu uygulamaların gelişimi ve sürdürülebilirliğin sağlanmasında risk analizleri çok önemli bir yer tutmaktadır. Çünkü risk analizleri bizlere alınması gereken öncelikli önlemlerin tespit edilmesi hususunda önemli fikirler sunmaktadır.

Bu motivasyonla çalışmada, oluşturulan bulanık mantık modellemesi ile liman sahasında gerçekleştirilen gemi manevralarına etki eden faktörlerin belirlenerek bu faktörlerin risk değerlendirmesinin yapılması amaçlanmıştır. Kuşkusuz gemi manevrası aynı anda çok sayıda faktörün etki ettiği dinamik bir süreçtir. Bütün faktörlerin çalışmada yer almadığı görülebilir fakat çalışmanın bilimsel altyapısının sağlam olması öncelikli amaçtır. Tespit edilen her bir faktörün analiz edilmesi, uzman değerlendirmeleri sürecinde karmaşıklığa yol açabileceği kanaatine varılmıştır. Dolayısıyla bu modelde öncelikli olarak, kapsamlı literatür araştırması gerçekleştirilmiş sonrasında uzman kişiler ile yapılan görüşmelerle manevraya etki eden ana faktörler ve her bir ana faktöre ait manevrayı en çok etkilediği düşünülen alt faktörlere yer verilmiştir. Bu faktörler gemi manevrasını etkilemektedir fakat daha önemlisi bu faktörlerden kaynaklanacak olumsuzluklar birer risk oluşturmaktadır. Dolayısıyla gerçekleştirilen çalışma aynı zamanda gemi manevralarına yönelik bir risk değerlendirmesi niteliğindedir.

Çalışmada alanında uzman 9 (dokuz) kılavuz kaptandan alınan veriler doğrultusunda 6 (altı) ayrı FAHP uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bunlardan ilki gemi manevrasını en çok etkileyen ana faktörün tespitine yöneliktir. Diğer 5 (beş) analiz ise gemi manevrasını en çok etkileyen alt faktörlerin tespitine yöneliktir. Çalışmanın

amacı doğrultusunda, hiyerarşik yapı oluşturma sürecinde alternatiflere yer verilmemiştir. Kısaca açıklamak gerekirse, ikili karşılaştırma sürecinde uzmanlardan hangi kriterin gemi manevrasını daha çok etkilediği sorusunu cevaplaması istenmiştir. Çalışmada analizler Excel yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Tablo 31'de ise gerçekleştirilen her bir analiz sonucunda elde edilen sonuçlar gösterilmiştir.

Tablo 31: Analizlere Ait Sonuçlar

Analizler	**En Yüksek Değeri Alan Faktörler**	**Normalize Ağırlık Değeri**
Ana Faktör	İnsan Faktörü	0.2553
Çevresel Faktör	Akıntı Hızı/Yönü	0.3777
Gemi Yapısal Özellikleri	Baş/Kıç İterler	0.2972
Seyir Yardımcı Cihazları	Halatların ve Irgatların Kondisyonu	0.4480
Liman Yapısı ve Özellikleri	Römorkör Tipi/Gücü	0.4729
İnsan Faktörü	Kılavuz Kaptan/Kaptan Tecrübesi	0.4065

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Birinci analiz ile liman sahasında gerçekleştirilen gemi manevralarında belirlenmiş olan bu ana faktörlerinden en çok hangisinin manevra emniyetine etki ettiği hesaplanmıştır. Bu faktörler sırasıyla Çevresel Faktörler, Gemi Yapısal Özellikleri, Seyir Yardımcı Cihazları, Liman Yapısı ve Özellikleri son olarak İnsan Faktörü' dür. Yapılan analiz sonucunda gemi manevrasını en çok etkileyen ana faktörün İnsan faktörü olduğu tespit edilmiştir. Nitekim bu sonuç deniz kazalarına yönelik gerçekleştirilen çalışmaları doğrulamaktadır fakat ortaya çıkan sonucun diğer ana faktörlerle kıyaslandığı zaman büyük bir üstünlük sağlamadı ortaya çıkmaktadır. Tablo 26'da gösterilen sonuçlarda; İnsan faktörünün normalize ağırlığı 0.2553 iken Gemi Yapısal Özelliklerinin 0.2465, Çevresel Faktörlerinin 0.2315, Liman Yapısı ve Özelliklerinin 0.1984, Seyir Yardımcı Cihazlarının ise 0.0727 olduğu görülmektedir. Bu sonuç, bizlere gemi manevrasının bir bütün olarak incelenmesi gerektiğini, manevra sürecinde gemilerin aynı anda birden fazla kuvvetin senkronize olarak yönetildiğini göstermektedir.

Nitekim bu durum Gruenefeld ve diğerleri (2018:495)'in çalışmasını destekler niteliktedir. Çünkü liman sahasındaki gemi manevra emniyeti üzerinde duran bu çalışmada, deniz kazalarının 53.9% İnsan faktöründen kaynaklı olduğunu ifade etmektedir.

Yukarıda ana faktörlerin kendi aralarında önem sıralaması gerçekleştirilmiştir. Bundan sonraki 5(beş) analizde ise her bir ana faktöre ait alt faktörler kendi aralarında önem sıralaması yapılmıştır. Bu doğrultuda ikinci analizde ise, gemileri manevra sürecinde etkilediği düşünülen bazı çevresel faktörler incelenmiştir. Yapılan analiz ile manevra sürecindeki gemileri en çok hangi çevresel faktörün manevra emniyetini etkilediği hesaplanmıştır. Tablo 30'a göre Akıntı Hızı ve Yönünün normalize ağırlığı 0.3777 iken Rüzgâr Hızı ve Yönünün 0.2754, Görüş Mesafesinin 0.1726, Dalga Boyu ve Yüksekliğinin 0.1205 ve Gece/Gündüz durumunun ise 0.0538 olduğu görülmektedir. Sonuçlara göre gemi manevrasını en çok etkileyen çevresel faktörün akıntı olduğu anlaşılmaktadır. Bu sonuç, gemi manevra sürecine yönelik algıları doğrular niteliktedir. Ayrıca akıntının gemilerin hareketini sağlayan pervaneleri ve su kesim hattı altındaki alanı doğrudan etkilediği için manevrayı olumsuz etkilediği değerlendirilebilir. Nitekim limanlar çevresel koşullar bakımından korunaklı alanlara inşa edilmektedir dolayısıyla bu alanlarda görülebilecek dalgalar gemilerin boyutları göz önüne alındığı zaman manevrayı çok etkilemeyeceği değerlendirilebilir. Öte yandan manevra sürecinde kullanılan römorkörlerin gemilere oranla küçük fakat güçlü yapıları rüzgâr kuvvetini çok daha kolaylıkla yenebileceği şeklinde değerlendirilebilir. Kısıtlı görüş koşullarının gemi manevrasında deniz kazalarına yönelik bir tehdit oluşturduğu görülmektedir. Ortaya çıkan sonuçlara göre bu durumun liman ışıklandırmaları ve seyir yardımcı cihazları sayesinde diğer faktörlere oranla manevra emniyetini daha az tehdit ettiği şeklinde değerlendirilmektedir.

Elde edilen sonuçlar literatürdeki çalışmalar ile karşılaştırıldığında ise Xue ve diğerleri (2019)'un gemilerin manevrasına etki eden çevresel faktörleri rüzgâr hızı-yönü, akıntı hızı-yönü dalga boyu ve su derinliği olarak belirlediği çalışmasında, faktörlerinin etki derecesini belirlemek amacıyla Gri İlişkisel Analiz Teorisi (GRA)'ne dayalı bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmanın sonucunda gemi manevrasını en fazla etkileyen faktörün dalga yönü olduğu, en az etkileyen ise dalga yüksekliği olduğunu tespit etmiştir. Bu bağlamda sonuçlarda farklılık olduğu görülmektedir. Öte yandan, Zhou ve diğerleri (2020) gerçekleştirdiği çalışmada AIS' ten elde edilen veriler ile yapılan regresyon analiziyle Rüzgâr ve akıntının gemi manevraları üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışmada gemi boyutları arttıkça akıntının rüzgâr kuvvetine karşı büyüklük katsayısının arttığı tespit edilmiştir.

Üçüncü analizde ise gemilerin manevra sürecini etkileyen gemilerin bazı yapısal özellikleri belirlenmiştir. Yapılan analiz ile liman sahasında gerçekleştirilen gemi manevralarında gemi yapısal özelliklerinden en çok hangisinin manevra

emniyetini etkilediği hesaplanmıştır. Tablo 30'a göre Baş/Kıç İterlerin normalize ağırlığı 0.2972 iken geminin Rüzgâr alanı 0.2717, Draft 0.2175, Deplasman 0.1134 ve Trim ise 0.1003 olarak ağırlıklandırılmıştır. Kılavuz kaptanlar liman sahasındaki manevra sürecinin baş aktörleridir. Ortaya çıkan sonuca göre; kılavuz kaptanların, manevra sürecinde gemiyi etkileyen hidrodinamik ve aerodinamik kuvvetlerin üstesinden gelebilmek için elinde yeterli bir enstrüman olması halinde kendilerini daha emniyette hissettikleri şeklinde değerlendirmektedir. Çünkü baş/kıç iterler geminin yanal hareketlerini sağlayan bir ekipmandır. Öte yandan gemilerin rüzgâr alanı, draft ve trimi de manevradan kaynaklı riskler için birer tehdittir. Fakat gemi makinalarının ve manevraya yardımcı olan römorkörlerin gücü bu kuvvetlerin üstesinden gelmek için yeterli olduğu düşünüldüğünden baş/kıç itere göre daha geri planda yer almaktadır.

Elde edilen sonuçlar literatürdeki diğer çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Bu doğrultuda, Himaya ve diğerleri (2022) Trim ve Draftın bir konteyner gemisinin manevra kabiliyeti üzerindeki etkilerini belirlemeyi amaçladığı çalışmasında, geminin draft veya baştan trimi arttıkça dönüş çapı küçüldüğü (yani dönüş kabiliyetinin arttığı) saptanmıştır. Bu sonuç gerçekleştirmiş olduğumuz bu çalışmanın sonuçları ile uyuşmamaktadır. Çünkü elde ettiğimiz sonuçlara göre gemi yapısal özellikleri içerisinde yer alan trim manevrayı en az etkileyen faktör olarak öne çıkmaktadır. Öte yandan, Le ve diğerleri (2000) Liman sahasındaki gemi manevralarını etkileyen hidrodinamik kuvvetleri analiz ettiği çalışmasında gemi tam boyu arttıkça rotayı daha iyi takip ettiğini fakat pervane gücü arttıkça gemilerin manevra kabiliyetinin de arttığını ifade etmiştir. Bu durum çalışmamız sonucunu doğrular niteliktedir

Dördüncü analizde ise gemileri manevra sürecinde en çok etkilediği düşünülen bazı seyir yardımcı cihazları belirlenmiştir. Yapılan analiz ile liman sahasında gerçekleştirilen gemi manevralarında seyir yardımcı cihazlarından en çok hangisinin manevra emniyetini etkilediği hesaplanmıştır. Tablo 30'a göre Halatların ve Irgatların Kondisyonuna ait normalize ağırlık değeri 0,4480 iken, ECDIS/GPS 0.1885, VHF 0.1837, AIS/Radar 0.1083 ve Hızölçer ise 0.0715 değerini almıştır. Kuşkusuz AIS/Radar, ECDIS/GPS, Hızölçer ve VHF'de halat ve ırgatlar gibi manevra süreci aktörleri tarafından anlık olarak faydalanılan ekipmanlardır. Manevra sürecinde römorkörler gemileri çekme hareketini halat ve ırgatlar aracılığıyla gerçekleştirirler ayrıca gemiler limana halat ve ırgarlar sayesinde bağlanırlar. Dolayısıyla bu süreçte halat ve ırgatlarda meydana gelebilecek olumsuzluklar doğrudan bir deniz kazasıyla sonuçlanabilir. Öte yandan kılavuz kaptanlar belirli bir mesleki tecrübe ve yetkinliğine

sahip kişilerden oluşmaktadırlar. Ayrıca manevranın gerçekleştirildiği liman sahası için özel olarak yetiştirilmiş kişileridir. Dolayısıyla manevra alanını ve liman işletmelerine ait diğer aktörleri çok yakından tanımaktadırlar. Dolayısıyla ECDIS, GPS, AIS, Radar, Hızölçer ve VHF gibi seyir yardımcı cihazlarından kaynaklı olumsuzlukları kendi bilgi birikimleri ile nispeten daha rahat çözüme ulaştırabilirler. Nitekim uzman görüşlerinde de bu duygunun hâkim olduğu, halat ve ırgat tercihlerindeki bu mutlak üstünlüğün nedeninin de bu olabileceği değerlendirilmektedir.

Beşinci analizde ise gemileri manevra sürecinde en çok etkilediği düşünülen limanların bazı yapısal özellikleri belirlenmiştir. Yapılan analiz ile liman sahasında gerçekleştirilen gemi manevralarında bu liman yapısı ve özelliklerinden en çok hangisinin manevra emniyetini etkilediği hesaplanılmıştır. Tablo 30'a göre Römorkör Tipi/Gücüne ait normalize ağırlık değeri 0.4729 iken, Manevra Tipi 0.1150, Manevra Basen Çapı 0.1060, Bağlı Gemilerin Rıhtımdaki Konumu 0.1030, Liman Aydınlatması 0.0767, Baba Anele ve Usturmaçalar ise 0.0417 değerini almıştır. Bu durum, seyir yardımcı cihazlarına yönelik gerçekleştirilen analize benzerlik göstermektedir. Kuşkusuz baba, anele, usturmaçalar, bağlı gemilerin rıhtımdaki konumu, liman aydınlatması, manevra tipi, manevra basen çapı ve rıhtım uzunluğu gemilerin emniyetli bağlanması ve manevra emniyeti açısından çok önemli faktörlerdir. Fakat limanlar tüm bu faktörler göz önünde bulundurularak en uygun biçimde projelendirilip inşa edilirler. Ayrıca kılavuz kaptanlar manevra sahasını çok iyi bilen bu konuda donanımlı denizcilerdir. Dolayısıyla limana ait sabit yapısal unsurlardan kaynaklı olumsuzlukların olağandışı durumlarda meydana gelmektedir. Bu durumun uzman görüşlerini yansıtırken manevra emniyetini römorkörlere oranla nispeten daha az etkilediği şeklinde değerlendirilmektedir.

Elde edilen sonuçlar literatürdeki diğer sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Yücel ve Yurtoren (2019) Çevresel Stres yöntemini kullandığı çalışmasında liman planlamasında gemi kaynaklı risk faktörlerini belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmanın sonucunda gemi yanaşma alanlarının geniş olmasının manevra emniyeti açısından en önemli faktör olduğunu belirtmiştir. Bu sonuç gerçekleştirmiş olduğumuz çalışma sonucunu doğrular şeklinde değerlendirebiliriz. Çünkü manevra tipi ve manevra basen çapının skorları birbiriyle çok yakın değerdedir.

Altıncı analizde ise, gemileri manevra sürecinde en çok etkilediği düşünülen İnsan Faktörüne ait bazı unsurlar belirlenmiştir. Yapılan analiz ile liman sahasında gerçekleştirilen gemi manevralarında belirlenmiş olan bu insan faktörlerinden en çok hangisinin manevra emniyetini etkilediği hesaplanmıştır. Tablo 30'a göre Kılavuz

Kaptan/ Kaptan Tecrübesi ait normalize ağırlık değeri 0,4065 iken Kaptan/Kılavuz Kaptan İletişimi 0,3710, Köprüüstü Kaynak Yönetimi 0.1197 ve Gemi Personeli Yorgunluk Yönetimi ise 0.1028 değerini almıştır. Daha önce de ifade edildiği gibi kılavuz kaptanlar uzun yıllar deniz hizmeti tamamlamış, belirli bir mesleki tecrübe ve yetkinliğine sahip kişilerden oluşmaktadırlar. Ayrıca tüm bu tecrübelerden kaynaklı denizi ve gemileri tanıyan kimseler olmanın dışında manevranın gerçekleştirildiği liman sahası için özel olarak yetiştirilmiş kişileridir. Tüm bu hususlar kendilerinde belirli düzeyde özgüven vermektedir. Dolayısıyla manevra sürecinde tecrübenin önemini tercih etmeleri anlaşılabilir olarak değerlendirilmektedir. Öte yandan liman sahalarında gerçekleştirilen manevra sürecinde kılavuz kaptan tek aktör değildir tüm bu süreci gemi kaptanı ve diğer mürettebat ile eş zamanlı bir takım halinde hareket ederek yürütmektedir. Buradan kaynaklı herhangi bir olumsuzluk oluşabilecek risklerin boyutunu artırmaktadır. Bu nedenle manevra sürecinde manevra aktörlerinin birbirleri ile olan iletişimi önem arz etmektedir.

Bu sonuç literatürdeki çalışmalarla mukayese edilmiştir. Bu doğrultuda Nas (2008)'in Nemrut Körfezinde emniyet kültürünün gelişimine yönelik bir araştırma rastlanmıştır. Çalışmada, araştırmacı Nemrut Körfezindeki liman sahasının mevcut durumu karşısında herhangi bir deniz kazasının olmamasının sebebi olarak kılavuz kaptanların başarısını göstermiştir. Bu durum kılavuz kaptanların yeteneği ve tecrübesi olarak ta değerlendirilebilir dolayısıyla çalışmamızda elde edilen sonucu doğrular nitelikte diyebiliriz.

Çalışmanın literatüre olan katkısı ve bundan sonraki araştırmalara yönelik tavsiyeler ise şunlardır.

- Çalışma sürecinde yoğun bir literatür incelemesi gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle bu alanda gerçekleştirilecek yeni çalışmalar için kapsamlı bir literatür kaynağı oluşturmaktadır.
- Literatürde gemi manevralarına etki eden faktörlerin net bir biçimde sınıflandırmasına yönelik bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu doğrultuda bundan sonraki araştırmacılara bir referans olabileceği değerlendirilmektedir.
- Risk değerlendirme yöntemlerinde FAHP kullanılan bir yöntemdir. Bu çalışma yönteminin risk değerlendirme yöntemlerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.
- Risk analizi sürecinde FAHP yöntemi kullanılmıştır fakat araştırmacılar risklerin büyüklüğünü TOPSİS yöntemini kullanarak sıralayabilirler.

- FAHP uygulamalarında uzmanlar subjektif değerlendirmeler yapmaktadırlar. Bu çalışmada 3 ayrı liman sahasında görev yapan toplam 9 kılavuz kaptanın görüşleri alınmıştır. Dolayısıyla liman sahasındaki manevraların risk analizine yönelik çalışmalarda araştırmacılar uzman görüşleri alırken daha fazla liman sahasında görev yapan daha fazla sayıda uzman görüşü alması daha doğru sonuçlar verebilir.

KAYNAKÇA

Abbasbandy, S. ve Hajjari T. (2009). A New Approach for Raking of Trapezoidal Fuzzy Numbers. *Computers & Mathematics with Applications*. 57(3): 413-419.

Acar, B. (2007). *Risk Değerlendirmesi Temelli Yönetim Anlayışının Denizcilikte Uygulanması ve Türk Deniz Ticaret Filosunun Risk Değerlendirmesi Yöntemi ile Analizi* (Doktora Tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Ak, Ş. ve Zorluer, İ. (2022). İnşaat Sektöründeki İş Kazalarının Hata Ağacı Analizi ile Değerlendirilmesi. *Teknik Dergi*. 33(6): 12817-12846.

Akbağ, B. ve Çetinyokuş, S. (2021). LPG Stoklama Terminalinde Risk Değerlendirilmesi. *Gazi University Journal of Science Part A: Engineering and Innovation*. 8(4): 459-481.

Akbar, P. ve Mulyojati, M. ve Yuamita, F. (2023). Analisis Potensi Bahaya Kerja Pada Proses Pencetakan Pengecoran Logam Menggunakan Metode Job Safety Analysis (JSA). *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan (JTMIT)*. 2(2): 90-97.

Akdeniz, H. A. ve Turgutlu, T. (2007). Türkiye'de Perakende Sektöründe Analitik Hiyerarşik Süreç Yaklaşımıyla Tedarikçi Performans Değerlendirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 9(1): 6.

Akın, H. B. (2005). Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) ve Bir Uygulama. *Öneri*. 6(24): 271-278.

Akintoye, A. S. ve MacLeod, M. J. (1997). Risk Analysis and Management in Construction. *International Journal of Project Management*. 15(1): 31-38.

Akpınar, T. ve Çakmakkaya, B. Y. (2014). İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından İşverenlerin Risk Değerlendirme Yükümlülüğü. *Çalışma ve Toplum*. 1: 273-304.

Aliyev, E. A. ve Gabibov, I. A.ve Ismailova, R. A. ve Huseynov, R. O. (2022). Application of Fuzzy Logic for Risk Assessment of Investment Projects. *Economy of Oil and Gas Industry*. 2: 26-32.

Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri. (2023). *Risk Yönetimi ve Değerlendirmesi-I*. https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/171898/mod_resource/content/1/Konu8.pdf. (16.10.2023).

Arvanitoyannis, I. S. ve Varzakas, T. H. (2008). Application of ISO 22000 and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) for Industrial Processing of Salmon: A case study. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 48(5): 411-429.

Atabey, Volkan. (2023). *Risk Değerlendirmesi Yöntemleri*. https://volkanatabey.com.tr/risk-degerlendirmesi-yontemleri/, (15.10.2023).

Atalay, O. ve Kılıç, Ö. (2015). Balık Kılçığı Yöntemi ile Mobil Vinç Kazası Olası Nedenlerinin İncelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*. 30(1): 73-78.

Aydoğdu, Y. V. (2006). *İstanbul Boğazı Yoğun Trafik Bölgesinde Risk Analizi*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Aydos, M.R. (2015). *Üst Yapı İnşaatlarında Ön Tehlike Analizi (PHA) ile Risk Değerlendirmesi*. (İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi). Anakara: Türkiye Cumhuriyeti Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü.

Ayhan, M. B. (2013). A Fuzzy AHP Approach for Supplier Selection Problem: A Case Study in a Gear Motor Company. *International Journal of Managing Value and Supply Chains (IJMVSC)*. 4(3): 11-23.

Bakdi, A. ve Vanem, E. (2022). Fullest COLREGs Evaluation Using Fuzzy Logic for Collaborative Decision-Making Analysis of Autonomous Ships in Complex Situations. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. 23(10): 18433-18445.

Bayar, N. (2010). *İstanbul Boğazı'nda Deniz Trafik Güvenliğinin Risk Tabanlı Bulanık-AHP ve FMEA Yöntemleri ile İncelenmesi*. (Doktora Tezi). İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Bech, C. M. ve Stensgaard, C. N. ve Lund, S. ve Holm-Hansen, C. ve Brok, J. S. ve Nygaard, U. ve Poulsen, A. (2022). Risk Factors for Neonatal Sepsis in Sub-Saharan Africa: A Systematic Review with Meta-Analysis. *BMJ Open*. 12(9): 1-15.

Bey, Ç. (21.03.2018). *Başarılı Bir Gemi Manevrasını Etkileyen Faktörler*. https://www.denizcilikbilgileri.com/basarili-bir-gemi-manevrasini-belirleyen-faktorler/, (11.09.2023).

Bhutta, K. S. ve Huq, F. (2002). Supplier Selection Problem: A Comparison of the Total Cost of Ownership and Analytic Hierarchy Process Approaches. *Supply Chain Management*. 7(3): 126-135.

Birgören, B. (2017). Fine Kinney Risk Analizi Yönteminde Risk Analizi Yönteminde Risk Faktörlerinin Hesaplama Zorlukları ve Çözüm Önerileri. *International Journal of Research and Development*. 9(1): 19-25.

Bozkurt, C. (2010). Risk Kurumsal Risk Yönetimi ve İç Denetim. *Denetişim*. 4:17-30.

Buckley, J. J. (1985). Fuzzy Hierarchical Analysis. *Fuzzy Sets and Systems*.17(3): 233-247.

Büyük Larausse. (1986). *Büyük Larausse Sözlük ve Ansiklopedi (s. 9843)*. Milliyet Gazetesi.

Can, S. ve Dulkadiroğlu, H. (2021). Arıtılmış Atıksuların Tarımda Kullanımı ve İnsan Sağlığı Yönünden Risk Değerlendirmesi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 10(2): 124-134.

Cengiz, T. ve Çelem, H. (2003). Kırsal Kalkınmada Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) Yönteminin Kullanımı. *Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Derisi*. 1(2): 144-153.

Ceylan, H. ve Başhelvacı, V. S. (2011). Risk Değerlendirme Tablosu Yöntemi ile Risk Analizi: Bir Uygulama. *International Journal of Engineering Research and Development*. 3(2): 25-33.

Chan, F. T. S. ve Kumar, N. (2007). Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach. *Omega*. 35(4): 417-431.

Chang, D.-Y. (1996). Applications of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*. 95(3): 649-655.

Chen, C. ve Shiotani, S. ve Sasa, K. (2013). Numerical Ship Navigation Based on Weather and Ocean Simulation. *Ocean Engineering*. 69: 44-53.

Coşkunırmak, Y. (2010). *Bulanık Doğrusal Programlama ve Yerel Yönetimlerde Bir Bulanık Hedef Programlama Uygulaması* (Yüksek Lisans Tezi). Adana: Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Çakıroğlu, G. ve Şener, B. ve Balın, A. (2018). Applying a Fuzzy-AHP for the Selection of a Suitable Tugboat Based on Propulsion System Type. *Brodogradnja*. 69(4): 1-13.

Çavuş, Ö. H. (2015). 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu Kapsamında Ofis İşyerlerinde Risk Değerlendirmesi. *Çalışma İlişkileri Dergisi*. 6(2): 1-14.

Çebi, S. ve Temizoğlu, H. (2020). Makine Tabanlı Dinamik Risk Analizi İçin Bir Karar Destek Sistemi Geliştirme. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*. (Prof. Dr. Talha UstaSüleyman Özel Sayısı): 149-166.

Çınar, F. (2020). *A Model on Risk Analysis Methods in Ship Handling During Port Manoeuvres* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Piri Reis University Graduate Program in Maritime Transportation Management Engineering.

Çınar, F. ve Solmaz, M. S. ve Çakmak, E. (2021). Evaluation of Ship Manoeuvres in Port by Using Fuzzy Fine Kinney Method. *International Journal of Environment and Geoinformatics*. 8(4): 537-548.

Daneshvar, S. ve Yazdi, M. ve Adesina, K. A. (2020). Fuzzy Smart Failure Modes and Effects Analysis to Improve Safety Performance of System: Case Study of an Aircraft Landing System. *Quality and Reliability Engineering International*. 36(3): 890-909.

Dang, X. K. ve Ho, L. A. H.ve Do, V. D. (2018). Analyzing the Sea Weather Effects to the Ship Maneuvering in Vietnam's Sea From BinhThuan Province to Ca Mau Province Based on Fuzzy Control Method. T*elkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*. 16(2): 533-543.

Demirel, S. ve Sert, N. (2018). Bir Plastik Geri Dönüşüm Tesisinde Ön Tehlike Analizi (PHA) ile Risk Değerlendirmesi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 7(2): 572-580.

Dhalaria, M.ve Gandotra, E. (2022). Android Malware Risk Evaluation Using Fuzzy Logic. 2022 Seventh International Conference on Parallel, Distributed and Grid Computing (PDGC) (ss. 341-345). Solan, Himaşal Pradeş, Hindistan. 25-27 Kasım 2022.

DOD (Department of Defense). (10.02.2000). *Standard Practice of Safety System*. http://everyspec.com/MIL-STD/MIL-STD-0800-0899/MIL_STD_882D_934/, (25.11.2023).

Dryhurst, S. ve Schneider, C. R. ve Kerr, J. ve Freeman, A. L. J. ve Recchia, G. ve Van der Bles, A. M. ve Spiegelhalter, D. ve Van der Linden, S. (2020). Risk Perceptions of COVID-19 Around the World. *Journal of Risk Research*. 23(7-8): 994-1006.

Duman, N. ve İrcan, M. R. (2022). Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Tabanında Çankırı Merkez İlçesinin Erozyon Risk Analizi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*. 20(1): 220-245.

Dündar, S. ve Ecer, F. (2008). Öğrencilerin GSM Operatörü Tercihinin Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemiyle Belirlenmesi. *Yönetim ve Ekonomi*. 15(1): 195-205.

Ekici, C. V. (2018). *İç Sularda Dinamik Seyir Riski Hesaplamasına Etki Eden Faktörlerin Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımı ile Analizi*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Emhan, A. (2009). Risk Yönetim Süreci ve Risk Yönetmekte Kullanılan Teknikler. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 23(3): 210.

Ercan Kalkan, M. ve Deniz, V. (2013). Risk Kavramı Üzerine. *Türk Tabipleri Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*. 13(48): 43-48.

Eren, E. (2019). *Tıbbi Atık Lojistiğinde İş Sağlığı ve Güvenliği Süreçlerinin İyileştirilmesi*. (Doktora Tezi). İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ergün, U. (2023). *Elektrik Yapım İşi Sektörü için Analitik Hiyerarşi Süreci, Analitik Ağ Süreci ve Bulanık Mantık Yaklaşımları ile Risk Değerlendirmesi: Bir Firma Örneği*. (Doktora Tezi). Mersin: Tarsus Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

Ernstsen, J. (2020). *Reducing the Subjective Impact in Maritime Simulator Assessment a Performance Assessment Tool for Maritime Pilotage Operations*. (Doktora Tezi). NOtodden: University of South-Eastern Norway.

Ertuğrul, İ. (2007). Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ve Bir Tekstil İşletmesinde Makine Seçim Problemine Uygulanması. *H. Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 25(1): 171-192.

Erzurumluoğlu, K. ve Köksal, K. N. ve Gerek, I. H. (2015). *İnşaat Sektöründe Fine-Kinney Metodu Kullanılarak Risk Analizi Yapılması. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu* (ss.137-146). Düzenleyen İnşaat Mühendisleri Odası. İzmir. 05-06 Kasım 2015.

Eskişehir Teknik Üniversitesi. (2023). *Tehlike ve Risk*. https://isgb.eskisehir.edu.tr/tr/Icerik/Detay/tehlike-ve-risk#, (28.11.2023).

Eyoh, I. ve John, R. ve De Maere, G. (2018). Interval Type-2 A-Intuitionistic Fuzzy Logic for Regression Problems. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*. 26(4): 2396-2408.

(FERMA) Avrupa Risk Yönetimi Dernekleri Federasyonu. (2002). *Risk Yönetimi Standardı*. https://www.ferma.eu/app/uploads/2011/11/a-risk-management-standard-turkish-version.pdf, (12.10.2023).

Filist, S. ve Al-Kasasbeh, R. T. ve Shatalova, O. ve Korenevskiy, N. ve Shaqadan, A. ve Protasova, Z. ve Ilyash, M. ve Lukashov, M. (2022). Biotechnical System Based on Fuzzy Logic Prediction for Surgical Risk Classification Using Analysis of Current-Voltage Characteristics of Acupuncture Points. *Journal of Integrative Medicine*. 20(3): 252-264.

Goerlandt, F. ve Montewka, J. (2015). Maritime Transportation Risk Analysis: Review and Analysis in Light of Some Foundational Issues. *Reliability Engineering and System Safety*. 138: 115-134.

Gogus, O. ve Boucher, T. O. (1998). Strong Transitivity, Rationality and Weak Monotonicity in Fuzzy Pairwise Comparisons. *Fuzzy Sets and Systems*. 94: 133-144.

Göksu, A. (2008). *Bulanık Analitik Hiyerarşik Proses ve Üniversite Tercih Sıralamasında Uygulanması*. (Doktora Tezi). Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Görçün, Ö. F. (2012). *Tehlikeli Maddelerin Denizyolunda Taşınması ve Risk Yönetimi: Türk Boğazlar Bölgesi Örneği*. (Doktora Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü.

Gören, G. E. ve Or, İ. (2002). Investigation of Maritime Accidents in the Istanbul Strait Via Logistic Regression and Simulation. *Proc. of the Symposium on the Straits used for International Navigation* (ss.126-146). İstanbul. 16-17 Kasım 2002.

Gregory, K. ve Hobbs, A. ve Parke, B. ve Bathurst, N. ve Pradhan, S. ve Flynn-Evans, E. (2020). An Evaluation of Fatigue Factors in Maritime Pilot Work Scheduling. *Chronobiology International*. 37(9-10): 1495-1501.

Gruenefeld, U. ve Stratmann, T. C. ve Brueck, Y. ve Hahn, A. ve Boll, S. ve Heuten, W. (2018). Investigations on Container Ship Berthing from the Pilot's Perspective: Accident Analysis, Ethnographic Study, and Online Survey. *TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*. 12(3): 493-498.

Gucma, L. (2004). General Models of Ship Risk During Port Manoeuvres. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*. 77: 425-434.

Gucma, L. ve Pietrzykowski, Z. (2006). Ship Manoeuvring in Restricted Areas: An Attempt to Quantify Dangerous Situations Using A Probabilistic-Fuzzy Method. *Journal of Navigation*. 59(2): 251-262.

Gug, S.-G. ve Fukuda, G. ve Cho, A.-R. ve Park, H.-R. (2014). Collision Risk Analysis in Busan Harbour. *Journal of Navigation and Port Research*. 38(1): 53-57.

Güfte, C. A. ve Eren, Ö. ve Oral, H. V. ve Heperkan, H. A. (2020). Yeni Bir Risk Değerlendirme Yöntemi ile Tersane İşletmelerinin Sınıflandırılması. *Business & Management Studies: An International Journal*. 8(1): 232-254.

Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z. (1997). *Risk İletişimi ve Risk Yönetimi*. Ankara: Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı.

Güneysu, G. (2016). *Bir Kereste İşletmesi Üretim Sürecinde İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Çalışması*. (Yüksek Lisans Tezi). Bartın: Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Gürcanlı, G. E. ve Müngen, U. (2006). Bulanık Kümeler ile İnşaatlarda Yeni Bir İş Güvenliği Risk Analiz Yöntemi. *itüdergisi*. 5(4): 83-94.

Halıcı, A. K. ve İşleyen, S. K. (2019). Elektrik Kaynaklı İş Kazalarına Farklı Bir Bakış: Metal Sektöründe Yaşanan Kaza Sebeplerinin Önceliklendirilmesi. *Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*. 3(1): 1-12.

Hamzah, A. ve Shurman, M. ve Al-Jarrah, O. ve Taqieddin, E. (2019). Energy-Efficient Fuzzy-Logic-Based Clustering Technique for Hierarchical Routing Protocols in Wireless Sensor Networks. *Sensors*. 19(3): 561.

Himaya, A. N. ve Sano, M. ve Suzuki, T. ve Shirai, M. ve Hirata, N. ve Matsuda, A. ve Yasukawa, H. (2022). Effect of the Loading Conditions on the Maneuverability of a Container Ship. *Ocean Engineering*. 247.109964

Huang, J. ve Ri, M. ve Wu, D. ve Ri, S. (2018). Interval Type-2 Fuzzy Logic Modeling and Control of a Mobile Two-Wheeled Inverted Pendulum. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*. 26(4): 2030-2038.

Huang, P. ve Hu, G. ve Yong, Z. ve Mao, B. ve Bai, Z. (2022). Fire Risk Assessment of Battery Transportation and Storage by Combining Fault Tree Analysis and Fuzzy Logic. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 77: 104774.

IMO (International Maritime Organization). (09.04.2018). *Revısed Guıdelınes For Formal Safety Assessment (Fsa) For Use in the IMO Rule-Makıng Process*. https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/FormalSafetyAssessment.aspx,(15.10.2023).

IMO (International Maritime Organization). (2023). *IALA Waterway Risk Assessment Program*. https://www.iala-aism.org/wiki/iwrap/index.php/Introduction_to_IWRAP, (19.10.2023).

Inoue, K. (2000). Evaluation Method of Ship Handling Difficulty for Navigation in Restricted and Congested Waterways. *Journal of Navigation*. 53(1): 167-180.

Inoue, T. ve Kenjo, H. ve Hayashi, Y. ve Murai, K. (2011). Evaluation of Difficulties and Risks of Ship Handling in case of Entering Port. *Proceedings of 2011 6th International*

Conference on System of Systems Engineering (ss. 77-82). Albuquerque, NM, USA. 27-30 Haziran 2011.

Işık, F., Bahadır, M., & Uzun, A. (2019). Karaçam Deresi Havzası'nda Çığa Duyarlı Alanların Belirlenmesi (Trabzon, Türkiye). *Doğu Coğrafya Dergisi*. 24(42): 51-66.

Jaise, J. ve Ajay Kumar, N. B. ve Shanmugam, N. S. ve Sankaranarayanasamy, K. ve Ramesh, T. (2013). Power System: A Reliability Assessment Using FTA. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*. 4(1): 78-85.

Jiang, M. ve Wang, B. ve Hao, Y. ve Chen, S. ve Lu, J. (2023). Vulnerability Assessment of Strait/Canals in Maritime Transportation Using Fuzzy Evidential Reasoning Approach. *Risk Analysis*. 43(9): 1795-1810.

Kaçar, Ö. ve Motorcu, A. R. (2021). Aynı Tehlike ve Riskler İçin Farklı Risk Değerlendirme Yöntemlerinin Karşılaştırılması: Otomotiv Bakım Onarım Servisi İçin Örnek Bir Çalışma. *5.Uluslararası Mühendislik ve Teknoloji Yönetimi Kongresi* (ss. 249-259). İstanbul, Türkiye. 24 Nisan 2021.

Kaptan, M. (2019). *Teknolojinin Gemi Kazalarının Oluşumundaki Yeri ve Öneminin Analizi*. (Doktora Tezi). Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Karadal, N. ve Ova, G. (2020). Sosis ve Salam Üretimindeki Ön Proses İşlemlerinde Gıda Güvenliği Risklerinin Farklı Metotlarla Belirlenmesi. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 5(2): 84-102.

Karakaşoğlu, N. (2008). *Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Uygulama*. (Yüksek Lisans Tezi). Denizli: Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Kaynak, G. (2006). *Gemilerdeki Modern Seyir Cihazları ve Bunların Seyir Güvenliğine Etkilerinin İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü.

Khaled, M. E. ve Kawamura, Y. (2015, Haziran). Collision Risk Analysis of Chittagong Port in Bangladesh by Using Collision Frequency Calculation Models with Modified BBN Model. *Proceedings of the Twenty-fifth (2015) International Ocean and Polar Engineering Conference* (ss. 829-836). Kona, Big Island, Hawaii, USA. 21-26 Haziran 2015.

Kılıç, A. ve Sanal, H. T. (2015). Çanakkale Boğazı'nda Karaya Oturmayla Sonuçlanan Gemi Kazaları. *BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi*. 17(2): 38-50.

Kim, D.-W. ve Park, J.-S. ve Park, Y.-S. (2011). Comparison Analysis Between the IWRAP and the ES Model in Ulsan Waterway. *Journal of Navigation and Port Research*. 35(4): 281-287.

Kinay, A. O. Ve Tezel, B. T. (2022). Modification of the Fuzzy Analytic Hierarchy Process Via Different Ranking Methods. *International Journal of Intelligent Systems*.37(1): 336-364.

Kinney, G. F. ve Wiruth, A. D. (1976). *Practical Risk Analysis for Safety Management*. Naval Weapons Center, NWC TP 5865. 1-21.

Koks, E. E. ve Rozenberg, J. ve Zorn, C. ve Tariverdi, M. ve Vousdoukas, M. ve Fraser, S. A. ve Hall, J. W. ve Hallegatte, S. (2019). A Global Multi-Hazard Risk Analysis of Road and Railway Infrastructure Assets. *Nature Communications*. 10(1): 1-11.

Koltan, A. ve Orhon, Y. ve Yılmaz, S. ve Altay, M. ve Yılmaz, S. ve Çay, İ. (2010). Risk Değerlendirmede Kullanılan L Tipi Karar Matrisi Yönteminin İşçi Sağlığına Uygunluğunun Değerlendirilmesi. *Türk Tabipleri Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*. 10(38): 38-43.

Kristianti, R. ve Setiawan, I. (2022). Risk Analysis of Methanol Transfer Process by Hazard and Operability Study (HAZOP) Method in Biodiesel Plant. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management* (ss. 5073-5083). İstanbul. 7-10 Mart 2022.

Kuleshov, V. V. ve Skuba, P. Y. ve Ignatovich, I. A. (2021). Assessment of the Severity of the Last Accident Based on the Fine-Kinney Method. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 720(1). City of Vladivostok, Russian Federation. 25-26 Ocak 2021.

Kumar, V. V. ve Raghunath, K. M. K. ve Rajesh, N. ve Venkatesan, M. ve Joseph, R. B. ve Thillaiarasu, N. (2021). Paddy Plant Disease Recognition, Risk Analysis, and Classification Using Deep Convolution Neuro-Fuzzy Network. *Journal of Mobile Multimedia*. 18(2): 325-348.

Kumpun, S. ve Ketsakorn, A. (2022). Application of Event Tree Analysis and Analytic Hierarchy Process for Assessing the Risk of Formaldehyde Exposure in the Process of Grinding Wheel. *Trends in Sciences*. 19(10): 1-10.

Kundak, S. ve Türkoğlu, H. (2007). İstanbul'da Deprem Riski Analizi. *itüdergisi/a*. 6(2): 37-46.

Kuşçu, D. (2007). *Karar Verme Süreçlerinde Bulanık Mantık Yaklaşımı*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Küçükali, U. F. ve Yalman, N. (2020). Atık Termoplastiklerin Geri Dönüşüm Sürecinde Makine Odaklı Risk Değerlendirmesi. *Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*. 4(1): 37-53.

KÜN (Kapadokya Üniversitesi). (2022). *Risk Analizi Prosedürü*. https://kalite.kapadokya.edu.tr/DOKUMAN/KSP.PR.007.R%C4%B0SK-ANAL%C4%B0Z%C4%B0-PROSED%C3%9CR%C3%9C%28Rev2%29.Pdf, (14.10.2023).

Le, M.-D. ve Nguyen, D.-H. (2000). Estimation of Ship Hydrodynamic Coeffıcients in Harbor Maneuvers and Its Applications. *IFAC Proceedings Volumes*.33(16):227-232.

Li, W. ve Cao, Q. ve He, M. ve Sun, Y. (2018). Industrial Non-Routine Operation Process Risk Assessment Using Job Safety Analysis (JSA) and a Revised Petri Net. *Process Safety and Environmental Protection*. 117: 533-538.

Li, Z. ve Xiao, F. ve Fei, L. ve Mahadevan, S. ve Deng, Y. (2017). An Evidential Failure Mode and Effects Analysis Using Linguistic Terms. *Quality and Reliability Engineering International*. 33(5): 993-1010.

Liang, C. ve Wang, X. ve Dou, Z. (2017). Risk Assessment and Reliability Analysis for Wind Turbine Gearbox Fault based on FFMECA. *The 2017 4th International Conference on Systems and Informatics* (ss. 268-273). Hangzhou, China. 11-13 Kasım 2017.

Lin, J. ve Yuan, Y. ve Zhang, M. (2014). Improved FTA Methodology and Application to Subsea Pipeline Reliability Design. *Plos One*. 9(3): 1-10

Liu, Q. ve Hui Liu, H. ve Wang, T. ve Zhang, E. (2022). Application Value Analysis of Fishbone Diagram Analysis Method in Improving the Effect of Medical Equipment Management in Medical Equipment Deployment Center of Hospital. *MEDS Clinical Medicine*. 3(4): 76-83.

Liu, Y., Eckert, C. M., & Earl, C. (2020). A review of fuzzy AHP methods for decision-making with subjective judgements. *Expert Systems with Applications*. 161. 113738.

Lukić, J. ve Misita, M. ve Milanović, D. D. ve Borota-Tišma, A. ve Janković, A. (2022). Determining the Risk Level in Client Analysis by Applying Fuzzy Logic in Insurance Sector. *Mathematics*. 10(18): 1-17.

Mauri, G. (2000). *Integrating Safety Analysis Techniques, Supporting Identification of Common Cause Failures*. (Doktora Tezi). York: The University of York Department of Computer Science.

Mei, B., Sun, L., & Shi, G. (2020). Full-Scale Maneuvering Trials Correction and Motion Modelling Based on Actual Sea and Weather Conditions. *Sensors (Switzerland)*. 20(14):1-21

Multinetup. (2023). *Risk Analizi Nedir ve Nasıl Yapılır*. https://multinet.com.tr/blog/inovasyon-girisimcilik/risk-analizi-nedir-ve-nasil yapilir#:~:text=Neden%2DSonu%C3%A7%20Analiz%20Metodu%3A%20%C4%B0s

tenmeyen,a%C5%9Famadan%20olu%C5%9Fan%20bu%20metot%20uygulanabilir. , (17.10.2023).

Mustafa, A. M. ve Barabadi, A. (2022). Criteria-Based Fuzzy Logic Risk Analysis of Wind Farms Operation in Cold Climate Regions. *Energies*, 15(4):1335.

Nas, S. (2008). Enhancement of Safety Culture in Harbour Pilotage and Towage Organizations. *IMLA 16th Conference on MET* (ss. 292-385). İzmir. 14-17 Ekim 2008.

Nas, S. ve Zorba, Y. (2011). İzmir Alsancak Limanı Gemi Manevraları Risk Değerlendirmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi*. Özel Sayı: 35-47.

Nie, W. ve Liu, W. ve Wu, Z. ve Chen, B. ve Wu, L. (2019). Failure Mode and Effects Analysis by Integrating Bayesian Fuzzy Assessment Number and Extended Gray Relational Analysis-Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution Method. *Quality and Reliability Engineering International*. 35(6): 1676-1697.

Ohmori, T. ve Fujino, M. ve Miyata, H. (1998). A Study on Flow Field Around Full Ship Forms in Maneuvering Motion. *Journal of Marine Science and Technology*. 3: 22-29.

Otoi, O. S. ve Park, Y.-S. ve Park, J.-S. (2016). A Basic Study on Marine Traffic Assessment in Mombasa Approach Channel-I. *Journal of Navigation and Port Research*. 40(5): 257-263.

Ozkulluk, I., ve Nas, S. (2023). Analysis of Factors Influencing Ship's Maneuvering Times, *Transactions on Maritime Science*. 12(2)

Ölmez, H.ve Ergun, İ. ve Ensari Özay, M. ve Can, E. (2021). Normalleşme Sürecinde Ofis Çalışmalarında Covid-19'u Önlemede Balık Kılçığı Yöntemi ile Sebep Sonuç Analizi. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*. 33(1): 106-115.

Özkılıç, Ö. (2005). *İş Sağlığı ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri*. Ankara. TİSK Yayınları.

Özoğul, B. ve Çimen, B. ve Kahya, E. (2018). Bir Metal Sanayi İşletmesinde Ergonomik Risk Analizi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*. 6: 159-175.

Palega, M. (2021). Application of the Job Safety Analysis (JSA) Method to Assessment Occupational Risk at the Workplace of the Laser Cutter Operator. *Management and Production Engineering Review*. 12(3): 40-50.

Palfy, J. (2017). *Guide for Vessel Maneuverability*. Houston, USA. American Bureau of Shipping.

Pan, Y. ve Zhang, L. ve Wu, X. ve Skibniewski, M. J. (2020). Multi-Classifier Information Fusion in Risk Analysis. *Information Fusion*. 60: 121-136.

Park, Y.-S. ve Kim, J.-S. ve Aydogdu, V. (2013). A Study on the Development the Maritime Safety Assessment Model in Korea Waterway. *Journal of Navigation and Port Research*. 37(6): 567-574.

Park, Y.-S. ve Lee, M. ve Kim, J. ve Lee, Y.-S. ve Park, M.-J. (2019). Consideration of the Possibility of Excursion Ship Passage in Busan North Port Using Marine Traffic Assessment Index. *Journal of the Korean Society of Marine Environment and Safety*. 25(3): 298-305.

Pate-Cornell, M. E. (1996). Uncertainties in Risk Analysis: Six Levels of Treatment. *Reliability Engineering and System Safety*. 54: 95-111.

Polat, M. M. ve Yılmaz, İ. (2023). Havacılık Sektöründe Yer Hizmetleri İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinde Sanal Gerçeklik Teknolojisinin Kullanılması Üzerine Bir Araştırma. *Ergonomi*. 6(2), 117-131.

Prabarakan, P. ve Selvaraj, G. ve Kandasamy, R. (2022). Hazop Study for Thermic Fluid Heater (At Industry by Heterogeneous Method). *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*. 10(7): 814-823.

Qi, Z. ve Wang, H. ve Zhao, X. ve Chen, J. (2020). The Occupational Hazard Risk Assessment Method Based on PHA and Risk Matrix. *2020 International Conference*

on Urban Engineering and Management Science (ss. 684-687). Zhuhai, China. 24-26 Nisan 2020.

Ramanathan, R. (2001). A note on the Use of the Analytic Hierarchy Process for Environmental Impact Assessment. *Journal of Environmental Management*. 63(1): 27-35.

Reddy, G. T. ve Reddy, M. P. K. ve Lakshmanna, K. ve Rajput, D. S. ve Kaluri, R. Ve Srivastava, G. (2020). Hybrid genetic algorithm and a fuzzy logic classifier for heart disease diagnosis. *Evolutionary Intelligence*. 13(2): 185-196.

Resmi Gazete, "*İş Sağlığı Ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği*", 29.12.2012, Sayı: 28512. https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/12/20121229-13.htm, (11.22.2023).

Rudyarti, E. (2022). Study of the Effectiveness of Implementing Occupational Safety and Health with the Hazop Method in the Cikarang Industrial Center. *Indonesian Journal of Sport Management and Physical Education*. 1(1): 59-70.

Saaty, R. W. (1987). The Analytic Hierarchy Process-What It is And How It is Used. *Mathl Modelling*. 9(3-5): 161-176.

Saaty, T. L. (1986). Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process. *Management Science*. 32(7): 841-855.

Saaty, T. L. (2002). Decision Making with the Analytic Hierarchy Process. Scientia *Iranica*. 9(3): 215-229.

Sahin, B. ve Kum, S. (2015). Risk Assessment of Arctic Navigation by Using Improved Fuzzy-AHP Approach. *Transactions of the Royal Institution of Naval Architects Part A: International Journal of Maritime Engineering*. 157: 241-250.

Schoop-Zipfel, K. J. (2016). *Efficient Simulation of Ship Maneuvers in Waves*. (Doktora Tezi). Hamburg: Technische Universität Hamburg-Harburg Institut Schiffbau.

Senol, Y. E. ve Sahin, B. (2016). A novel Real-Time Continuous Fuzzy Fault Tree Analysis (RC-FFTA) Model for Dynamic Environment. *Ocean Engineering*. 127: 70-81.

Seong, D. ve Rhie, K. ve Kim, T. ve Oh, D. ve Oh, Y. ve Seo, D. ve Kim, Y. ve Kim, E. (2012). Quantitative Safety Assessment for Hydrogen Station. *The Korean Society of Safety*. 27(3): 111-116.

Sert, S. A. ve Alchihabi, A. ve Yazici, A. (2018). A Two-Tier Distributed Fuzzy Logic Based Protocol for Efficient Data Aggregation in Multihop Wireless Sensor Networks. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*. 26(6): 3615-3629.

Sharma, S. ve Obaid, A. J. (2020). Mathematical Modelling, Analysis and Design of Fuzzy Logic Controller for the Control of Ventilation Systems Using MATLAB Fuzzy Logic Toolbox. *Journal of Interdisciplinary Mathematics*. 23(4): 843-849.

Shih, C. H. ve Yamamura, S. ve Chen, C. Y. (2010). Analysis of Control Structure for Turning Maneuvers. *Mathematical Problems in Engineering*. 2010: 1-11.

Shuai, Y. ve Li, G. ve Cheng, X. ve Skulstad, R. ve Xu, J. ve Liu, H. ve Zhang, H. (2019). An Efficient Neural-Network Based Approach to Automatic Ship Docking. *Ocean Engineering*. 191: 1-9.

Siegrist, M. (2021). Trust and Risk Perception: A Critical Review of the Literature. *Risk Analysis*. 41(3): 480-490.

Soliman, M. A. ve Hasanien, H. M. ve Azazi, H. Z. ve El-Kholy, E. E. ve Mahmoud, S. A. (2019). An Adaptive Fuzzy Logic Control Strategy for Performance Enhancement of a Grid-Connected PMSG-Based Wind Turbine. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*. 15(6): 3163-3173.

Swathi, C. ve Ebienazer, J. Ve Swathi, M. ve Suruthipriya, S. (2023). Fuzzy Logic. *International Journal of Innovative Research in Information Security*. 9(03): 147-152.

Szlapczynski, R. ve Krata, P. (2018). Determining and Visualizing Safe Motion Parameters of a Ship Navigating in Severe Weather Conditions. *Ocean Engineering*. 158: 263-274.

Şahin, B. (2015). *Risk Assessment and Marine Accident Analysis in Ice-Coveredwaters*. (Doktora Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Şahin, O. A. (2015). *İzmit Körfezi Deniz Trafiğinin IWRAP Model Kullanılarak İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Şakar, Y. (2021). *Baraj İnşaatlarında İş Sağlığı Güvenliği ve Risk Değerlendirmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Mersin: Tarsus Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

Şimşek, H. (2015). *Analitik Hiyerarşi Süreci ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemlerinin İnsan Kaynaklarının Seçiminde Kullanılması: Güvenlik Sektöründe Bir Uygulama*. (Yüksek Lisans Tezi). Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Taçyıldız, B. (2013). *Bulanık Mantık Model Geliştirme Ortamlarının Karşılaştırılması ve Örnek Bir Uygulama*. (Yüksek Lisans Tezi). Sakarya: Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Taşyürek, Mustafa. (27.06.2005). *Küçük İşyerlerinde Risk Değerlendirmesi Nasıl Yapılmalı?*. https://www.isguvenligi.net/kucuk-isyerlerinde-risk-degerlendirmesi-nasil-yapilmali/, (11.10.2023).

TDK (Türk Dil Kurumu). (2023). *Türk Dil Kurumu Sözlüğü. Tehlike*. https://sozluk.gov.tr/, (18.10.2023).

Tekin, P. ve Erol, R. (2016). Risk Analizi: Bir Otomotiv Fabrikasında Gerçekleştirilen X Tipi Karar Matrisi Uygulaması. *KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 19(3): 91-98.

Tezel, B. T. ve Kinay, A.O. (2023). Performance Evaluation of Magnitude-Based Fuzzy Analytic Hierarchy Process (MFAHP) Method. *Acta Infologica*. 2023: 12

Topaloğlu, İ. ve Şahin, M. E. (2021). Endüstri 4.0'ın İş Sağlığı ve Güvenliğine Katkıları ve Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) Risk Değerlendirme Metoduyla Ambulansta Bir İnceleme. *Takvim-i Vekayi*. 9(2): 66-94.

Topçu, Y. İ. (2000). *Çok Ölçütlü Sorun Çözümüne Yönelik Bir Bütünleşik Karar Destek Modeli*. (Doktora Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Topel, A. (2006). *Analitik Hiyerarşi Prosesinin Bulanık Mantık Ortamındaki Uygulamaları-Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Tunçel, A. L. ve Akyüz, E. ve Arslan, Ö. (2021). An Extended Event Tree Risk Analysis Under Fuzzy Logic Environment: The Case of Fire in Ship Engine Room. *Journal of ETA Maritime Science*. 9(3): 210-220.

Turan, A. ve Müezzinoğlu, A. (2006). Risk Değerlendirme Yöntemleri. *Türk Tabipleri Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*. 7(25): 32-36.

Türk, M. ve Eroğlu, İ. (2021). Financial Risk Assessment in Healthcare Organizations. *Duzce Medical Journal*. 23(Special Issue 1): 113-121.

Uğurlu, Ö. ve Köse, E. ve Yıldırım, U. ve Yüksekyıldız, E. (2015). Marine Accident Analysis for Collision and Grounding in Oil Tanker Using FTA Method. *Maritime Policy and Management*. 42(2): 163-185.

Usanmaz, D. ve Köse, E. (2020). Comparative Statistical Analysis of Two Different Methods for Risk Assessment in Chemical Research Laboratory. *Uluslararası Muhendislik Arastirma ve Gelistirme Dergisi*. 12(2): 337-347.

Vikipedi. (27.03.2022). *Risk Analizi*. https://tr.wikipedia.org/wiki/Risk_analizi#:~:text=Risk%20analizi%2CBir%20i%C5%9Fletmenin%20yapt%C4%B1%C4%9F%C4%

B1,ili%C5%9Fkin%20y%C3%B6ntem%20ve%20esaslar%C4%B1n%20t%C3%BCm%C3%BCd%C3%BCr.,(14.10.2023).

Wang, F. ve Gu, W. (2022). Intelligent HAZOP Analysis Method Based on Data Mining. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 80: 104911

Wang, W. ve Ding, L. ve Liu, X. ve Liu, S. (2022). An interval 2-Tuple Linguistic Fine-Kinney Model for Risk Analysis Based on Extended ORESTE Method with Cumulative Prospect Theory. *Information Fusion*. 78: 40-56.

Weber, E. U. ve Slovic, P. (2002). Perception of Risk Posed by Extreme Events. *Risk Management Strategies in an Uncertain World*. Palisades, New York, USA. 12-13 Nisan 2002.

Wong, C. M. L. ve Jensen, O. (2020). The Paradox of Trust Perceived Risk and Public Compliance During the COVID-19 Pandemic in Singapore. *Journal of Risk Research*. 23(7-8): 1021-1030.

Wu, D. ve Tang, Y. (2020). An Improved Failure Mode and Effects Analysis Method Based on Uncertainty Measure in the Evidence Theory. *Quality and Reliability Engineering International*. 36(5): 1786-1807.

Xue, J. ve Van, G. ve Papadimitriou, E. ve Chen, Z. ve Wu, C. (2019). Grey Relational Analysis of Environmental Influencing Factors of Autonomous Ships' Maneuvering Decision-Making. *The 5th International Conference on Transportation Infornation and Safety* (ss. 1447-1452). Liverpool, UK. 14-17 Temmuz 2019.

Yasukawa, H. ve Yoshimura, Y. (2015). Introduction of MMG Standard Method for Ship Maneuvering Predictions. *Journal of Marine Science and Technology (Japan)*. 20(1): 37-52.

Yıldıray, A. (2010). *Dar Suyollarında Gemi ve Çevresel Kayıpların Önlenmesinde İletişim Faktörü*. (Yüksek Lisans Tezi). İsatnbul: İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü.

Yılmaz, B. S. (2000). Hata Türü ve Etki Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 2(4): 133-150.

Yilmaz, F. ve Özcan, M. S. (2019). A Risk Analysis and Ranking Application for Lifting Vehicles Used in Construction Sites with Integrated AHP and Fine-Kinney Approach. *Advances in Science and Technology Research Journal*. 13(3): 152-161.

Yoo, Y. ve Lee, J. S. (2019). Evaluation of Ship Collision Risk Assessments Using Environmental Stress and Collision Risk Models. *Ocean Engineering*. 191:106527

Yordanova, M. Y. (2021). An Approach to Application of the Event Tree Analysis for Electrical Safety Risk Assessment. *2021 56th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies* (ss. 211-214). Sozopol, Bulgaria.16-18 Haziran 2021.

Yorulmaz, M. ve Durmuş, D. ve Sezen, K. (2022). Gemilerin Havuzlama Operasyonlarındaki Risklerinin FMEA Yöntemi ile Analizi. *International Journal of Academic Value Studies*. 3(3): 293-303

Yurdakoş, K. (2017). Sağlık Hizmetlerinde Bir Risk Yönetimi Tekniği Olarak X Tipi Matris Metodu: Acil Servise Yönelik Bir Uygulama. *Sağlıkta Performans ve Kalite Dergisi*. 12: 73-86.

Yurdakul, M. ve Gökpınar, E. ve İç, Y. T. (2019). Resmi Bir Kurumda Risk Analizi Uygulaması. *Mühendis ve Makina*. 60(696): 221-230.

Yurtoren, C. ve Duru, O. ve Satir, T. (2008). The Environmental Effects of Projected Container Terminal to the Safely Manoeuvring. *International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*. 2(1): 93-97.

Yücel, M. E. (2020). *Liman Planlamalarında Gemi Kaynaklı Risk Değerlendirme Kriterlerinin Belirlenmesi*. (Doktora Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yücel, M. E. ve Yurtören, C. (2019). Determination of Risk Factors Caused By Ships in Port Planning. *International Journal of Environment and Geoinformatics*. 6(3): 254-263.

Zandi, P. ve Rahmani, M. ve Khanian, M. ve Mosavi, A. (2020). Agricultural Risk Management Using Fuzzy Topsis Analytical Hierarchy Process (AHP) and Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). *Agriculture (Switzerland)*. 10(11): 1-28.

Zhang, D. ve Ma, H. ve Chen, L. ve Yuan, X. ve Fan, L. (2021). Cooperative Collision Avoidance Study of Maritime Autonomous Surface Ship. *2021 6th International Conference on Transportation Information and Safety* (ss.908-916). Wuhan, China. 22-24 Ekim 2021.

Zhang, W. ve Zou, Z. J. ve Deng, D. H. (2017). A study on Prediction of Ship Maneuvering in Regular Waves. *Ocean Engineering*. 137: 367-381.

Zhou, Y. ve Daamen, W. ve Vellinga, T. ve Hoogendoorn, S. P. (2020). Impacts of Wind and Current on Ship Behavior in Ports and Waterways: A Quantitative Analysis Based on AIS Data. *Ocean Engineering*. 213:107774

EKLER

Ek 1: Gemi Manevrasına Etki Eden Faktörlerin Belirlenmesine Yönelik Uzman Görüşme Formu

Gemi Manevrasına Etki Eden Faktörlerin Belirlenmesi Amacıyla Uzman Görüşleri Belirleme

Bu çalışmada belirtmiş olduğunuz görüş ve öneriler bir tez çalışmasının ön hazırlık sürecinin bir parçası olacaktır. Sizlerden elde edeceğimiz veriler aracılığı ile Gemi Manevrasına Etki Eden Faktörler belirlenecek sonrasında ise Fuzzy yöntemi kullanılarak Gemi Manevralarının Risk Değerlendirmesi yapılacaktır.

Literatür incelemelerinde Gemi Manevrasına Etki Eden Faktörlerin Sınıflandırması ile ilgili çalışmaların yetersiz sayıda olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle sizlerin konu hakkındaki görüşleri çalışmanın bilimselliğine büyük bir katkı sağlayacaktır. Bizler tarafından derinlemesine yapılan literatür çalışması doğrultusunda, gemi manevrasını etkileyen faktörler; **Çevresel Faktörler**, **Gemi Yapısal Özellikleri**, **Seyir Yardımcı Cihazları**, **Liman Yapısı ve Özellikleri** ve **İnsan Faktörü** olmak üzere toplamda 5(beş) ana sınıfa ayrılmıştır.

Görüş belirtme süreci ile ilgili olarak;

- Öncelikle ilk 2(iki) soru, siz değerli katılımcıların mesleki tecrübelerini tespit etmeye yöneliktir.

- 3 ve 4'üncü sorularda ise, yukarıda belirtilen 5(beş) ana faktör hakkındaki görüşlerinizi almak amacıyla hazırlanmıştır.

- 5 ile 9 aralığındaki sorular ise, alt faktörleri belirleme süreci ile alakalıdır.

Bu doğrultuda, yukarıda belirtilen ana faktörlere ait alt faktörlerin belirlenmesinde sizlerin vereceği katkı çalışmanın bilimsel alt yapısında çok büyük önem arz etmektedir.

Saygılarımla.

İletişim: numaralı telefondan veya e-posta adresinden ulaşabilirsiniz.

İrfan ÖZKULLUK
2020801797

Soru 1: Kaç yıldır Kılavuz Kaptan yeterliliğine sahipsiniz?

Cevap:

Soru 2: Kaç yıldır Uzakyol Kaptan yeterliliğine sahipsiniz?

Cevap:

Soru 3: Gemi Manevrasına Etki Eden Faktörler' e ait sınıflandırmada yukarıda belirtilen 5(beş) ana başlığın yer almasını doğru buluyor musunuz?

Cevap: **( )** Evet

( ) Hayır

Soru 4: Eğer yukarıdaki sınıflandırmayı eksik veya yetersiz buluyorsanız eklemek ya da çıkarmak istediğiniz ana ve alt faktörü belirtir misiniz?

Cevap:

Soru 5: Çevresel Faktörlere ait alt faktörler içerisinden eklemek ya da çıkarmak istediğiniz faktörü belirtir misiniz?

Çevresel Faktörler
Rüzgâr Hızı-Yönü
Dalga Yükseliği-Yönü
Akıntı Hızı-Yönü
Görüş Mesafesi
Gece/Gündüz
Römorkör Tipi-Sayısı

Cevap:

Soru 6: Gemi Yapısal Özellikleri olarak belirlenen ana faktöre ait alt faktörler içerisinden eklemek ya da çıkarmak istediğiniz faktörü belirtir misiniz?

Gemi Yapısal Özellikleri
Dümen Tipi
Pervane Tipi
Gemi Hızı
Gemi Büyüklüğü
Rüzgâr Alanı
Draft
Trim
GM

Cevap:

Soru 7: Seyir Yardımcı Cihazları olarak belirlenen ana faktöre ait alt faktörler içerisinden eklemek ya da çıkarmak istediğiniz faktörü belirtir misiniz?

Seyir Yardımcı Cihazları
GPS ve ECDIS
AIS-Radar
VHF
Köprüüstü Ekipmanları
Derinlik Ölçer

Cevap:

Soru 8: Liman Yapısı ve Özellikleri olarak belirlenen ana faktöre ait alt faktörler içerisinden eklemek ya da çıkarmak istediğiniz faktörü belirtir misiniz?

Liman Yapısı ve Özellikleri
Basen Genişliği
VTS
YanaşmaYeri Uzunluğu
Babaların Konumu
Usturmacalar
Bağlı Gemiler
Liman Aydınlatması

Cevap:

Soru 9: İnsan Faktörü olarak belirlenen ana faktöre ait alt faktörler içerisinden eklemek yada çıkarmak istediğiniz faktörü belirtir misiniz?

İnsan Faktörü
Kılavuz Kaptan Tec.
Gemiye Özgü Eğitimler
BRM
İletişim-Koordinasyon
Personelin Yorgunluğu
Manevra Tipi

Cevap:

Ek 2: Gemi Manevrasına Etki Eden Faktörlerin Önem Derecesini Belirlemeye Yönelik Uzman Görüşme Formu

MANEVRAYA ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN ÖNEM DERECESİNİ BELİRLEMEYE YÖNELİK UZMAN GÖRÜŞÜ ALMA SÜRECİ

Manevra sürecinde gemilere birden fazla kuvvet etki etmektedir. Bu konuyu (Cotter, 1963); gemi manevrasını elimizdeki kuvvetleri kullanarak kontrol altında olmayan kuvvetlerin üstesinden gelme sanatı olarak tanımlamış ve manevra sürecinin bir bütün olarak ele alınması gerektiğini ifade etmiştir.

Bu motivasyonla gerçekleştirilen, liman sahalarındaki gemi manevralarının risk analizine yönelik çalışmada; manevra sürecindeki gemilere hangi faktörün daha fazla etki ettiğinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Çalışma sonucunda elde edilecek sonuçlar literatürdeki önemli bir boşluğun doldurulması yanı sıra bundan sonraki çalışmalara da önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu doğrultuda, gemi manevrasını etkileyen 5(beş) ana faktör ve bu ana faktörlere ait alt faktörler belirlenmiş olup, **Tablo: 1**'de gösterilmiştir.

Tablo 1: Gemi Manevralarını Etkileyen Faktörler

MANEVRAYI ETKİLEYEN FAKTÖRLER				
Çevresel Faktörler	**Gemi Yapısal Özellikleri**	**Seyir Yardımcı Cihazları**	**Liman Yapısı Özellikleri**	**İnsan Faktörü**
Akıntı Hızı-Yönü	Baş/Kıç İterler	AIS-Radar	Baba, Anele ve Usturmaçaların Konumu	Gemi Personeli Yorgunluk Yönetimi
Dalga Boyu-Yüksekliği	Deplasman	ECDIS-GPS	Bağlı Gemilerin Rıhtımdaki Konumu	Kaptan-Kılavuz Kaptan İletişimi
Gece/Gündüz	Draft	Hızölçer	Liman Aydınlatması	Kılavuz Kaptan-Kaptan Tecrübesi
Görüş Mesafesi	Rüzgâr Alanı	Halatların ve Irgatların Kondisyonu	Manevra Basen Çapı	Köprüüstü Kaynak Yönetimi Becerisi
Rüzgâr Hızı-Yönü	Trim	VHF	Manevra Tipi Yanaşma/Ayrılma	-
-	-	-	Rıhtım Uzunluğu	-
-	-	-	Römorkör Tipi/Gücü	-

Yapacağımız çalışma ile yukarıda gösterilen faktörleri birbirleri ile kıyaslayarak hangisinin gemi manevrasına daha fazla etki ettiğini belirleyeceğiz. Yani her birinin bir diğerine olan önem derecesini belirleyeceğiz. Bunu ikili karşılaştırma yöntemi ile sağlayacağız. Aşağıda sunulan tablolarda ortada Equal (Eşitlik) olacak şekilde sağlı sollu önem derecesini gösteren ifadeler vardır. Bu ifadeler belirlenen Faktörlerin Gemi Manevrası esnasındaki önem derecesini belirlemeyi amaçlanmaktadır. Buna göre sizce gemi manevrasına hangi faktör daha çok etki ediyor ise o yöndeki işaretlemenizi yapınız. Örneğin; Çevresel Faktörlerin Gemi Manevrasını İnsan Faktöründen daha çok etkilediğini düşünüyorsanız Eşitliğin sol tarafına belirlediğiniz ölçüde işaretleme yapmalısınız. Tam tersi olarak Çevresel Faktörlerin Gemi Manevrasını daha çok etkilediğini düşünüyorsanız Eşitliğin sağ tarafındaki düşündüğünüz derece kutucuğuna işaretleme yapmalısınız.

İrfan ÖZKULLUK
Araştırmacı

Ana Faktörlere Ait İkili Karşılaştırma Formu

Gemilere manevra sürecinde bazı faktörler etki etmektedir. Aşağıdaki tabloda **Gemi Manevrasını Etkileyen Ana Faktörler** belirlenmiştir. Çalışmada, **gemi manevrasını etkileyen her bir ana faktörün** diğerine göre ne şiddette önemli olduğunu ikili karşılaştırma yaparak tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, sizce hangi faktör diğerine göre baskınsa o yönde derecelendirme yapınız.
Not: Her bir satır için yalnızca bir tane işaretleme yapılacaktır.

	←←←Sol Yöne İlerledikçe Önemi Dahada Artar←←←									→→Sağ Yöne İlerledikçe Önemi Dahada Artar→→								
	MANEVRAYI ETKİLEYEN FAKTÖRLER																	
	Perfect	Absolute	Very good	Fairly good	Good	Preferable	Not bad	Weak Advantage	Equal	Weak Advantage	Not bad	Preferable	Good	Fairly good	Very good	Absolute	Perfect	
Çevresel Faktörler																		Gemi Yapısal Özellikleri
Çevresel Faktörler																		Seyir Yardımcı Cihazları
Çevresel Faktörler																		Liman Yapısı ve Özellikleri
Çevresel Faktörler																		İnsan Faktörü
Gemi Yapısal Özellikleri																		Seyir Yardımcı Cihazları
Gemi Yapısal Özellikleri																		Liman Yapısı ve Özellikleri
Gemi Yapısal Özellikleri																		İnsan Faktörü
Seyir Yardımcı Cihazları																		Liman Yapısı ve Özellikleri
Seyir Yardımcı Cihazları																		İnsan Faktörü
Liman Yapısı ve Özellikleri																		İnsan Faktörü

Çevresel Faktörlere Ait İkili Karşılaştırma Formu

Çevresel Faktörlerin gemi manevra sürecini etkilediği bilinmektedir. Aşağıdaki tabloda gemi manevrasını etkileyen bazı **Çevresel Faktörler** belirlenmiştir. Çalışmada, gemi manevrasını etkileyen her bir **çevresel faktörün** diğerine göre ne şiddette önemli olduğunu ikili karşılaştırma yaparak tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, sizce hangi çevresel faktör diğerine göre baskınsa, o yönde tabloda derecelendirme yapınız.

Not: Her bir satır için yalnızca bir tane işaretleme yapılacaktır.

	←←←Sol Yöne İlerledikçe Önemi Dahada Artar←←←									→→Sağ Yöne İlerledikçe Önemi Dahada Artar→→								
	ÇEVRESEL FAKTÖRLER																	
	Perfect	Absolute	Very good	Fairly good	Good	Preferable	Not bad	Weak Advantage	Equal	Weak Advantage	Not bad	Preferable	Good	Fairly good	Very good	Absolute	Perfect	
Akıntı Hızı-Yönü																		Dalga Boyu-Yüksekliği
Akıntı Hızı-Yönü																		Gece-Gündüz
Akıntı Hızı-Yönü																		Görüş Mesafesi
Akıntı Hızı-Yönü																		Rüzgar Hızı-Yönü
Dalga Boyu-Yüksekliği																		Gece-Gündüz
Dalga Boyu-Yüksekliği																		Görüş Mesafesi
Dalga Boyu-Yüksekliği																		Rüzgar Hızı-Yönü
Gece-Gündüz																		Görüş Mesafesi
Gece-Gündüz																		Rüzgar Hızı-Yönü
Görüş Mesafesi																		Rüzgar Hızı-Yönü

Gemi Yapısal Özelliklerine Ait İkili Karşılaştırma Formu

Gemi yapısal Özelliklerinin gemi manevra sürecini etkilediği bilinmektedir. Aşağıdaki tabloda gemi manevrasına etki eden, **Gemi Yapısal Özelliklerine Ait Bazı Faktörler** belirlenmiştir. Çalışmada, gemi manevrasını etkileyen her bir g**emi yapısal özelliklerine ait faktörün** diğerine göre ne şiddette önemli olduğunu ikili karşılaştırma yaparak tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, hangi faktör diğerine göre baskınsa o yönde tabloda derecelendirme yapınız.

Not: Her bir satır için yalnızca bir tane işaretleme yapılacaktır.

	←←←Sol Yöne İlerledikçe Önemi Dahada Artar←←←									→→→Sağ Yöne İlerledikçe Önemi Dahada Artar→→→								
	GEMİ YAPISAL ÖZELLİKLERİ																	
	Perfect	Absolute	Very good	Fairly good	Good	Preferable	Not bad	Weak Advantage	Equal	Weak Advantage	Not bad	Preferable	Good	Fairly good	Very good	Absolute	Perfect	
Baş-Kıç İterler																		Deplasmanı
Baş-Kıç İterler																		Daftı
Baş-Kıç İterler																		Rüzgar Alanı
Baş-Kıç İterler																		Trimi
Deplasmanı																		Daftı
Deplasmanı																		Rüzgar Alanı
Deplasmanı																		Trimi
Daftı																		Rüzgar Alanı
Daftı																		Trimi
Rüzgar Alanı																		Trimi

Seyir Yardımcı Cihazlarına Ait İkili Karşılaştırma Formu

Seyir Yardımcı Cihazlarının gemi manevra sürecindeki önemi bilinmektedir. Aşağıdaki tabloda gemi manevra sürecinde kullanılan bazı **Seyir Yardımcı Cihazları** belirlenmiştir. Çalışmada, gemi manevra sürecinde kullanılan **seyir yardımcı cihazlarının** diğerine göre ne şiddette önemli olduğunu ikili karşılaştırma yaparak tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, manevra yaparken sizce hangi seyir yardımcı cihazı diğerine göre baskınsa o yönde tabloda derecelendirme yapınız.

Not: Her bir satır için yalnızca bir tane işaretleme yapılacaktır.

	←←←Sol Yöne İlerledikçe Önemi Dahada Artar←←←									→→→Sağ Yöne İlerledikçe Önemi Dahada Artar→→→								
	SEYİR YARDIMCI CİHAZLARI																	
	Perfect	Absolute	Very good	Fairly good	Good	Preferable	Not bad	Weak advantage	Equal	Weak advantage	Not bad	Preferable	Good	Fairly good	Very good	Absolute	Perfect	
AIS-RADAR																		ECDIS-GPS
AIS-RADAR																		Hızölçer
AIS-RADAR																		Halatların ve Irgatların Kondisyonu
AIS-RADAR																		VHF
ECDIS-GPS																		Hızölçer
ECDIS-GPS																		Halatların ve Irgatların Kondisyonu
ECDIS-GPS																		VHF
Hızölçer																		Halatların ve Irgatların Kondisyonu
Hızölçer																		VHF
Halatların ve Irgatların Kondisyonu																		VHF

Liman Yapısı ve Özelliklerine Ait İkili Karşılaştırma Formu

Liman Yapısı ve Özelliklerinin gemi manevra sürecindeki önemi bilinmektedir. Aşağıdaki tabloda gemi manevrasının gerçekleştirildiği **Limanın Yapısı ve Özelliklerine** ait bazı faktörler belirlenmiştir. Çalışmada, manevranın gerçekleştirildiği limanın yapısı ve özelliklerinin diğerine göre ne şiddette önemli olduğunu ikili karşılaştırma yaparak tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, manevra yaparken sizce hangi özellikler diğerine göre baskınsa o yönde tabloda derecelendirme yapınız.

Not: Her bir satır için yalnızca bir tane işaretleme yapılacaktır.

	←←Sol Yöne İlerledikçe Önemi Dahada Artar←←←									→→Sağ Yöne İlerledikçe Önemi Dahada Artar→→								
	LİMAN YAPISI VE ÖZELLİKLERİ																	
	Perfect	Absolute	Very good	Fairly good	Good	Preferable	Not bad	Weak Advantage	Equal	Weak Advantage	Not bad	Preferable	Good	Fairly good	Very good	Absolute	Perfect	
Baba Anele ve Usturmaçaların Konumu																		Bağlı Gemilerin Rıhtımdaki Konumu
Baba Anele ve Usturmaçaların Konumu																		Liman Aydınlatması
Baba Anele ve Usturmaçaların Konumu																		Manevra Basen Çapı
Baba Anele ve Usturmaçaların Konumu																		Manevra Tipi Yanaşma-Ayrılma
Baba Anele ve Usturmaçaların Konumu																		Rıhtım Uzunluğu
Baba Anele ve Usturmaçaların Konumu																		Römorkör Tipi/Gücü
Bağlı Gemilerin Rıhtımdaki Konumu																		Liman Aydınlatması
Bağlı Gemilerin Rıhtımdaki Konumu																		Manevra Basen Çapı
Bağlı Gemilerin Rıhtımdaki Konumu																		Manevra Tipi Yanaşma-Ayrılma
Bağlı Gemilerin Rıhtımdaki Konumu																		Rıhtım Uzunluğu
Bağlı Gemilerin Rıhtımdaki Konumu																		Römorkör Tipi/Gücü
Liman Aydınlatması																		Manevra Basen Çapı
Liman Aydınlatması																		Manevra Tipi Yanaşma-Ayrılma
Liman Aydınlatması																		Rıhtım Uzunluğu
Liman Aydınlatması																		Römorkör Tipi/Gücü
Manevra Basen Çapı																		Manevra Tipi Yanaşma-Ayrılma
Manevra Basen Çapı																		Rıhtım Uzunluğu
Manevra Basen Çapı																		Römorkör Tipi/Gücü
Manevra Tipi Yanaşma-Ayrılma																		Rıhtım Uzunluğu
Manevra Tipi Yanaşma-Ayrılma																		Römorkör Tipi/Gücü
Rıhtım Uzunluğu																		Römorkör Tipi/Gücü

İnsan Faktörüne Ait İkili Karşılaştırma Formu

İnsan Faktörünün gemi manevra sürecindeki önemi bilinmektedir. Aşağıdaki tabloda gemi manevra sürecindeki İnsan Faktörüne ait bazı kriterler belirlenmiştir. Çalışmada, gemi manevrasını etkileyen her bir **insan faktörünün** diğerine göre ne şiddette önemli olduğunu ikili karşılaştırma yaparak tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, sizce hangi insan faktörüne ait kriter diğerine göre baskınsa o yönde derecelendirme yapınız.

Not: Her bir satır için yalnızca bir tane işaretleme yapılacaktır.

	←←←Sol Yöne İlerledikçe Önemi Dahada Artar←←←									→→→Sağ Yöne İlerledikçe Önemi Dahada Artar→→→								
	İNSAN FAKTÖRÜ																	
	Perfect	Absolute	Very good	Fairly good	Good	Preferable	Not bad	Weak Advantage	Equal	Weak Advantage	Not bad	Preferable	Good	Fairly good	Very good	Absolute	Perfect	
Gemi Personeli Yorgunluk Yönetimi																		Kaptan- Kılavuz Kaptan İletişimi
Gemi Personeli Yorgunluk Yönetimi																		Kılavuz Kaptan-Kaptan Tecrübesi
Gemi Personeli Yorgunluk Yönetimi																		Köprüüstü Kaynak Yönetimi Becerisi
Kaptan- Kılavuz Kaptan İletişimi																		Kılavuz Kaptan-Kaptan Tecrübesi
Kaptan- Kılavuz Kaptan İletişimi																		Köprüüstü Kaynak Yönetimi Becerisi
Kılavuz Kaptan-Kaptan Tecrübesi																		Köprüüstü Kaynak Yönetimi Becerisi

Ek 3: Tutarlılık Oranı Hesaplamaları

Ana Kriterler Tutarlılık Oranı (CRm) Hesaplamaları

Bulanık Olmayan Matris					
Ana Kriterler	**ÇF**	**GYÖ**	**SYC**	**LYP**	**İF**
ÇF	1.0000	1.1092	3.1154	1.3744	0.6637
GYÖ	0.9016	1.0000	3.1226	1.6673	1.0446
SYC	0.3210	0.3202	1.0000	0.3330	0.2921
LYÖ	0.7276	0.5998	3.0027	1.0000	0.8947
İF	1.5066	0.9573	3.4230	1.1177	1.0000
Toplam	4.4568	3.9865	13.6637	5.4924	3.8952

NORMALLEŞTİRİLMİŞ MATRİS						
Ana Kriterler	**ÇF**	**GYÖ**	**SYC**	**LYP**	**İF**	**MEAN**
ÇF	0.2244	0.2782	0.2280	0.2502	0.1704	0.2303
GYÖ	0.2023	0.2508	0.2285	0.3036	0.2682	0.2507
SYC	0.0720	0.0803	0.0732	0.0606	0.0750	0.0722
LYÖ	0.1633	0.1505	0.2198	0.1821	0.2297	0.1890
İF	0.3381	0.2401	0.2505	0.2035	0.2567	0.2578

Ana Kriterler	**Ağırlıklar**		**SONUÇ**	
ÇF	1.1643	5.0565		
GYÖ	1.2683	5.0594	**λ**	5.0538
SYC	0.3647	5.0486	**RI**	1,072
LYÖ	0.9545	5.0489	**CI**	0,0134
İF	1.3032	5.0554	**CRm**	**0,0125**

Ana Kriterler CRg Hesaplamaları

Ana Kriterler	ÇF		GYÖ		SYC		LYÖ		İF	
	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U
ÇF	1.000	1.000	0.9081	1.4235	2.3051	3.8606	1.0801	1.7935	0.5306	0.8151
GYÖ	1.000	1.000	1.0000	1.0000	2.5589	3.7745	1.4560	1.9486	0.8099	1.2577
SYC	0.000	0.000	0.2649	0.3908	1.0000	1.0000	0.2760	0.4230	0.2440	0.3582
LYÖ	1.000	1.000	0.5132	0.6868	2.3638	3.6229	1.0000	1.0000	0.7382	1.1177
İF	1.000	2.000	0.7951	1.2347	2.7914	4.0989	0.8947	1.3546	1.0000	1.0000

Bulanık Olmayan Matris					
Ana Kriterler	ÇF	GYÖ	SYC	LYP	İF
ÇF	1.0000	1.1370	2.9831	1.3918	0.6576
GYÖ	0.8795	1.0000	3.1078	1.6844	1.0093
SYC	0.3352	0.3218	1.0000	0.3417	0.2956
LYÖ	0.7185	0.5937	2.9264	1.0000	0.9083
İF	1.5206	0.9908	3.3826	1.1009	1.0000
Toplam	4.4539	4.0432	13.3999	5.5188	3.8709

Normalleştirilmiş Matris						
Ana Kriterler	ÇF	GYÖ	SYC	LYP	İF	MEAN
ÇF	0.2245	0.2812	0.2226	0.2522	0.1699	0.2301
GYÖ	0.1975	0.2473	0.2319	0.3052	0.2607	0.2485
SYC	0.0753	0.0796	0.0746	0.0619	0.0764	0.0736
LYÖ	0.1613	0.1468	0.2184	0.1812	0.2347	0.1885
İF	0.3414	0.2450	0.2524	0.1995	0.2583	0.2593

Ana Kriterler	Ağırlıklar		SONUÇ	
ÇF	1.1650	5.0631		
GYÖ	1.2587	5.0645	λ	5.0583
SYC	0.3717	5.0539	RI	0.3597
LYÖ	0.9522	5.0518	CI	0,0146
İF	1.3118	5.0580	CRg	**0,0405**

Çevresel Faktörler CRm Hesaplamaları

Bulanık Olmayan Matris					
Çevresel Faktörler	**AHY**	**DBY**	**GG**	**GM**	**RHY**
AHY	1.0000	5.6741	5.3154	1.3450	1.7316
DBY	0.1762	1.0000	2.4363	0.6408	0.4935
GG	0.1881	0.4105	1.0000	0.3558	0.1684
GM	0.7435	1.5604	2.8103	1.0000	0.7117
RHY	0.5775	2.0263	5.9385	1.4050	1.0000
Toplam	2.6854	10.6713	17.5005	4.7466	4.1053

NORMALLEŞTİRİLMİŞ MATRİS						
Çevresel Faktörler	**AHY**	**DBY**	**GG**	**GM**	**RHY**	**MEAN**
AHY	0.3724	0.5317	0.3037	0.2833	0.4218	0.3826
DBY	0.0656	0.0937	0.1392	0.1350	0.1202	0.1108
GG	0.0701	0.0385	0.0571	0.0750	0.0410	0.0563
GM	0.2769	0.1462	0.1606	0.2107	0.1734	0.1935
RHY	0.2150	0.1899	0.3393	0.2960	0.2436	0.2568

Çevresel Faktörler	**Ağırlıklar**		**SONUÇ**	
AHY	2.0154	5.2677		
DBY	0.5662	5.1119	**λ**	5.1352
GG	0.2859	5.0751	**RI**	1,0720
GM	0.9919	5.1248	**CI**	0,0338
RHY	1.3086	5.0963	**CRm**	**0,0315**

Çevresel Faktörler CRg Hesaplamaları

Çevresel Faktörler	AHY		DBY		GG		GM		RHY	
	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U
AHY	1.000	1.000	4.557	6.749	4.033	6.460	1.009	1.734	1.564	1.963
DBY	0.000	0.000	1.000	1.000	1.781	3.239	0.505	0.898	0.396	0.631
GG	0.000	0.000	0.309	0.562	1.000	1.000	0.284	0.437	0.143	0.205
GM	1.000	1.000	1.113	1.982	2.286	3.525	1.000	1.000	0.562	0.900
RHY	1.000	1.000	1.585	2.527	4.868	6.984	1.111	1.781	1.000	1.000

Bulanık Olmayan Matris					
Çevresel Faktörler	**AHY**	**DBY**	**GG**	**GM**	**RHY**
AHY	1.0000	5.5453	5.1043	1.3225	1.7520
DBY	0.1803	1.0000	2.4015	0.6732	0.4997
GG	0.1959	0.4164	1.0000	0.3523	0.1715
GM	0.7562	1.4855	2.8388	1.0000	0.7111
RHY	0.5708	2.0010	5.8308	1.4063	1.0000
Toplam	2.7032	10.4482	17.1753	4.7542	4.1343

Normalleştirilmiş Matris						
Çevresel Faktörler	**AHY**	**DBY**	**GG**	**GM**	**RHY**	**MEAN**
AHY	0.3699	0.5307	0.2972	0.2782	0.4238	0.3800
DBY	0.0667	0.0957	0.1398	0.1416	0.1209	0.1129
GG	0.0725	0.0399	0.0582	0.0741	0.0415	0.0572
GM	0.2797	0.1422	0.1653	0.2103	0.1720	0.1939
RHY	0.2111	0.1915	0.3395	0.2958	0.2419	0.2560

Çevresel Faktörler	Ağırlıklar		SONUÇ	
AHY	2.0032	5.2723		
DBY	0.5773	5.1118	**λ**	5.1380
GG	0.2909	5.0834	**RI**	0.3597
GM	0.9935	5.1234	**CI**	0,0345
RHY	1.3052	5.0991	**CRg**	**0,0959**

Gemi Yapısal Özellikleri CRm Hesaplamaları

Bulanık Olmayan Matris					
Gemi Yapısal Özellikleri	**BKİ**	**DEP**	**DRA**	**RA**	**TRM**
BKİ	1.0000	2.3059	1.6945	1.5493	2.6268
DEP	0.4337	1.0000	0.4348	0.4044	1.2044
DRA	0.5901	2.2998	1.0000	0.9032	1.9145
RA	0.6455	2.4727	1.1072	1.0000	3.1693
TRM	0.3807	0.8303	0.5223	0.3155	1.0000
Toplam	3.0500	8.9087	4.7588	4.1724	9.9150

NORMALLEŞTİRİLMİŞ MATRİS						
Gemi Yapısal Özellikleri	**BKİ**	**DEP**	**DRA**	**RA**	**TRM**	**MEAN**
BKİ	0.3279	0.2588	0.3561	0.3713	0.2649	0.3158
DEP	0.1422	0.1122	0.0914	0.0969	0.1215	0.1128
DRA	0.1935	0.2582	0.2101	0.2165	0.1931	0.2143
RA	0.2116	0.2776	0.2327	0.2397	0.3196	0.2562
TRM	0.1248	0.0932	0.1098	0.0756	0.1009	0.1009

Gemi Yapısal Özellikleri	**Ağırlıklar**		**SONUÇ**	
BKİ	1.6010	5.0695		
DEP	0.5681	5.0341	**λ**	5.0512
DRA	1.0847	5.0622	**RI**	1,0720
RA	1.2960	5.0577	**CI**	0,0128
TRM	0.5075	5.0325	**CRm**	**0,0119**

Gemi Yapısal Özellikleri CRg Hesaplamaları

Gemi Yapısal Özellikleri	BKİ		DEP		DRA		RA		TRM	
	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U
BKİ	1.000	1.000	1.895	2.778	1.385	2.091	1.080	2.012	1.977	3.445
DEP	0.000	1.000	1.000	1.000	0.342	0.573	0.325	0.537	0.794	1.630
DRA	0.000	1.000	1.744	2.923	1.000	1.000	0.703	1.178	1.318	2.484
RA	0.000	1.000	1.863	3.074	0.849	1.424	1.000	1.000	2.395	3.915
TRM	0.000	1.000	0.614	1.260	0.403	0.759	0.255	0.418	1.000	1.000

Bulanık Olmayan Matris					
Gemi Yapısal Özellikleri	**BKİ**	**DEP**	**DRA**	**RA**	**TRM**
BKİ	1.0000	2.2942	1.7019	1.4741	2.6094
DEP	0.4359	1.0000	0.4429	0.4179	1.1372
DRA	0.5876	2.2577	1.0000	0.9098	1.8094
RA	0.6784	2.3929	1.0992	1.0000	3.0620
TRM	0.3832	0.8793	0.5527	0.3266	1.0000
Toplam	3.0851	8.8241	4.7967	4.1284	9.6180

Normalleştirilmiş Matris						
Gemi Yapısal Özellikleri	**BKİ**	**DEP**	**DRA**	**RA**	**TRM**	**MEAN**
BKİ	0.3241	0.2600	0.3548	0.3571	0.2713	0.3135
DEP	0.1413	0.1133	0.0923	0.1012	0.1182	0.1133
DRA	0.1905	0.2559	0.2085	0.2204	0.1881	0.2127
RA	0.2199	0.2712	0.2292	0.2422	0.3184	0.2562
TRM	0.1242	0.0996	0.1152	0.0791	0.1040	0.1044

Gemi Yapısal Özellikleri	Ağırlıklar		SONUÇ	
BKİ	1.5854	5.0577		
DEP	0.5699	5.0309	**λ**	5.0443
DRA	1.0746	5.0533	**RI**	0.3597
RA	1.2934	5.0492	**CI**	0,0111
TRM	0.5254	5.0306	**CRg**	**0,0308**

Seyir Yardımcı Cihazları CRm Hesaplamaları

Bulanık Olmayan Matris					
Seyir Yardımcı Cihazları	**AR**	**EG**	**HÖ**	**HIK**	**VHF**
AR	1.0000	0.3674	1.7325	0.2380	0.6371
EG	2.7216	1.0000	2.1360	0.3091	0.7834
HÖ	0.5772	0.4682	1.0000	0.1762	0.4002
HIK	4.2018	3.2357	5.6769	1.0000	2.5370
VHF	1.5697	1.2765	2.4987	0.3942	1.0000
Toplam	10.0703	6.3478	13.0441	2.1174	5.3577

NORMALLEŞTİRİLMİŞ MATRİS						
Seyir Yardımcı Cihazları	**AR**	**EG**	**HÖ**	**HIK**	**VHF**	**MEAN**
AR	0.0993	0.0579	0.1328	0.1124	0.1189	0.1043
EG	0.2703	0.1575	0.1638	0.1460	0.1462	0.1767
HÖ	0.0573	0.0738	0.0767	0.0832	0.0747	0.0731
HIK	0.4172	0.5097	0.4352	0.4723	0.4735	0.4616
VHF	0.1559	0.2011	0.1916	0.1862	0.1866	0.1843

Seyir Yardımcı Cihazları	**Ağırlıklar**		**SONUÇ**	
AR	0.5231	5.0175		
EG	0.9037	5.1131	**λ**	5.0794
HÖ	0.3711	5.0750	**RI**	1,0720
HIK	2.3542	5.1001	**CI**	0,0199
VHF	0.9382	5.0916	**CRm**	**0,0185**

Seyir Yardımcı Cihazları CRg Hesaplamaları

Seyir Yardımcı Cihazları	AR		EG		HÖ		HIK		VHF	
	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U
AR	1.000	1.000	0.295	0.482	1.310	2.261	0.200	0.302	0.522	0.769
EG	2.074	3.390	1.000	1.000	1.668	2.689	0.245	0.398	0.596	1.013
HÖ	0.442	0.763	0.372	0.599	1.000	1.000	0.148	0.223	0.300	0.507
HIK	3.312	5.006	2.513	4.073	4.487	6.779	1.000	1.000	1.971	3.107
VHF	1.301	1.917	0.987	1.677	1.974	3.330	0.322	0.507	1.000	1.000

Bulanık Olmayan Matris					
Seyir Yardımcı Cihazları	**AR**	**EG**	**HÖ**	**HIK**	**VHF**
AR	1.0000	0.3772	1.7211	0.2456	0.6332
EG	2.6511	1.0000	2.1179	0.3125	0.7772
HÖ	0.5810	0.4722	1.0000	0.1813	0.3900
HIK	4.0722	3.1995	5.5153	1.0000	2.4745
VHF	1.5792	1.2866	2.5640	0.4041	1.0000
Toplam	9.8836	6.3355	12.9183	2.1436	5.2749

Normalleştirilmiş Matris						
Seyir Yardımcı Cihazları	**AR**	**EG**	**HÖ**	**HIK**	**VHF**	**MEAN**
AR	0.1012	0.0595	0.1332	0.1146	0.1200	0.1057
EG	0.2682	0.1578	0.1639	0.1458	0.1473	0.1766
HÖ	0.0588	0.0745	0.0774	0.0846	0.0739	0.0738
HIK	0.4120	0.5050	0.4269	0.4665	0.4691	0.4559
VHF	0.1598	0.2031	0.1985	0.1885	0.1896	0.1879

Seyir Yardımcı Cihazları	Ağırlıklar		SONUÇ	
AR	0.5304	5.0172		
EG	0.9018	5.1056	**λ**	5.0758
HÖ	0.3746	5.0727	**RI**	0.3597
HIK	2.3238	5.0969	**CI**	0,0189
VHF	0.9557	5.0864	**CRg**	**0,0527**

Liman Yapısı ve Özellikleri CRm Hesaplamaları

BULANIK OLMAYAN MATRİS							
Liman Yapısı ve Özellikleri	**BAU**	**BGR**	**LA**	**MBÇ**	**MT**	**RU**	**RTG**
BAU	1.000	0.523	0.535	0.368	0.243	0.577	0.128
BGR	1.911	1.000	1.122	1.537	1.420	1.099	0.276
LA	1.869	0.891	1.000	0.998	0.586	0.717	0.131
MBÇ	2.717	0.650	1.002	1.000	1.563	1.423	0.245
MT	4.123	0.704	1.705	0.640	1.000	1.032	0.131
RU	1.734	0.910	1.395	0.702	0.969	1.000	0.144
RTG	7.841	3.625	7.608	4.080	7.608	6.940	1.000
Toplam	21.194	8.304	14.366	9.327	13.387	12.789	2.055

NORMALLEŞTİRİLMİŞ MATRİS								
Liman Yapısı ve Özellikleri	**BAU**	**BGR**	**LA**	**MBÇ**	**MT**	**RU**	**RTG**	**MEAN**
BAU	0.047	0.063	0.037	0.039	0.018	0.045	0.062	0.045
BGR	0.090	0.120	0.078	0.165	0.106	0.086	0.134	0.111
LA	0.088	0.107	0.070	0.107	0.044	0.056	0.064	0.077
MBÇ	0.128	0.078	0.070	0.107	0.117	0.111	0.119	0.104
MT	0.195	0.085	0.119	0.069	0.075	0.081	0.064	0.098
RU	0.082	0.110	0.097	0.075	0.072	0.078	0.070	0.083
RTG	0.370	0.437	0.530	0.438	0.568	0.543	0.487	0.482

Liman Yapısı ve Özellikleri	**Ağırlıklar**		**SONUÇ**	
BAU	0.3156	7.0773		
BGR	0.8068	7.2426	**λ**	7,2346
LA	0.5440	7.1053	**RI**	1,2874
MBÇ	0.7647	7.3256	**CI**	0,0391
MT	0.7072	7.2159	**CRm** **0,0304**	
RU	0.6066	7.2656		
RTG	3.5684	7.4101		

Liman Yapısı ve Özellikleri CRg Hesaplamaları

Liman Yapısı ve Özellikleri	BAU		BGR		LA		MBÇ		MT		RU		RTG	
	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U	L	U
BAU	1.0	1.0	0.5	0.6	0.4	0.7	0.3	0.5	0.2	0.3	0.5	0.7	0.1	0.1
BGR	1.6	2.2	1.0	1.0	0.9	1.4	1.2	1.8	1.1	1.7	0.9	1.4	0.2	0.4
LA	1.5	2.2	0.7	1.2	1.0	1.0	0.8	1.4	0.5	0.8	0.6	0.9	0.1	0.2
MBÇ	2.1	3.4	0.5	0.8	0.7	1.3	1.0	1.0	1.2	1.9	1.0	1.9	0.2	0.3
MT	3.2	4.9	0.6	0.9	1.2	2.2	0.5	0.8	1.0	1.0	0.8	1.4	0.1	0.2
RU	1.4	2.2	0.7	1.2	1.1	1.8	0.5	1.0	0.7	1.3	1.0	1.0	0.1	0.2
RTG	6.8	8.8	2.5	4.7	6.6	8.6	3.2	5.2	6.6	8.6	5.9	7.9	1.0	1.0

BULANIK OLMAYAN MATRİS							
Liman Yapısı ve Özellikleri	**BAU**	**BGR**	**LA**	**MBÇ**	**MT**	**RU**	**RTG**
BAU	1.00	0.53	0.55	0.37	0.25	0.57	0.13
BGR	1.90	1.00	1.09	1.51	1.38	1.08	0.29
LA	1.83	0.92	1.00	1.03	0.62	0.72	0.13
MBÇ	2.67	0.66	0.97	1.00	1.53	1.38	0.25
MT	4.00	0.72	1.61	0.65	1.00	1.05	0.13
RU	1.75	0.92	1.40	0.73	0.95	1.00	0.15
RTG	7.78	3.42	7.54	4.07	7.54	6.87	1.00
Toplam	20.92	8.18	14.16	9.35	13.28	12.66	2.08

NORMALLEŞTİRİLMİŞ MATRİS								
Liman Yapısı ve Özellikleri	**BAU**	**BGR**	**LA**	**MBÇ**	**MT**	**RU**	**RTG**	**MEAN**
BAU	0.05	0.06	0.04	0.04	0.02	0.05	0.06	0.05
BGR	0.09	0.12	0.08	0.16	0.10	0.09	0.14	0.11
LA	0.09	0.11	0.07	0.11	0.05	0.06	0.06	0.08
MBÇ	0.13	0.08	0.07	0.11	0.12	0.11	0.12	0.10
MT	0.19	0.09	0.11	0.07	0.08	0.08	0.06	0.10
RU	0.08	0.11	0.10	0.08	0.07	0.08	0.07	0.08
RTG	0.37	0.42	0.53	0.44	0.57	0.54	0.48	0.48

Liman Yapısı ve Özellikleri	Ağırlıklar		SONUÇ	
BAU	0.3156	7.0773		
BGR	0.8068	7.2426	**λ**	7,2346
LA	0.5440	7.1053	**RI**	1,2874
MBÇ	0.7647	7.3256	**CI**	0,0391
MT	0.7072	7.2159	**CRm** **0,0304**	
RU	0.6066	7.2656		
RTG	3.5684	7.4101		

İnsan Faktörü CRm Hesaplamaları

BULANIK OLMAYAN MATRİS				
İnsan Faktörü	**GPY**	**KKİ**	**KKT**	**KKY**
GPY	1.0000	0.3016	0.2348	0.8572
KKİ	3.3153	1.0000	0.5639	3.9061
KKT	4.2587	1.7735	1.0000	2.5984
KKY	1.1665	0.2560	0.3848	1.0000
Toplam	9.7405	3.3311	2.1835	8.3618

NORMALLEŞTİRİLMİŞ MATRİS					
İnsan Faktörü	**GPY**	**KKİ**	**KKT**	**KKY**	**MEAN**
GPY	0.1027	0.0905	0.1075	0.1025	0.1008
KKİ	0.3404	0.3002	0.2582	0.4671	0.3415
KKT	0.4372	0.5324	0.4580	0.3108	0.4346
KKY	0.1198	0.0769	0.1763	0.1196	0.1231

İnsan Faktörü	**Ağırlıklar**		**SONUÇ**	
GPY	0.4114	4.0807	**λ**	4.0817
KKİ	1.4017	4.1046	**RI**	0,7937
KKT	1.7895	4.1176	**CI**	0,0272
KKY	0.4954	4.0239	**CRm**	**0,0343**

İnsan Faktörü CRg Hesaplamaları

İnsan Faktörü	GPY		KKİ		KKT		KKY	
	L	U	L	U	L	U	L	U
GPY	1.0000	1.0000	0.2533	0.3908	0.1850	0.3350	0.6934	1.1582
KKİ	3.0000	4.0000	1.0000	1.0000	0.4317	0.7687	2.9343	4.7556
KKT	3.0000	5.0000	1.3008	2.3164	1.0000	1.0000	2.1601	2.9959
KKY	1.0000	1.0000	0.2103	0.3408	0.3338	0.4629	1.0000	1.0000

Bulanık Olmayan Matris				
İnsan Faktörü	**GPY**	**KKİ**	**KKT**	**KKY**
GPY	1.0000	0.3146	0.2490	0.8961
KKİ	3.1786	1.0000	0.5761	3.7356
KKT	4.0167	1.7359	1.0000	2.5439
KKY	1.1159	0.2677	0.3931	1.0000
Toplam	9.3113	3.3182	2.2181	8.1756

Normalleştirilmiş Matris					
İnsan Faktörü	**GPY**	**KKİ**	**KKT**	**KKY**	**MEAN**
GPY	0.1074	0.0948	0.1122	0.1096	0.1060
KKİ	0.3414	0.3014	0.2597	0.4569	0.3398
KKT	0.4314	0.5231	0.4508	0.3112	0.4291
KKY	0.1198	0.0807	0.1772	0.1223	0.1250

İnsan Faktörü	Ağırlıklar		SONUÇ	
GPY	0.4318	4.0730	**λ**	4.0744
KKİ	1.3910	4.0932	**RI**	0.2627
KKT	1.7629	4.1081	**CI**	0,0248
KKY	0.5030	4.0234	**CRg**	**0,0944**

Ek 4: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırma ve Yayın Etik Kurulu'ndan Alınan İlgili Etik Kurul Onay Yazısı

HIZMETE OZEL

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
HUKUK MÜŞAVİRLİĞİ

Sayı : E-87347630-659-644521 27.06.2023
Konu : Etik Kurul İzni-İrfan ÖZKULLUK

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 19/06/2023 tarih ve 633298 sayılı yazınız.

İlgide kayıtlı yazınız ile bildirilen başvuru, Üniversitemiz Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulunun 20/06/2023 tarihli toplantısında değerlendirilmiş ve toplantıda alınan 7 sayılı karar ile İrfan ÖZKULLUK'un, ***"Limanlardaki Gemi Manevralarının Risk Değerlendirmesi İçin Bulanık Mantık Modellemesi ve Uygulaması"*** başlıklı çalışmasının etik açıdan uygun olduğuna karar verilmiş olup, alınan karar Makamınızca onaylanmıştır.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr. Esra BUKOVA GÜZEL
Rektör V.

- 56822877 - 56822877 - 56822877 -

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Doğrulama Kodu: BDE38429-73F0-4EA0-9400-DF805B943C20 Doğrulama Adresi: https://turkiye.gov.tr/dokuz-eylul-universitesi-ebys
Adres: Kültür Mahallesi, Cumhuriyet Blv No:144, 35220 Konak İzmir
KEP Adresi : dokuzeyluluniversitesi@hs01.kep.tr
Bilgi için:Ozkan TOPÇU
Sürekli İşçi
Telefon No:(232) 412 11 93

HİZMETE ÖZEL