

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

GEMİ DENETİM SONUÇLARININ VERİ
MADENCİLİĞİ YÖNTEMLERİYLE ANALİZİ: TÜRK
BAYRAKLI GEMİLER ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Coşkan SEVGİLİ

Danışman
Doç.Dr. Ali Cemal TÖZ

İZMİR-2024

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

GEMİ DENETİM SONUÇLARININ VERİ
MADENCİLİĞİ YÖNTEMLERİYLE ANALİZİ: TÜRK
BAYRAKLI GEMİLER ÜZERİNE BİR UYGULAMA

Coşkan SEVGİLİ

Danışman
Doç.Dr. Ali Cemal TÖZ

İZMİR-2024

DOKTORA
TEZ ONAY SAYFASI

Üniversite : Dokuz Eylül Üniversitesi
Enstitü : Sosyal Bilimler Enstitüsü
Adı ve Soyadı : COŞKAN SEVGİLİ
Öğrenci No : 2017800003
Tez Başlığı : Gemi Denetim Sonuçlarının Veri Madenciliği Yöntemleriyle Analizi: Türk Bayraklı Gemiler Üzerine Bir Uygulama

Savunma Tarihi : 23/01/2024

Danışmanı : Doç.Dr. Ali Cemal TÖZ

JÜRİ ÜYELERİ

<u>Ünvanı, Adı, Soyadı</u>	<u>Üniversitesi</u>	<u>İmza</u>
Doç.Dr. Ali Cemal TÖZ	-Dokuz Eylül Üniversitesi	
Doç.Dr.Burak KÖSEOĞLU	-Dokuz Eylül Üniversitesi	
Doç.Dr.Bariş KULEYİN	-Dokuz Eylül Üniversitesi	
Prof.Dr.Özkan UĞURLU	- Ordu Üniversitesi	
Doç.Dr.Erkan ÇAKIR	Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi	

COŞKAN SEVGİLİ tarafından hazırlanmış ve sunulmuş olan bu tez savunmada başarılı bulunarak oy birliği() / oy çokluğu() ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Asuman ALTAY
Müdür

YEMİN METNİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “Gemi Denetim Sonuçlarının Veri Madenciliği Yöntemleriyle Analizi: Türk Bayraklı Gemiler Üzerine Bir Uygulama” 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.

....../....../.....

Coşkan SEVGİLİ

ÖZET

Doktora Tezi

Gemi Denetim Sonuçlarının Veri Madenciliği Yöntemleriyle Analizi: Türk

Bayraklı Gemiler Üzerine Bir Uygulama

Coşkan SEVGİLİ

Dokuz Eylül Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı Denizcilikte Emniyet,

Güvenlik ve Çevre Yönetimi Programı

Gemi denetimlerinde kullanılan hedef sistemlerde aynı gemi için farklı risk derecesinin belirlenmesinin yanı sıra gemilerin hangi alanlarında eksiklik olabileceğine dair bir karar destek sistemi içermemesi gibi dezavantajlar bulunmaktadır. Bu araştırma, liman devleti denetimi sonuçlarını kullanarak Türk bayrak devleti için hem geminin denetim sonucunu hem de eksiklik tespit edilebilecek alanları tespit etmeye yönelik modeller geliştirmeyi amaçlamıştır. Bu kapsamda, yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılarak uzmanlardan temin edilen 10 değişken belirlenmiş ve 6008 gemi denetim raporuna tanımlayıcı ve sınıflayıcı veri madenciliği yöntemleri uygulanmıştır. Ardından, Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci kullanılarak uzmanların denetimi etkileyen değişkenler konusunda görüşleri değerlendirilerek veri analizleriyle kıyaslanmıştır. Uzman görüşleri ve veri analizinden elde edilen sonuçların oldukça benzer olduğu tespit edilmekle veri analizinin performans metrikleri ve senaryo analizleri tatmin edici sonuçlar vermiştir. Araştırma bulgularının Türk bayrak devleti otoritesi için bir karar destek sistemi olacağı düşünülmektedir. Gelecek çalışmalarda veri setinin genişletilerek daha küresel çapta modeller geliştirilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bayrak Devleti Denetimi, Liman Devleti Denetimi, Gemi Hedef Sistemi, Veri Madenciliği, Makine Öğrenmesi, Birlikte Madenciliği.

ABSTRACT

Doctoral Thesis

Analysis of Ship Inspection Results using Data Mining Methods: An Application on Turkish Flagged Ships

Coşkan SEVGİLİ

Dokuz Eylül University

Graduate School of Social Sciences

Department of Marine Transportation Engineering

Maritime Safety, Security and Environmental Management Program

The target systems used in ship inspections have disadvantages such as determining different risk levels for the same ship, as well as not including a decision support system for which areas of the ships may have deficiencies. This research aims to develop models for the Turkish flag state by using the results of port state inspections to determine both the inspection result of the ship and the areas where deficiencies may be detected. In this context, 10 variables obtained from experts using a semi-structured interview form were identified and descriptive and classificatory data mining methods were applied to 6008 ship inspection reports. Then, using the Fuzzy Analytic Hierarchy Process, the opinions of the experts on the variables affecting the inspection were evaluated and compared with the data analysis. It was found that the results obtained from the expert opinions and data analysis were quite similar, and the performance metrics and scenario analysis of the data analysis yielded satisfactory results. The findings of the research are considered to be a decision support system for the Turkish flag state authority. In future studies, it is recommended to expand the data set and develop models on a more global scale.

Keywords: Flag State Control, Port State Control, Ship Target System, Data Mining, Machine Learning, Association Rule Mining

**GEMİ DENETİM SONUÇLARININ
VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMLERİYLE ANALİZİ: TÜRK
BAYRAKLI GEMİLER ÜZERİNE BİR UYGULAMA**

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	ii
YEMİN METNİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR	xi
TABLOLAR LİSTESİ	xvii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xxi
EKLER LİSTESİ	xxiv
GİRİŞ	1

**BİRİNCİ BÖLÜM
ARAŞTIRMANIN TASARIMI**

1.1. PROBLEMİN TANIMI	3
1.2. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ	5
1.3. ARAŞTIRMANIN AMACI	6
1.4. ARAŞTIRMA SORULARI	7
1.5. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ	7
1.6. ARAŞTIRMANIN KISITLARI	8

İKİNCİ BÖLÜM

ARAŞTIRMANIN KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ

2.1. DENİZLERDE EMNİYETİN TARİHSEL GELİŞİMİ	10
2.1.1. İlk ve Orta Çağlarda Denizlerde Emniyet Anlayışı	10
2.1.2. Deniz Emniyet Kavramının Önemine Etki Eden Deniz Kazaları	12
2.1.3. Uluslararası Denizcilik Örgütü'nün Kuruluşu	15
2.2. DENİZ EMNİYETİ ÜZERİNE ULUSLARARASI DENİZCİLİK ÖRGÜTÜ'NÜN İŞLEVİ	16
2.2.1. Deniz Emniyeti Komitesi	17
2.2.2. Deniz Çevresini Koruma Komitesi	18
2.2.3. Hukuk Komitesi	19
2.2.4. Teknik İş birliği Komitesi	19
2.2.5. Kolaylaştırma Komitesi	20
2.3. BAYRAK DEVLETİ DENETİMİ	20
2.4. KIYI DEVLETİ KONTROLÜ	23
2.5. LİMAN DEVLET DENETİMİ	24
2.6. BÖLGESEL MUTABAKAT ZAPTLARI	26
2.7. GEMİLERİN DENETİMLERİNE İLİŞKİN TEMEL ULUSLARARASI SÖZLEŞMELER	29
2.7.1. IMO Tarafından Düzenlenen Sözleşmeler	30
2.7.2. ILO Tarafından Düzenlenen Sözleşmeler	33
2.8. BÖLGESEL MUTABAKAT ZAPTLARI TARAFINDAN GEMİLERE UYGULANAN DENETİM TÜRLERİ	35
2.8.1. Başlangıç Denetimleri	36
2.8.2. Detaylı Denetimler	36
2.8.3. Genişletilmiş Denetimler	37

2.8.4. Yoğunlaştırılmış Denetim Kampanyaları	37
2.9. GEMİLERE UYGULANAN DENETİMLERİN SONUÇLARI	38
2.9.1. Eksiklik Olmadan Sonuçlanan Denetimler	39
2.9.2. Eksiklikler ile Sonuçlanan Denetimler	39
2.9.3. Tutulma ile Sonuçlanan Denetimler	40
2.9.4. Yasaklama	41
2.10. GEMİ DENETİMLERİNDEKİ HEDEF FAKTÖR SİSTEMLERİ	41
2.10.1. Hedef Faktör Şemasının Amacı	42
2.10.2. Hedef Faktör Şemalarında Kullanılan Temel Veriler	43
2.10.3. Bölgesel Mutabakat Zaptları Tarafından Kullanılan Hedef Faktör Şemaları	45
2.10.3.1. Tokyo MOU'nun Hedef Faktör Şeması	45
2.10.3.2. Paris MOU'nun Hedef Faktör Şeması	47
2.10.3.3. Karadeniz MOU'nun Hedef Faktör Şeması	49
2.10.3.4. Akdeniz MOU'nun Hedef Faktör Şeması	50
2.11. GEMİ DENETİMLERİ ÜZERİNE YAPILAN AKADEMİK ARAŞTIRMALAR	51

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMANIN SÜRECİ VE YÖNTEMİ

3.1. ARAŞTIRMANIN SÜRECİ	56
3.1.1. Değişkenlerin Belirlenme Süreci	57
3.1.2. Verilerin Elde Edilmesi ve Analizi	59
3.1.3. Uzmanların Değişkenlerin Önem Derecesini Belirlemesi	60
3.2. VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMİ	61
3.2.1. Veri ve Veri Madenciliği ile İlgili Temel Kavramlar	62

3.2.2. Veri Madenciliği Süreci	64
3.2.3. Veri Madenciliği Yöntemleri	66
3.2.3.1. Tanımlayıcı Yöntemler	68
3.2.3.1.1. Birliktelik Kuralları	68
3.2.3.1.2. Kümeleme	70
3.2.3.2. Tahmin Edici Yöntemler	71
3.2.3.2.1. Sınıflandırma	71
3.2.3.2.2. Regresyon	72
3.2.4. Veri Madenciliğinde Keşifsel Yöntem Uygulamaları	73
3.2.4.1. Birliktelik Kurallarında Apriori Algoritması	73
3.2.4.2. Lojistik Regresyon	81
3.2.4.2.1. Lojistik Regresyon Modelleri	82
3.2.4.2.2. Lojistik Regresyon Modeli'nin İnşası	83
3.2.4.3. Naive Bayes Sınıflayıcılar	86
3.2.4.3.1. Naive Bayes Sınıflayıcı	92
3.2.4.3.2. Tree Augmented Naive Bayes Sınıflayıcı	97
3.2.4.3.3. Augmented Naive Bayes Sınıflayıcı	103
3.2.5. Birliktelik Kuralı Ve Bayes Sınıflayıcılar Kullanılarak Denizcilik Alanında Yapılan Araştırmalar	110
3.3. BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ YÖNTEMİ	113
3.3.1. Analitik Hiyerarşi Süreci	114
3.3.2. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci	117

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMANIN BULGULARI

4.1. ANALİZLER SONUCU ELDE EDİLEN BULGULAR	124
--	-----

4.1.1. Tanımlayıcı İstatistiksel Bilgiler	124
4.1.2. Veri Madenciliği Yöntemlerinin Uygulanması	131
4.1.2.1. Apriori Algoritması ile Birliktelik Kuralı Uygulaması	132
4.1.2.2. Sınıflandırma Algoritmaları Kullanarak Gemi Denetim Sonucu ve Tespit Edilebilecek Ana Eksiklik Alanlarının Tahminlemesi	146
4.1.2.2.1. Naive Bayes Tabanlı Sınıflandırma Algoritmaları Kullanılarak Gemi Denetim Sonucunu Tahmin Eden Modellerin Geliştirilmesi	147
4.1.2.2.1.1. Değişkenlerin Gemi Denetim Sonucu Üzerine Etkisinin Analizi	152
4.1.2.2.2. Naive Bayes Tabanlı Sınıflandırma Algoritmaları Kullanılarak Ana Eksiklikleri Tahmin Eden Modellerin Geliştirilmesi	161
4.1.2.2.3. Geliştirilen Modeller İçin Senaryo Analizleri Uygulaması	179
4.1.3. Gemi Denetim Sonucuna Etki Eden Değişkenler Üzerine Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci Uygulaması	184
4.2. ARAŞTIRMA BULGULARININ TARTIŞILMASI	187
SONUÇ	192
KAYNAKÇA	199
EKLER	

KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
ABS	American Bureau of Shipping
AHP	Analytic Hierarchy Process (Analitik Hiyerarşı Süreci)
AIS	Automatic Identification System (Otomatik Tanımlama Sistemi)
ANB	Augmented Naive Bayes
ANOVA	Analysis of Variance (Varyans Analizi)
ARM	Association Rule Mining (Birliktelik Kuralı Madenciliği)
AUC	Area Under the Curve (Eğri Altındaki Alan)
BM	Birleşmiş Milletler
BN	Bayesian Network (Bayes Ağı)
BRF	Balanced Random Forest (Dengeli Rastgele Orman)
BV	Bureau Veritas
BWM	Ballast Water Management (Balast Suyu Yönetimi)
CARMA	Continuous Association Rule Mining Algorithm (Sürekli Bağlantı Kuralı Madenciliği)
CCC	Sub-Committee on Carriage of Cargoes and Containers (Kargo ve Konteyner Taşımacılığı Alt Komitesi)
CCPD	Common Candidate Partitioned Database (Ortak Aday Bölünmüş Veri Tabanı)
CD	Count Distribution (Sayım Dağılımı)
CDI	Chemical Distribution Institute
CI	Conditional Independence (Koşullu Bağımsızlık)
CI	Consistency Index (Tutarlılık İndeksi)
CIC	Concentrated Inspection Campaigns (Yoğunlaştırılmış Denetim Kampanyaları)
CLC	International Convention on Civil Liability for Oil Pollution Damage (Petrol Kirliliğinden Doğan Zararın Hukuki Sorumluluğu ile İlgili Uluslararası Sözleşme)
CN	Confusion Network (Karmaşık Ağı)

COLREG	International Regulations for Preventing Collisions at Sea (Denizde Çatışmayı Önleme Kuralları Uluslararası Sözleşmesi)
CPT	Conditional Probability Table (Koşullu Olasılık Tablosu)
CR	Consistency Ratio (Tutarlılık Oranı)
DAG	Directed Acyclic Graph (Döngüsel Olmayan Grafik)
DM	Data Mining (Veri Madenciliği)
DNV-GL	Det Norske Veritas- Germanische Lloyd
DPA	Designated Person Ashore (Atanmış Kişi)
DT	Decision Tree (Karar Ağacı)
DW	Data Warehouse (Veri Ambarı)
DWT	Deadweight Tonnage (Dedveyt Tonaj)
ECDIS	Electronic Chart Display and Information System (Elektronik Harita Gösterim ve Bilgi Sistemi)
ECS	Electronic Chart System (Elektronik Harita Sistemi)
EM	Expectation Maximization (Beklenti Maksimizasyonu)
EMSA	European Maritime Safety Agency (Avrupa Deniz Emniyeti Ajansı)
FAHP	Fuzzy Analytic Hierarchy Process (Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci)
FAL	Facilitation Committee (Kolaylaştırma Komitesi)
FAO	Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis (Hata Türü ve Etki Analizi)
FN	False Negative (Yanlış Negatif)
FOC	Flag of Convenience (Kolay Bayrak)
FP	False Positive (Yanlış Pozitif)
FSI	Flag State Implementation (Bayrak Devleti Uygulamaları)
FTA	Fault Tree Analysis (Hata Ağacı Analizi)
GISIS	Global Integrated Shipping Information System
GMDSS	Global Maritime Distress Safety System (Küresel Deniz Tehlike Emniyet Sistemi)
GRA	Grey Relational Analysis (Gri İlişkisel Analizi)
GRT	Gross Tonnage (Gros Tonaj)

HCS	Hill Climbing Search (Tepe Tırmanma Araması)
HRS	High Risk Ship (Yüksek Riskli Gemi)
HSC	High Seas Convention (Açık Deniz Sözleşmesi)
HTW	Sub-Committee on Human element, Training and Watchkeeping (İnsan Unsuru, Eğitim ve Vardiya Tutma Alt Komitesi)
IACS	International Association of Classification Societies (Uluslararası Klas Kuruluşları Birliği)
IDD	Intelligent Data Distribution (Akıllı Veri Dağılımı)
III	Sub-Committee on Implementation of IMO Instruments (Uluslararası Denizcilik Örgütü Araçlarının Uygulanması Alt Komitesi)
ILO	International Labour Organization (Uluslararası Çalışma Örgütü)
IMCO	Inter-Governmental Maritime Consultative Organization (Hükümetlerarası Denizcilik Danışma Örgütü)
IMO	International Maritime Organization (Uluslararası Denizcilik Örgütü)
ISM	International Safety Management (Uluslararası Emniyet Yönetim)
ISO	International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Organizasyonu)
ISPS	International Ship and Port Facility Security (Uluslararası Gemi ve Liman Tesisleri Güvenlik)
KDD	Knowledge Discovery from Data (Veri Tabanlarından Bilgi Keşfi)
KRS	Korean Register of Shipping
LC	Legal Committee (Hukuk Komitesi)
LD	Liman Devleti
LOAD LINES	International Convention on Load Lines (Gemilerin Yükleme Sınırları Uluslararası Sözleşmesi)
LR	Lloyd's Register

LR	Lojistik Regresyon
LRS	Low Risk Ship (Düşük Riskli Gemi)
MAP	Maximum A Posteriori Classification (En Büyük Sonsal Sınıflandırma)
MARPOL	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (Denizlerin Gemiler Tarafından Kirlenmesinin Önlenmesine Ait Uluslararası Sözleşme)
MEPC	Marine Environment Protection Committee (Deniz Çevre Koruma Komitesi)
MLC	Maritime Labour Convention (Denizcilik Çalışma Sözleşmesi)
MOU	Memorandum of Understanding (Mutabakat Zaptı/Memorandum)
MS	Microsoft
MSC	Maritime Safety Committee (Deniz Emniyeti Komitesi)
NB	Naive Bayes
NCSR	Sub-Committee on Navigation, Communications and Search and Rescue (Seyir, İletişim ve Arama ve Kurtarma Alt Komitesi)
NIR	New Inspection Regime (Yeni Denetim Rejimi)
NKK	Nippon Kaiji Kyokai
NLS	Noxious Liquid Substance (Zehirli Sıvı Maddeler)
OCD	Off-line Candidate Determination (Sıradışı Aday Belirleme)
OPA	Oil Pollution Act (Petrol Kirliliği Yasası)
PAR	Parallel Association Rules (Paralel Birliktelik Kuralları)
PDM	Parallel Data Mining (Paralel Veri Madenciliği)
PPR	Sub-Committee on Pollution Prevention and Response (Kirlilik Önleme ve Müdahale Alt Komitesi)
PSC	Port State Control (Liman Devleti Denetimi)
PSCO	Port State Control Officer (Liman Devleti Denetim Uzmanı)
RF	Random Forest Algorithm (Rastgele Orman Algoritması)
RFID	Radio Frequency Identification (Radyo Frekansı ile Tanımlama)

RI	Random Index (Rassal İndeks)
RINA	Registro Italiano Navale
ROC	Receiver Operating Characteristic (Alıcı İşlem Karakteristik)
S&S	Search and Scoring (Arama ve Puanlama)
SDC	Sub-Committee on Ship Design and Construction (Gemi Tasarım ve İnşa Alt Komitesi)
SECA	Sulphur Emission Control Area (Sülfür Emisyon Kontrol Alanları)
SIRE	Ship Inspection Report
SOLAS	International Convention for the Safety of Life at Sea (Denizde Can Emniyeti Uluslararası Sözleşmesi)
SPC	Statistical Process Control (İstatistiksel Süreç Kontrolü)
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
SRP	Ship Risk Profile (Gemi Risk Profili)
SRS	Standard Risk Ship (Standart Riskli Gemi)
SSE	Sub-Committee on Ship Systems and Equipment (Gemi Sistemleri ve Teçhizatı Alt Komitesi)
SSMR	Shipping Statistics and Market Review
STCW	International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (Gemi adamlarının Eğitimi, Belgelendirilmesi ve Vardiya Tutma Standartları Uluslararası Sözleşmesi)
SVM	Support Vector Machines (Destek Vektör Makinesi)
TAN	Tree Augmented Naive Bayes
TCC	Technical Cooperation Committee (Teknik İşbirliği Komitesi)
TL	Türk Loydu
TN	True Negative (Doğru Negatif)
TONNAGE	International Convention on Tonnage Measurement of Ships (Gemilerin Tonilatolarını Ölçme Uluslararası Sözleşmesi)
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity (İdeal Çözüme Dayalı Sıralama Tekniği)
TP	True Positive (Doğru Pozitif)

UAB	Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı
UCI	California Irvine Üniversitesi
UNCLOS	United Nations Convention on the Law of the Sea (Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi)
USCG	United States Coast Guard (Amerika Birleşik Devletleri Sahil Güvenlik Teşkilatı)
WEKA	Waikato Environment for Knowledge Analysis
WOS	Web of Science Index



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: Mutabakat Zaptları Tarafından Kullanılan Gemi Hedef Sistemlerinin Değişkenleri	s.44
Tablo 2: Tokyo MOU'nun Hedef Faktör Şeması	s.45
Tablo 3: Tokyo MOU Hedef Faktör Sistemi Şirket Performansı Eksiklik ve Tutuklanma İndeksleri	s.46
Tablo 4: Tokyo MOU Hedef Faktör Sistemi Şirket Performansı	s.47
Tablo 5: Paris MOU'nun Hedef Faktör Şeması	s.48
Tablo 6: Karadeniz MOU'nun Hedef Faktör Şeması	s.50
Tablo 7: Yarı Yapılandırılmış Görüşmeye Katılan Uzmanların Bilgileri	s.58
Tablo 8: Bulanık Hiyerarşi Süreci Uygulamasına Katılan Uzmanların Bilgileri	s.61
Tablo 9: Apriori Algoritması Birleştirme ve Budama Adımı Kodları	s.76
Tablo 10: İşlemleri İçeren Bir Veri Tabanı Örneği	s.77
Tablo 11: Öge Kümeleri ve Destek Sayıları	s.78
Tablo 12: İki Öge Kümeleri, Destek Sayıları ve Koşulları Sağlayan Öge Kümeleri	s.79
Tablo 13: Üç Öge Kümeleri, Destek Sayıları ve Koşulları Sağlayan Öge Kümeleri	s.80
Tablo 14: Oluşturulan Birliktelik Kuralları ve Güven Değerleri	s.81
Tablo 15: Kredi Uygulama Verisi	s.94
Tablo 16: Değişkenlerin Frekans ve Olasılık Tablosu	s.95
Tablo 17: Naive Bayes Algoritması	s.97
Tablo 18: TAN Algoritması Kodu	s.102
Tablo 19: K2 Algoritması Kodu	s.107
Tablo 20: K2 Algoritması Örneği Veri Seti	s.109
Tablo 21: Göreceli Öneme Sahip Yargı Matrisi	s.115
Tablo 22: Rassal İndeks Değerleri	s.117
Tablo 23: Bulanık Önem Dereceleri	s.121
Tablo 24: Araştırmada Kullanılmış Türk Bayraklı Gemilere Uygulanan Liman Devleti Denetimlerinin Dağılımı	s.125

Tablo 25: 2014-2019 Yıllarında Türk Bayraklı Gemilerde Tespit Edilen Eksikliklerin Ana Eksiklik Alanlarına Göre Frekans Dağılımı	s.126
Tablo 26: 2014-2019 Yıllarında Tutulan Türk Bayraklı Gemilerde Tespit Edilen Toplam Eksiklik ve Tutulmaya Neden Olan Eksikliklerin Ana Eksiklik Alanlarına Göre Frekans Dağılımı	s.127
Tablo 27: Gemi Profil Değişkenlerine ait Kategoriler ve Frekans Dağılımları	s.129
Tablo 28: Denetim ile ilgili Değişkenlere ait Kategoriler ve Frekans Dağılımları	s.130
Tablo 29: Ana Eksiklik Alanlarında Oluşan Birliktelik Kuralı Sık Öğe Kümeleri	s.133
Tablo 30: Ana Eksiklik Alanlarında Oluşan En Yüksek Güven Değerli Birliktelik Kuralları	s.135
Tablo 31: Ana Eksiklik Alanlarında Oluşan En Yüksek Lift Değerli Birliktelik Kuralları	s.136
Tablo 32: Seyir Emniyeti ile Gemi Denetimine Etki Eden Değişkenlerin Destek Değerine Göre Birliktelik Kuralları	s.137
Tablo 33: Seyir Emniyeti ile Gemi Denetimine Etki Eden Değişkenlerin Güven ve Kaldıraç Değerine Göre Birliktelik Kuralları	s.138
Tablo 34: Can Kurtarma Araçları ile Gemi Denetimine Etki Eden Değişkenlerin Destek Değerine Göre Birliktelik Kuralları	s.139
Tablo 35: Can Kurtarma Araçları ile Gemi Denetimine Etki Eden Değişkenlerin Güven Değerine Göre Birliktelik Kuralları	s.140
Tablo 36: Eksiklik Tespit Edilen Denetimlerin Destek Değerine Göre Birliktelik Kuralları	s.141
Tablo 37: Eksiklik Tespit Edilen Denetimlerin Güven Değerine Göre Birliktelik Kuralları	s.142
Tablo 38: Eksiklik Tespit Edilen Denetimlerin Kaldıraç Değerine Göre Birliktelik Kuralları	s.142
Tablo 39: Eksiklik Tespit Edilmeyen Denetimlerin Destek Değerine Göre Birliktelik Kuralları	s.144
Tablo 40: Eksiklik Tespit Edilmeyen Denetimlerin Güven Değerine Göre Birliktelik Kuralları	s.144

Tablo 41: Eksiklik Tespit Edilmeyen Denetimlerin Kaldıraç Değerine Göre Birliktelik Kuralları	s.145
Tablo 42: İkili Sınıflandırmaya Ait Bir Hata Matrisi	s.148
Tablo 43: Üç Farklı Sınıflandırma Algoritmasının Performans Değerleri	s.150
Tablo 44: Gemi Denetim Sonucunu Tahmin Etmeye Yönelik Geliştirilen Modelin Hata Matrisi	s.151
Tablo 45: Değişkenler Arası Koşullu Karşılıklı Bilgi Değerleri	s.152
Tablo 46: “Gemi Denetimi Sonucu Eksiklik Tespit Edilme Durumu” Düğümünün Hassasiyet Analizi	s.153
Tablo 47: Duyarlılık Analizi ve Lojistik Regresyona göre Değişkenlerin Gemi Denetim Sonucu Üzerine Etkisinin Karşılaştırmalı Analizi	s.154
Tablo 48: Sertifika/Dokümantasyon Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi	s.163
Tablo 49: Yapısal Koşullar Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi	s.164
Tablo 50: Su/sızdırmazlık Koşulları Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi	s.164
Tablo 51: Acil Durum Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi	s.165
Tablo 52: Telsiz Haberleşme Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi	s.166
Tablo 53: Yük Operasyonları Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi	s.167
Tablo 54: Yangın Emniyeti Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi	s.168
Tablo 55: Alarmlar Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi	s.169
Tablo 56: Yaşam/Çalışma Koşulları Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi	s.169
Tablo 57: Seyir Emniyeti Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi	s.170
Tablo 58: Can Kurtarma Araçları Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi	s.171
Tablo 59: Tehlikeli Yükler Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi	s.172
Tablo 60: Ana ve Yardımcı Makineler Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi	s.173
Tablo 61: Kirlilik Önleme Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi	s.174
Tablo 62: ISM Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi	s.175
Tablo 63: ISPS Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi	s.176

Tablo 64: Gemi Ekipmanları Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi	s.177
Tablo 65: İş Koşulları/MLC Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi	s.178
Tablo 66: Diğer Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi	s.179
Tablo 67: Senaryo Analizinde Kullanılan Gemi Denetimlerine Giren Gemilerin Bilgileri	s.180
Tablo 68: Ana Kriterler için Karar Matrisi	s.185
Tablo 69: Gemi Profil Değişkenleri için Karar Matrisi	s.185
Tablo 70: Denetim ile İlgili Değişkenler için Karar Matrisi	s.186
Tablo 71: FAHP Uygulaması Sonucu Gemi Denetim Sonucuna Etki Eden Değişkenlerin Önem Sıraları ve Ağırlıkları	s.187



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Uluslararası Denizcilik Örgütü'nün (IMO) Yapısı	s.17
Şekil 2: Bölgesel Mutabakat Zaptları	s.29
Şekil 3: Yıllara Göre Liman Devleti Denetimi Üzerine Yapılan Çalışma Sayısı	s.52
Şekil 4: Araştırmanın Süreç Akışı	s.56
Şekil 5: Veri Analizi Uygulama Süreci	s.57
Şekil 6: Veri Madenciliği'nde Bilgi Keşfi Süreci	s.66
Şekil 7: Veri Madenciliği Tekniklerinin Sınıflandırılması	s.68
Şekil 8: Apriori Algoritması'nın Oluşturduğu Örnek Bir Uygulama	s.77
Şekil 9: Lojistik Fonksiyon	s.85
Şekil 10: Bir Naive Bayes Ağı Örneği	s.93
Şekil 11: Örnek Bir TAN Ağı	s.99
Şekil 12: TAN'ın Balance-Scale Üzerinde Öğrenme Prosedürü	s.103
Şekil 13: Örnek Bir ANB Ağı	s.104
Şekil 14: K2 Algoritması Kullanılarak Örnek Vaka İçin Oluşan BN Yapısı	s.110
Şekil 15: AHP'nin Hiyerarşik Yapı Örneği	s.114
Şekil 16: Üçgen Üyelik Fonksiyonu	s.119
Şekil 17: Türk Bayraklı Gemilere Uygulanan Liman Devleti Denetimlerinin Yıllara Göre Dağılımı	s.125
Şekil 18: Ana Eksiklik Alanları için Birliktelik Kuralları Arasındaki İlişki	s.134
Şekil 19: Ana Eksiklik Alanları Arasındaki İlişki Üzerine Örnek Bir Uygulaması	s.136
Şekil 20: Eksiklik Tespit Edilen Denetimlerin Birliktelik Kuralları Arasındaki İlişki	s.143
Şekil 21: Eksiklik Tespit Edilmeyen Denetimlerin Birliktelik Kuralları Arasındaki İlişki	s.146
Şekil 22: Modelin WEKA Programında Oluşturulmuş Yapısı	s.151
Şekil 23: Modelin Netica Programındaki Görünümü ve Marjinal Olasılıkları	s.152
Şekil 24: Gemi Tiplerinin Gemi Denetim Sonucu Üzerine Etkisi	s.155
Şekil 25: Gemi Yaşı Kategorilerinin Gemi Denetim Sonucu Üzerine Etkisi	s.156
Şekil 26: Gemi Büyüklük (Tonaj) Kategorilerinin Gemi Denetim Sonucu Üzerine Etkisi	s.156

Şekil 27: Klas Kuruluşu Kategorilerinin Gemi Denetim Sonucu Üzerine Etkisi	s.157
Şekil 28: Gemi Eksiklik İndeksi Kategorilerinin Gemi Denetim Sonucu Üzerine Etkisi	s.158
Şekil 29: Son Denetimden İtibaren Geçen Süre Kategorilerinin Gemi Denetim Sonucu Üzerine Etkisi	s.158
Şekil 30: Şirket Performansı Kategorilerinin Gemi Denetim Sonucu Üzerine Etkisi	s.159
Şekil 31: Mutabakat Zaptı Kategorilerinin Gemi Denetim Sonucu Üzerine Etkisi	s.160
Şekil 32: Tutulma Geçmişi Kategorilerinin Gemi Denetim Sonucu Üzerine Etkisi	s.160
Şekil 33: Kaza Geçmişi Kategorilerinin Gemi Denetim Sonucu Üzerine Etkisi	s.161
Şekil 34: Sertifika/Dokümantasyon Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli	s.162
Şekil 35: Yapısal Koşullar Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli	s.163
Şekil 36: Su/sızdırmazlık Koşulları Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli	s.164
Şekil 37: Acil Durum Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli	s.165
Şekil 38: Tesiz Haberleşme Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli	s.166
Şekil 39: Yük Operasyonları Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli	s.167
Şekil 40: Yangın Emniyeti Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli	s.167
Şekil 41: Alarmlar Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli	s.168
Şekil 42: Yaşam/Çalışma Koşulları Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli	s.169
Şekil 43: Seyir Emniyeti Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli	s.170
Şekil 44: Can Kurtarma Araçları Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli	s.171
Şekil 45: Tehlikeli Yükler Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli	s.172
Şekil 46: Ana ve Yardımcı Makineler Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli	s.173
Şekil 47: Kirlilik Önleme Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli	s.174
Şekil 48: ISM Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli	s.175
Şekil 49: ISPS Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli	s.176
Şekil 50: Gemi Ekipmanları Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli	s.177
Şekil 51: İş Koşulları/MLC Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli	s.177
Şekil 52: Diğer Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli	s.178

Şekil 53: Senaryo Analizleri Sonucu Gemi Denetim Sonuçlarının Olasılık Dağılımları	s.181
Şekil 54: Senaryo 4 için Elde Edilen Olasılık Dağılımı	s.181
Şekil 55: Senaryo 5 için Yangın Emniyeti Ana Eksiklik Alanı Olasılık Dağılımı	s.182
Şekil 56: Senaryo 6 için İş koşulları/MLC Ana Eksiklik Alanı Olasılık Dağılımı	s.183
Şekil 57: FAHP Uygulamasında Kullanılan Değişkenler	s.185



EKLER LİSTESİ

Ek 1: Paris MOU Eksiklik Listesi	ek s.1
Ek 2: Paris MOU Gemi Denetim Raporu Form A	ek s.14
Ek 3: Paris MOU Gemi Denetim Raporu Form B	ek s.15
Ek 4: Paris MOU’nun Gemilerin Kaptanlarına Verdiği Tutulma Bildirimi	ek s.16
Ek 5: Paris MOU’nun Bayrak Devletlerine Verdiği Tutulma Bildirimi	ek s.17
Ek 6: Paris MOU Gemi Serbest Bırakma Bildirim	ek s.18
Ek 7: Gemi Denetimi Üzerine Yapılmış ve WOS’da Taranan Bilimsel Araştırmalar	ek s.19
Ek 8: Gemi Denetimi Üzerine Yapılmış Veri Madenciliği Araştırmaları	ek s.27
Ek 9: Birliktelık Kuralı ve Naive Bayes Sınıflayıcılar Kullanılarak Yapılan Denizcilik Çalışmaları	ek s.29
Ek 10: Araştırmanın Etik Kurul Onayı	ek s.36
Ek 11: Değişkenlerin Belirlenmesi İçin Uzmanlarla Yapılan Görüşme Formu	ek s.37
Ek 12: Bulanık Analitik Hiyerarşı Süreci Formu	ek s.39

GİRİŞ

Denizyolu taşımacılığı insanlık tarihi boyunca kullanılan en eski ulaştırma yöntemlerinden biridir. İlk ve Orta Çağlar'da genellikle kıyı seyri ve yaz aylarında yapılan denizcilik faaliyetleri, özellikle Sanayi Devrimi'nin getirdiği teknolojik gelişmelerle birlikte daha da gelişmiştir. 20. yüzyılın başlarından itibaren dizel yakıtlı makinelerin gemilerde kullanılması ve seyir ekipmanlarındaki yenilikler gemilerde köklü değişiklikler yaşanmıştır. Teknolojik gelişmelerin yanı sıra küreselleşme ve artan insan nüfusu ticari faaliyetlerin de artmasını sağlamıştır. Bu gelişmeler neticesinde dünya ticaretinin bel kemiği olan gemilerin hacimlerinde ve sayılarında sürekli artış olmuştur. Günümüzde de dünya ticaretinin hem hacimsel hem de değer bakımından büyük kısmı denizyolu taşımacılığı ile yapılmaktadır.

Küreselleşmenin getirdiği bu ticaret hacmiyle birlikte denizlerde daha fazla geminin seyir yapması da emniyet, güvenlik ve çevre yönetimi açısından bazı risklerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. 20. yüzyılın başlarından itibaren meydana gelen deniz kazaları mal ve can kayıplarının yanı sıra çevresel kirliliğe de neden olmuştur. Bu tür felaketlerle sonuçlanan olayların önüne geçebilmek için ise uluslararası sözleşmeler yapılarak yürürlüğe konmuştur. Bu sözleşmeler gemilerin emniyet, güvenlik ve çevre yönetimi açısından gerekli minimum standartları belirlemiştir. Gemilerin bu standartları sağlamalarında ise bayrak devleti birincil sorumlu taraf olmuştur. Bayrak devleti uygulamalarında yaşanan sorunlar ise liman devleti denetimlerinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. "Emniyetin son halkası" olarak nitelendirilen bayrak devleti denetimleri ile standart altı gemilerin uluslararası denizlerde seyir yapmalarının önüne geçilmeye çalışılmıştır.

Gemilere gerçekleştirilen bu denetimlerde standart altı gemilerin tespit edilmesi günümüzdeki en önemli problemlerden birisidir. Standart altı gemiyi doğru tespit etmek maliyet, iş gücü ve zaman açısından uygulamayı gerçekleştiren otoriyeye için fayda sağlamaktadır. Bunlara ek olarak denizlerin emniyeti, güvenliği ve çevre açısından da ana hedefine ulaşmış olmaktadır. Standart altı gemileri tespit edebilmek için bölgesel mutabakat zaptları tarafından farklı gemi hedef sistemleri geliştirilmiş olsa da bu sistemlerin standart altı gemileri yakalamada etkisiz kalabilmektedir. Bunun yanı sıra standart altı olarak belirlenen gemilerin hangi alanlarının denetlenmesi de bu

sistemler tarafından değerlendirilmemekte ve gemi denetim uzmanlarının inisiyatiflerine bırakılmaktadır. Bu durum da hem iş yükünü arttırmakta hem de yanlış karar sonucu gemide tespit edilebilecek eksikliklerin gözden kaçırılabilmesine neden olmaktadır. Farklı gemi hedef sistemlerinin neden olduğu bir diğer problem ise aynı geminin farklı sistemlerde farklı risk değerlerini almasıdır.

Bu kapsamda bu araştırmada Türk bayraklı gemilere farklı mutabakat zaptlarında uygulanan liman devleti denetimi üzerine veri madenciliği yöntemleri uygulanmıştır. Öncelikle geminin denetim sonucu eksiklik tespit edilme durumunu tahmin eden makine öğrenmesi tabanlı bir sınıflandırma modeli geliştirilmiştir. Ardından eksiklik tespit edilebilecek gemilerin hangi ana eksiklik alanlarında eksikliğini olabileceğini tahmin eden 19 sınıflandırma modeli geliştirilmiştir. Geliştirilen modeller geçerlilik ve senaryo analizleriyle desteklenmiştir. Ardından gemi denetim uzmanlarının görüşleri analiz edilerek veri analizi sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

Araştırmanın birinci bölümünde, araştırmanın tasarım sürecindeki problemin tanımlanması, araştırmanın amacı, önemi, soruları, yöntemi ve kısıtları hakkında bilgiler verilmiştir.

Araştırmanın ikinci bölümünde, araştırmanın kavramsal çerçevesi kapsamında gemi denetiminin tarihsel gelişimi ve günümüzdeki uygulamaları açıklanmıştır.

Araştırmanın üçüncü bölümünde, değişkenlerin belirlenmesi, veri analizleri ve uzmanların görüşleri alt başlıklarında araştırmanın süreci hakkında bilgileri verildikten sonra analizlerde kullanılan yöntemler açıklanmıştır.

Araştırmanın son bölümü olan dördüncü bölümde ise analizler sonucu elde edilen bulgular verilmiştir. Geliştirilen modellerin geçerlilikleri değerlendirilmiş ve senaryo analizleri gerçekleştirilmiştir. Veri ve uzmanlardan elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış, son olarak da elde edilen bulgular diğer çalışmaların sonuçlarıyla kıyaslanmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

ARAŞTIRMANIN TASARIMI

1.1. PROBLEMİN TANIMI

Gemi denetimleri denizcilik endüstrisinde emniyet standartlarının karşılanmasını sağlayan en önemli uygulamalardan biridir. Zaman içerisinde gelişen bu denetim mekanizması bayrak devletinden başlayarak liman devletlerine kadar genişlemiştir. Günümüzde seyir yapan gemilerin uluslararası sözleşmeler tarafından yürürlüğe konulan emniyet, güvenlik ve çevre korunması ile ilgili gerekliliklerini karşılamada bayrak devleti birincil sorumlu taraf iken, liman devletleri de kendi egemenlik alanında seyir yapan gemileri denetleme yetkisine sahiptir. Bu kapsamda liman devletleri mutabakat zaptları (memorandum of understanding-MOU) oluşturarak kendi bölgelerindeki liman devleti denetimlerini standart hale getirmeye çalışmışlardır.

Bu denetim mekanizmaları uygulanırken bütün gemilerin denetlenmesi kaynak, maliyet, zaman ve verimlilik açısından mümkün değildir. Bu durum da gerekli standartları karşılamayan “standart altı” gemilerin doğru olarak tespit edilmesi ve denetlenmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Standart altı bir geminin tespit edilip denetlenmemesi hem bayrak devleti hem de liman devleti açısından emniyet, güvenlik ve çevre kirliliği ile ilgili problemleri beraberinde getirerek bu kurumlara ya da bünyesinde bulunduğu devletlere zarara uğratma potansiyeline sahiptir. Aynı şekilde, emniyet standartlarını uygun şekilde sağlayan bir geminin denetlenmesi hem gemiyi hem de denetimi yapan tarafı zarara uğratmaktadır. Standartları sağlayan bir gemiye yapılan denetim geminin operasyonel süreçlerini etkilediği için geminin maddi kayba uğramasına neden olmasının yanı sıra denetimi uygulayan taraf açısından da zaman, emek ve maddi kayıplara neden olmaktadır. Bu sorunun üstesinden gelmek için başta Paris MOU ve Tokyo MOU olmak üzere çoğu mutabakat zaptı kendi yetki bölgelerindeki limanlara gelecek gemilerin risk değerlendirmelerini yapabilmek adına çeşitli hedef faktör şemaları oluşturmuşlardır. Böylelikle gemilere bir risk puanı vererek denetleme sürecinin nasıl olacağı tespit edilmeye çalışılmaktadır. Ancak mutabakat zaptlarının uyguladığı bu hedef faktör sistemleri birbiriyle oldukça farklılık

göstermektedir. Ayrıca, hedef faktör sistemlerinde kullanılan değişkenlerin ve bunların ağırlıklarının da oldukça farklı olduğu görülmektedir. Nitekim aynı gemi çok kısa mesafelerde seyir yapmasına karşın farklı mutabakat zaptlarına uğrak yapıyorsa farklı risk derecelerine sahip olabilmektedir. Örneğin, bir gemi Pire, İzmir ve Karadeniz Ereğli limanlarına uğrak yapan bir seferinde üç farklı mutabakat zaptı yetki bölgesine (Paris MOU, Akdeniz MOU ve Karadeniz MOU) girmekte ve üç farklı risk derecesi oluşabilmektedir. Aynı geminin aynı zaman sürecinde farklı risk derecelerine sahip olması standart altı gemilerin oluşturabileceği riski arttırmaktadır.

Yukarıda bahsedilen karışıklığın dışında standart altı olarak tespit edilen geminin hangi alanlarda standart altı olabileceğine yönelik herhangi bir uygulama bulunmamaktadır. Gemilerin sadece riskli olduğunu belirterek bu riskin bulunması tamamen gemi denetim uzmanlarına bırakılmaktadır. Bu durum da zaten iş yoğunluğu yüksek seviyelerde olan gemi denetim uzmanlarının üzerinde fazladan bir yük oluşmasına neden olmaktadır. Böylelikle, elinde açık kanıtlar olmayan bir gemi denetim uzmanının geminin emniyet, güvenlik ve çevre yönetimi konusunda riskli alanlarını kaçırmaya neden olabilir. Benzer şekilde geminin riskli olmayan alanlarını değerlendirmeye karar vermesi de denetimin verimsiz ve maliyetli geçmesine neden olacaktır. Bu yüzden, gemilerin standart altı olma durumunun belirlenmesi kadar bu gemilerin hangi alanlarda standart altı olabileceği konusunda gemi denetim uzmanlarına yardım edecek bir karar destek sisteminin oluşturulması oldukça önemlidir.

Bu sorunların yanı sıra günümüzde bayrak devleti denetimlerinde Türk bayraklı gemilere uygulanan sistematik bir uygulama bulunmamaktadır. Sadece gemi işletmeleri tarafından yetkilendirilmiş kişinin yetkinlik durumuna göre denetim süreçlerine karar verilmektedir. Bu durumda Türk bayraklı gemilerin etkin olarak denetlenmesinde bir sorun olduğu söylenebilir. Türk bayraklı her ne kadar iyi performansa sahip bayraklar olarak nitelendirilen beyaz listeye Paris MOU'da 2008 ve Tokyo MOU'da 2023 yılında girmiş ise de mutabakat zaptları tarafından yayınlanan listelere bakıldığında riskli alana düşülmesinin oldukça olası olduğu görülmektedir. COVID 19 pandemisi döneminde Türk bayraklı gemilerin Paris MOU'da yaşadığı sorunlar neticesinde bayrak devleti uygulamalarında gidilen sıkılaştırma ve Tokyo MOU'da Türk bayraklı gemilerin beyaz listeye henüz Mayıs

2020 tarihinde geçmesi bunun açık örnekleridir. Bu yüzden bayrak performansının korunabilmesi için sürdürülebilir bir yaklaşım açısına sahip olunması oldukça önemlidir. Bu kapsamda, bayrak devletleri denetimlerinin verimli olarak yapılması açısından sistematik bir modelin geliştirilerek uygulanması gerekmektedir.

1.2. ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ

Gemilere uygulanan denetimlerin sonuçlarının günümüzde önemi oldukça artan bir yöntem olan veri madenciliği yöntemleri ile analiz edilmesi araştırmanın önemini arttırmaktadır. Büyük veri olarak nitelendirilebilecek gemi denetim sonuçları için kullanılan yöntemler ile gemi denetim sonucuna etki eden değişkenlerin örtük ilişkilerinin, önem derecelerinin belirlenmesinin yanı sıra makine öğrenmesi yaklaşımı ile yeni modeller geliştirilmesi daha gerçekçi bir sistemin oluşmasını sağlayacaktır. Bu araştırmada gemilerde eksiklik tespit edilebilecek eksiklik alanları için modeller geliştiren literatürdeki ilk araştırmadır. Türk bayraklı gemiler için geliştirilen bu modellerin gemi denetim uzmanları için bir karar destek sistemi olacağı düşünülmektedir. Özellikle, ülkemizin bayrak devleti uygulamalarında herhangi bir sistemin kullanılmadığı düşünüldüğünde ülkemiz bayrak devleti açısından oldukça önemli bir kamu yararı sağlanacağı söylenebilir. Bunun yanı sıra yapılan analizlerde eksiklik tespit edilen ve edilmeyen gemilerin değişkenleri arasındaki ilişkiler de incelenerek ek bir karar destek sistemi oluşturulmuştur. Geliştirilen modellerin zaman içerisinde güncellenebilir niteliğe sahip olması da değişen koşullara ayak uydurulmasını sağlayacaktır. Özellikle mutabakat zaptlarının gemi hedef sistemlerindeki gibi değişkenler için sabit ağırlıklar kullanılması yerine anında güncellenebilir yaklaşıma sahip yöntemlerin kullanılması araştırmanın önemini daha da arttırmaktadır. Gemi denetim sonucunu etkileyen değişkenler gemi denetim uzmanlarının bakış açıları ile de incelenmiş ve veri analizleri ile kıyaslanarak araştırmanın bulguları güçlendirilmiştir.

1.3. ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu araştırmanın temel amacı gemi denetim sonuçlarının veri madenciliği yöntemleri ile analiz edilmesi ve gemi denetim sonuçları için bu yöntemin uygulanabilirliğinin ölçülmesidir. Bu kapsamda, Türk bayraklı gemilerin en yoğun sefer yaptığı bölgeler olan Paris, Karadeniz, Akdeniz ve Tokyo MOU bünyesindeki liman devleti denetim sonuçları analiz edilmiştir. 2014-2019 yılları arasını kapsayan bu verilerin sistematik şekilde işlenmesiyle elde edilen ve toplam 6008 denetim raporundan oluşan veri seti üzerine çeşitli veri madenciliği yöntemleri uygulanması amaçlanmıştır. Böylelikle veri seti içerisindeki görünmeyen ya da keşfedilmemiş önemli bilgilerin ortaya çıkarılmasıyla gemi denetim uzmanları için denetimlerde başvurabilecekleri bir rehber olması araştırmanın önemli amaçlarından birisidir. Standart altı gemilerin doğru şekilde tespit edilmesi ve bu gemilerin hangi alanlarda eksikliklerinin olabileceğinin doğru şekilde tahmin edilmesiyle birlikte yapılacak denetimlerin emek, zaman ve maliyet açısından daha verimli olması amaçlanmıştır. Bununla birlikte, denizlerin emniyetinin ilk halkası bayrak devleti olmasından dolayı bu mekanizma için geliştirilen bir model, standart altı gemilerin daha erken tespit edilmesini sağlayacaktır. Böylelikle denizcilik endüstrisinin temel amacı olan gemilerin emniyet, güvenlik ve çevre yönetimi konusunda endüstriye yarar sağlanması amaçlanmıştır.

Daha önce de bahsedildiği gibi şu an liman devletleri tarafından farklı sistemlerin uygulanması aynı gemi için farklı risk seviyelerinin tespit edilmesine neden olabilmektedir. Bu araştırma ile farklı mutabakat zaptlarının gemi denetim raporları birleştirilerek analizler yapılmıştır. Her ne kadar bayrak devleti üzerinden ve bayrak devletinin kullanabileceği modeller geliştirilmesine karşın bu araştırmanın önemli amaçlarından birisi de küresel ölçekte ortak bir sistemin geliştirilmesinin ilk adımı olmaktır. Bu çalışmada olduğu gibi farklı mutabakat zaptlarının gemi denetim raporlarının birleştirilmesi ve analiz edilmesiyle birlikte şu an karşılaşılan ikilemlerin önüne geçileceği ve standart altı gemilerin daha etkin şekilde tespit edileceği düşünülmektedir.

1.4. ARAŞTIRMA SORULARI

Gemilere uygulanan denetimlerin veri madenciliği yöntemleri ile analizi sonucu verimli bir modelin geliştirilebilme durumunu bu araştırmanın temel sorusunu oluşturmaktadır. Burada cevap aranan noktalar hem geminin standartları karşılama durumu hem de standartları karşılamıyor ise hangi alanlarda olduğunu bulmak üzerinedir. Bu kapsamda analiz edilen Türk bayraklı gemiler üzerinden uygulanabilir bir modelin geliştirilebilme durumu incelenmiştir. Ayrıca ileri analizlerde gemi denetim verileri ile uzmanların görüşlerinin tutarlılık durumu kıyaslanması da araştırmanın bir diğer cevap bulmaya çalıştığı soru olmuştur.

1.5. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Araştırmada gemi denetim sonuçları veri madenciliği yöntemleri üzerinden analiz edilmiş ve modeller geliştirilmiştir. Veri madenciliği, büyük verilerin işlenerek analiz edilmesiyle veri içerisindeki gizli ilişkileri tespit etmeye yönelik geliştirilen bir yöntemdir. Özellikle geçmiş verileri kullanarak oldukça başarılı çıkarımlarda bulunması ve modeller geliştirmesi yöntemin günümüzde popüler hale gelmesini sağlamıştır. Bu araştırmada da uygulamanın yapılabilmesi için bayrak devleti olarak seçilen Türk bayraklı ticaret gemilerinin farklı mutabakat zaptlarındaki denetim raporları incelenmiştir. Eş zamanlı olarak, Akdeniz ve Karadeniz MOU aynı zamanda ülkemizin bayrak devleti denetimlerinde de görev yapan 14 gemi denetim uzmanı ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılarak 20 değişken içerisinde gemi denetim sonucunu etkileyen 10 değişken belirlenmiştir. Veri toplama süreci sonucunda toplam 6008 veri analiz edilmek üzere ön işleme sürecine tabi tutulmuştur. Oldukça yoğun bir ön işleme sürecinin ardından veriler, veri madenciliği uygulamaları için hazır hale getirilmiştir. Bu aşamada veri madenciliğinin keşifsel yöntemlerinden olan birliktelik kuralı ve sınıflandırma algoritmaları kullanılmıştır. birliktelik kuralı ile veri içerisindeki gizli ilişkileri inceleyen bir tanımlayıcı analiz Apriori Algoritması kullanılarak yapılmış, ardından bir gemide eksiklik tespit edilme durumunu tahmin etmeye yönelik bir sınıflandırma modeli geliştirilmesi için Naive Bayes yaklaşımına dayalı üç farklı algoritma (Naive Bayes, Tree Augmented Naive Bayes ve K2 tabanlı

Augmented Naive Bayes) kullanılmıştır. Sonrasında, geliştirilen modellerin performans metrikleri incelenmiş ve modellerin geçerliliğini güçlendirmek için senaryo analizleri yapılmıştır.

Araştırmanın son aşamasında gemi denetim uzmanlarının bakış açısından gemi denetim sonucunu etkilediği düşünülen değişkenlerin önem derecelerinin belirlenmesine yönelik çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (Fuzzy Analytic Hierarchy Process-FAHP) uygulaması yapılmıştır. Hiyerarşik bir yapıda değerlendirilen bu değişkenler karşılaştırma matrisleri aracılığıyla uzmanlara nitel olarak değerlendirilerek değişkenlerin önem dereceleri nicel hale getirilmiştir. Elde edilen bulgular veri analizi ile elde edilen bulgularla karşılaştırılmıştır.

1.6. ARAŞTIRMANIN KISITLARI

Veri toplama sürecinin oldukça zor olması nedeniyle ve anlamlı verilerin analiz edilebilmesi için Türk bayraklı gemilerin en yoğun sefer yaptığı dört mutabakat zaptını bünyesindeki ülkelerde 2014-2019 yılları arası uygulanan 6008 liman devleti denetimi analiz edilmiştir. Analiz sürecinde bazı değişkenlerin yapısından dolayı analiz yapılan dönem öncesindeki verilere ihtiyaç duyulduğu için eksik veriler bulunmaktadır. Bu eksik verilerin oluşturduğu kısıt ise veri analizlerinde kullanılan ve eksik verileri istatistiki olarak en uygun şekilde dolduran algoritmalar kullanılarak giderilmeye çalışılmıştır. COVID19 pandemisi de veri analizlerinde kısıtlamaya gidilmesi gereken bir faktör olmuştur. Bu süreçte denetimlerin sayısı oldukça azalmış olup; yapılan bu denetimlerin de nispeten verimli olmadığı bilinmektedir. Bunun yanı sıra pandemi sürecinin bitmeye başlamasıyla birlikte Türk bayraklı gemilerin kötü performans göstermesi ve bayrak devletinin sıkılaştırma politikaları ve ardından gevşeme sürecinde yine denetimlerde performans düşüşü yaşanması araştırmanın zaman aralığının kısıtlanmasına neden olmuştur. Yapılan analizlerin tutarlılığının ve doğruluğunun sağlanabilmesi için pandeminin yoğunlaştığı 2020 yılı ve sonrası yıllardaki liman devleti denetimleri raporları toplanmış olmasına karşın analize dahil edilmemesine karar verilmiştir. Benzer şekilde, araştırmanın süreçlerinde büyük öneme sahip olan uzman görüşmeleri pandemi sürecinden etkilenmiştir. Pandeminin

yanı sıra, uzmanların oldukça farklı coğrafi bölgelerde görev yapmaları ve zaman kısıtından dolayı görüşme gerçekleştirilen uzmanların sayısında sınırlamaya gidilmiştir. Ayrıca, araştırma veri analizi üzerinden yapıldığı için gemilerin denetlenmesine neden olabilen ihbarlar, uzmanların denetim esnasında gözlemle eksiklik tespit etme durumu gibi koşullar araştırmaya dahil edilememiştir.



İKİNCİ BÖLÜM

ARAŞTIRMANIN KAVRAMSAL ÇERÇEVESİ

2.1. DENİZLERDE EMNİYETİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Bu bölümde öncelikle denizlerde emniyet kavramının nasıl geliştiği anlatıldıktan sonra Uluslararası Denizcilik Örgütü (International Maritime Organization-IMO)'nın hayata geçişi ve örgütün faaliyetlerine değinilecektir. Ardından bayrak devleti, kıyı devleti ve liman devleti denetimlerine ilişkin kavramları ve bu mekanizmaların işlevleri açıklanacak, son olarak da bölgesel mutabakat zaptlarının gelişimleri ve faaliyetleri incelenecektir.

2.1.1. İlk ve Orta Çağlarda Denizlerde Emniyet Anlayışı

Denizyolu taşımacılığı, insanlık tarihinde ulaşım ve ticaret için kullanılan en eski ulaştırma modlarından birisidir. O dönemlerde gerek teknolojinin gelişmemiş olması gerekse de insan nüfusunun çok olmayışından dolayı denizyolu taşımacılığında kullanılan gemilerin doğa ve çevre koşullarına karşı fazla emniyetli olmadığı bilinmekteydi. Bu yüzden gemi insanların deniz tehlikelerine karşı mücadele edebilmelerinin güç olmasından ve taşınan yüklere gelebilecek zararı önlemek için denizcilik faaliyetleri genellikle kıyısız bölgelerde özellikle kış mevsimi dışında yapılmaktaydı (Açıkgöz, 2007: 1). Denizcilik faaliyetlerinin bu ilk evresinde yazılı olmayan kurallar çerçevesinde bazı emniyet tedbirleri uygulanmıştır. Orta çağlarda biraz daha gelişen bu emniyet tedbirlerinin en göze çarpan kuralı gemilere aşırı yüklemenin yasaklanmasıydı (Yücel, 2008: 1).

Aşırı deniz ve hava koşullarına dayanıklı gemilerin yapılması, pusulanın kullanımı gibi çeşitli teknolojik gelişmelerin ve coğrafi keşiflerin etkisiyle gemiler dönemin en önemli ulaştırma araçları olmuştur. Bu dönemde gemilerin hem boyutu hem de sayısında önemli derecede bir artış olmuştur. Artan deniz ve yük trafiğinden dolayı özellikle denizcilikte gelişmiş olan ülkeler çeşitli emniyet uygulamaları ortaya koymaya başlamışlardır. Bunlardan birisi de İskandinav ülkeleri tarafından gemideki

bakımsızlıktan ya da ekipman yetersizliğinden kaynaklı kazaları önlemek için bir denetim mekanizması kurulması olmuştur (Açıkgöz, 2007: 1).

Endüstri devrimi ile birlikte sanayileşmenin artması 19. yüzyılda deniz taşımacılığına da çağ atlatmıştır. Teknolojik gelişmelerden büyük pay alan gemiler artık insan ve doğa gücü yerine makine gücüyle çalışmaya başlamıştır. Kısıtlı ve belirsiz güç kaynağı yerine sabit ve daha güçlü bir tahrik gücü kazanılmış, böylelikle gemilerin boyutları ve taşıma kapasitelerinde çok büyük artmış yaşanmıştır (Baltaoğlu, 2014: 2). Sanayileşme ve ham madde ihtiyacının artışı denizyolu taşımacılığına talebi arttırmış, buna bağlı olarak da gemi sayılarında da büyük artış olmuştur. Gemi üretiminin ve seyir teknolojisinin gelişmesine rağmen deniz emniyeti kavramı tam olarak oluşturulamamıştır. Örneğin, İngiliz limanlarından kalkan ve Amerika Birleşik Devletleri'ne (ABD) seyir yapan gemilerin %5'i deniz ve hava koşullarına karşı emniyetli seyir yapamadıkları için İngiltere'ye geri dönemiyordu. Dahası, daha uzun seyir yapan gemilerde bu oran çok daha fazlaydı (Kelly ve diğerleri, 2021: 240). Bu kayıpların oranının fazla olmasının yanı sıra daha fazla sayıda ve büyüklükteki gemilerin denizlerdeki emniyet riskini arttırması, gemilere yönelik emniyet eksikliklerinin giderilmesi zaruriyetini de beraberinde getirmiştir. Bu dönemde denizcilik sektörü, otorite ve devlet kontrolünün alacağı kuralların sektörü baskı altına alabileceği endişesini taşımakta ve bu müdahalelerin ticaret serbestisini etkileyeceğini düşünmekteydi. Bu süreçte tamamen özel niteliği taşımakta olan ilk klas kuruluşları hayata geçmeye başlamıştır. Bu kuruluşlar deniz sigortalarının bünyesinde gemilerin emniyet açısından değerlendirmelerini yapmışlardır. Yine bu dönemde çeşitli ülkeler tarafından resmi kurumlar aracılığıyla ekipman, insan gücü, işletme koşul ve yeterlilikleri gibi deniz emniyeti üzerine resmi önlemler de alınmıştır. Devletlerin sektöre müdahalesinin iki temel nedeni bulunmaktaydı. Bunlardan ilki; denizciliğin bir endüstri yapısına ulaşması ve bu yüzden alınacak ve uygulanacak tedbirlerin resmi makamlarca yapılması gerekliliğiydi. İkincisi ise uluslararası sözleşme, anlaşma ve mevzuat konusunda yetkili tek makamın devlet olmasıdır. Ulusal kural ve yönetmeliklerin oluşturulması ve uluslararası anlaşmalara uyumlaştırılması yükümlülüğü devletin rolünü güçlendirmektedir. Bu anlayışla İngiltere, Fransa gibi denizci devletler başta olmak üzere gemilerin emniyet konularında devletlerin denizcilik sektörüne müdahaleleri oldukça genişlemiştir.

Devletlerin gemilerin emniyeti konusunda birinci sorumluluğa sahip olma ve müdahaleci anlayışı, gemiler üzerindeki devlet hakimiyeti ve bayrak ile birlikte sektöre baskın biçimde hakim olmuştur (Açıkgöz, 2007: 2).

2.1.2. Deniz Emniyet Kavramının Önemine Etki Eden Deniz Kazaları

20. yüzyıla gelindiğinden denizyolu taşımacılığının hem gemi sayısı hem de taşıma kapasitesi bakımından artışı devam etmiştir. Özellikle petrol ve kimyasal ürünlerdeki teknolojinin gelişmesi ve bu ürünlere olan dünya çapındaki talebin artmasıyla birlikte denizciliğin doğası gereği mevcut bulunan riskler daha da artmış, can ve mal kaybı tehlikesine ek olarak çevre kirliliği riski de doğmuştur (Aykanat, 2010: 1). Bu yıllarda denizcilik endüstrisini en fazla etkileyen kazalardan biri olan Titanik kazasının (1912) ardından denizde emniyet ile ilgili önemli tedbirler alınması gerekliliği söz konusu olmuş ve bu kapsamda kazadan iki yıl sonra 1914'te Denizde Can Emniyeti Uluslararası Sözleşmesi (Safety Of Life At Sea-SOLAS) oluşturulmuştur. 1934 yılında New Jersey sahilinde Morro Castle gemisinin alevler içinde batması, yeni yangın söndürme, koruma ve kontrol düzenlemeleri ve ekipman gereksinimleri ile SOLAS'ın önemli şekilde içeriğinin geliştirilmesine neden olmuştur (Awal ve Hasegawa, 2017: 299).

1967 yılında ise Kuveyt'teki Mena Al Ahmadi'den Büyük Britanya'daki Milford Haven'a taşıdığı 119000 ton ham petrol ile seyir yapan Torrey Canyon isimli tanker bir dizi seyir hatalarından sonra Seven Stones resifindeki Pollard's kayalıklarına çarparak karaya oturmuştur. Çeşitli kurtarma müdahaleleri ve önlemlerine rağmen yaklaşık 94 ile 164 milyon litre arası ham petrol sızıntısı ile o güne kadarki en büyük tonajlı petrol sızıntısı meydana gelmiştir. Bu sızıntı İngiltere ve Fransa kıyılarında büyük çapta kirliliğe neden olmuş ve deniz çevresinin eski haline döndürülmesi için oldukça büyük çaba sarfedilmiştir. Bu felaket uluslararası düzenlemelerde bir çok değişikliğin yapılmasına neden olmuştur. Hükümetlerarası Denizcilik Danışma Örgütü (Inter-Governmental Maritime Consultative Organization-IMCO), gemi sahiplerine ihmali kanıtlama zorunluluğu olmaksızın katı sorumluluk yükleyen 1969 tarihli Petrol Kirliliğinden Doğan Zararın Hukuki Sorumluluğu ile ilgili Uluslararası Sözleşme (The International Convention on Civil

Liability for Oil Pollution Damage - CLC) ve 1973 tarihli Denizlerin Gemiler Tarafından Kirletilmesinin Önlenmesine Ait Uluslararası Sözleşmesi'ni (the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships - MARPOL) yürürlüğe koymuştur (Duda ve Wawruch, 2017: 32-33).

1978'de, 223000 ton ham petrol ve 4000 ton bunker fuel oil taşıyan petrol tankeri Amoco Cadiz, dümen donanımında bir arıza yaşayarak Breton sahilindeki Portsall kayalıklarında karaya oturmuştur. Gemideki tüm ürünün denize dökülmesi ile Fransa'da oldukça büyük bir çevre felaketi yaşanmıştır. Bu kaza Fransız Hükümeti'nin petrol müdahale planını (Polmar Planı) gözden geçirmesini, ekipman stokları (Polmar stokları) edinmesini, bölgede gemi trafik düzenlemesi yapılması ve uygulaması ile Cedre'nin oluşturulmasını sağlamıştır. Bunun yanısıra MARPOL ve CLC Sözleşmeleri'nde çeşitli düzenlemeler yapılmıştır (Jézéquel ve diğerleri, 2021: 1).

1987 yılında Herald of Free Enterprise isimli Ro-Ro gemisi Belçika'nın Zeebrugge limanından Dover'a giden rutin seyrinde limandan ayrıldıktan birkaç dakika sonra, gemi pruva platform kapağı açık olarak limandan ayrıldığı için alabora olmuştur. Su geçirmez perdeleri olmadığı için güverteler sular altında kalmış ve birkaç dakika içinde gemi sığ suda yan yatmıştır. Bu kazada yolcu ve mürettebattan toplam 193 kişi hayatını kaybetmiştir. Kazadan sonra IMO, Uluslararası Emniyet Yönetim Kodu (the International Management Code for the Safe Operation Of Ships and for Pollution Prevention - the ISM Code) ve SOLAS'ta çeşitli iyileştirmeler üzerinde çalışmalara başlamıştır (Duda ve Wawruch, 2017: 35-36).

1990 yılında Exxon Valdez isimli tek cidarlı gemi Bligh resifinde karaya oturdu ve yaklaşık 3000 - 42000 m³ ham petrol sızıntısına neden oldu. Prince William Sound kıyı şeridinin 783 kilometresi ve Alaska Körfezi'nin batı şeridinin yaklaşık 1300 kilometresi çeşitli seviyeleride petrol kirliliğine maruz kaldı ve bölgedeki ekosistem ciddi şekilde zarar gördü. Bu kazanın sonucunda da IMO tarafından çeşitli sözleşmeler yoluyla kapsamlı deniz kirliliği önleme kuralları getirilmiştir. Bunun yanı sıra ABD tarafından 1990 tarihli Petrol Kirliliği Yasası (Oil Pollution Act of 1990 - OPA) yürürlüğe konulmuştur (Neff ve diğerleri, 1995: 312).

1994 yılında Tallinn'den Stockholm'e gitmek için seyre çıkan Estonia isimli feribot yanlış yükleme ve kötü hava koşulları yüzünden alabora olduktan sonra batmıştır. 852 can kaybına neden olan bu kaza, barış zamanında meydana gelen ve en

fazla can kaybına neden olan kazadır. Bu kaza sonucunda gemilerde özellikle SOLAS sözleşmesinin yönelik yeni düzenlemelerin uygulanması zorunluluğu getirilmiştir (Karppinen ve Rahka, 1998: 149; Arnberg ve diğerleri, 2011: 183).

1999 yılında ise 24 yaşında tek cidarlı bir tanker olan Erika taşıdığı 31000 ton petrolü Dunkerque'den Livorno'ya götürürken Biscay Körfezi'nde sahilden 75 km uzaklıkta şiddetli bir fırtınaya yakalanarak ikiye ayrılmış ve yaklaşık 20000 tonluk petrol sızıntısı meydana gelmiştir. Finistère ve Charente-Maritime arasındaki yaklaşık 400 kilometrelik Fransa'ya ait kıyı şeridinde petrol kirliliği oluşmuş, gemide kalan yakıt ise uzun süre sonra gerçekleştirilen operasyon sonucu tahliye edilmiştir. Diğer petrol sızıntıları gibi bu kaza da büyük çevresel tahribata yol açmıştır. Biscay Körfezi kıyılarında yaklaşık 74000 adet petrole bulanmış kuş kaydedilmiş ve bunların yaklaşık 42000'i telef olmuştur. Bu kazanın ardından IMO tanker gemilerinin inşaa koşullarını değiştirerek tek cidarlı gemilerin zamanla üretimden kaldırılmasını kararlaştırmıştır. Baltık ülkeleri, 2001'de Baltık Denizi bölgesinde seyrüsefer emniyeti ve acil durum kabiliyetine ilişkin bildirgeyi (Helcom Kopenhag Deklarasyonu) kabul etmiştir (Duda ve Wawruch, 2017: 32-33).

2002'de, yine tek cidarlı ve 26 yaşındaki petrol tankeri olan Prestige, Galiçya'nın (İspanya) kuzeybatısındaki Finisterre Burnu'nun 46 km açığında kötü hava koşulları yüzünden yaklaşık 77000 ton petrol yükü ile batmıştır. Kaza sonrası yaklaşık 60000 ton yakıt sızıntısı meydana gelmiş ve Kuzey Portekiz, Kuzey İspanya ve Güney Fransa kıyılarını içine alan 1300 kilometreden fazla kıyı şeridinde kirlilik oluşturmuştur. Avrupa Birliği, 'Erika' ve 'Prestij' kazalarının ardından, deniz taşımacılığında emniyet standartlarını iyileştirmek için 'Erika I', 'Erika II' ve 'Erika III' olarak bilinen üç yasal paketi kabul etmiştir (Loureiro ve diğerleri, 2009: 539; Duda ve Wawruch, 2017: 32-33).

Yukarıda detayları ve sonuçları açıklanan kazalar incelendiğinde özellikle büyük can kayıplarının ve çevresel felaketlerin oluşmasından sonra denizcilik sektörüne yasa koyucular tarafından köklü değişiklikler yapıldığı görülmektedir.

2.1.3. Uluslararası Denizcilik Örgütü'nün Kuruluşu

20. yüzyılın başlarından itibaren gemi sayısında ve büyüklüğünde meydana gelen artışın yanı sıra petrol ve türevlerinin çoğu endüstride en çok kullanılan ürün olmaya başlamıştır. Gemilerin hem petrolün taşınmasında yoğun şekilde kullanılmaya başlanması hem de gemi sevki için petrolün kullanılması emniyet ve çevre kirliliği riskinin artmasına neden olmuştur. Bir önceki bölümde değinilen büyük kayıplara neden olan kazaların önüne geçilememesi ve denizciliğin uluslararası yapısından dolayı ülkelerin tek başlarına çözemeyeceği bir sorun olması ülkelerin bu konu üzerine mutabakat yapmasını gerektirmiştir. Önceleri birkaç ülke, deniz emniyetini daha etkin bir şekilde teşvik etmek için kalıcı bir uluslararası organın kurulmasını önermiş, ancak bu umutların gerçekleşmesi Birleşmiş Milletler'in (BM) kurulmasına kadar gerçekleşmemiştir. 1948'de BM tarafından Cenevre'de uluslararası denizcilikle ilgilenecek bir organizasyonun kurulmasını görüşmek üzere bir konferans toplanmıştır. Sözleşmenin 1958'de kabul edilmesiyle birlikte Hükümetler Arası Denizcilik Danışma Örgütü (Inter-Governmental Maritime Consultative Organization - IMCO) adıyla kurulan örgüt ilk kez 1959'da toplanmıştır. Örgütün adı 1982 yılında Uluslararası Denizcilik Örgütü (International Maritime Organization – IMO) olarak değiştirilmiştir (Wieslaw, 2012: 848).

BM uzman kuruluşu olarak IMO'nun misyonu;

“işbirliği yoluyla güvenli, emniyetli, çevreye duyarlı, verimli ve sürdürülebilir deniz taşımacılığını teşvik etmektir. Bu, deniz emniyeti ve güvenliği, seyrüsefer verimliliği ve gemilerden kaynaklanan kirliliğin önlenmesi ve kontrolü ile ilgili en yüksek uygulanabilir standartların benimsenmesinin yanı sıra, ilgili yasal konuların dikkate alınması ve IMO'nun araçlarının evrensel amaçları doğrultusunda etkin bir şekilde uygulanması yoluyla gerçekleştirilecektir.”

şeklinde tanımlanmıştır. (IMO, 2022a). Örgütün temel amaçları arasında; uluslararası ticari denizciliği etkileyen her türlü teknik konularla ilgili taraf devletlerin düzenlemeleri ve uygulamaları alanında hükümetler arasında işbirliğini sağlamak; deniz emniyeti ile ilgili konularda uygulanabilir en yüksek standartların genel olarak benimsenmesini teşvik etmek ve kolaylaştırmak, seyir emniyetini arttırmak ve gemilerden kaynaklanan deniz kirliliğinin önlenmesini ve kontrolünü sağlamak sayılabilir (IMO, 2022a).

IMO'nun ilk görevi, deniz emniyeti ile ilgili tüm anlaşmaların en önemlisi olan SOLAS'ın yeni bir versiyonunu 1960'da kabul etmek oldu. IMO daha sonra uluslararası deniz trafiğinin kolaylaştırılması, yükleme hatları ve tehlikeli maddelerin taşınması gibi konulara ağırlık vererek gemi tonajını ölçme sistemini revize etti. Örgüt için en önemli sorunun emniyet olmasına rağmen 1967'de gerçekleşen Torrey Canyon gemi kazası örgütün deniz kirliliği üzerine de çalışmalar gerçekleştirmesini zorunlu kılmıştır. IMO, tanker kazalarını önlemek ve sonuçlarını en aza indirmek için tasarlanmış bir dizi önlemleri uygulamaya koydu. Ayrıca, tonaj açısından kaza sonucu oluşan kirlilikten daha büyük bir tehdit olan petrolle dolu yük tanklarının temizlenmesi ve makine dairesi atıklarının bertarafı gibi rutin operasyonların neden olduğu çevresel tehditle de mücadele etmiştir. Tüm bu önlemlerin en önemlisi ise 1978 tarihli Protokol (MARPOL 73/78) ile değiştirildiği şekliyle 1973 tarihli Denizlerin Gemilerden Kirlenmesini Önleme Uluslararası Sözleşmesi olmuştur. Örgüt yıllar içerisinde bahsedilen sözleşmelere benzer emniyet, güvenlik ve çevre alanında çeşitli sözleşmeler düzenlemiş ve gerekli revizyonları gerçekleştirmiştir. Örgüt günümüze kadar 50'den fazla uluslararası sözleşme ve anlaşmadan ve 700'den fazla kod yürürlüğe koymuş ve çok sayıda protokol ve değişiklik kabul etmiştir. Bu sözleşmeler ve kodlardan bazıları gelecek bölümlerde daha detaylı olarak incelenecektir. 2022 yılı itibarı ile IMO'ya üye toplam 175 ülke bulunmaktadır (Wieslaw, 2012: 848; IMO; 2022a).

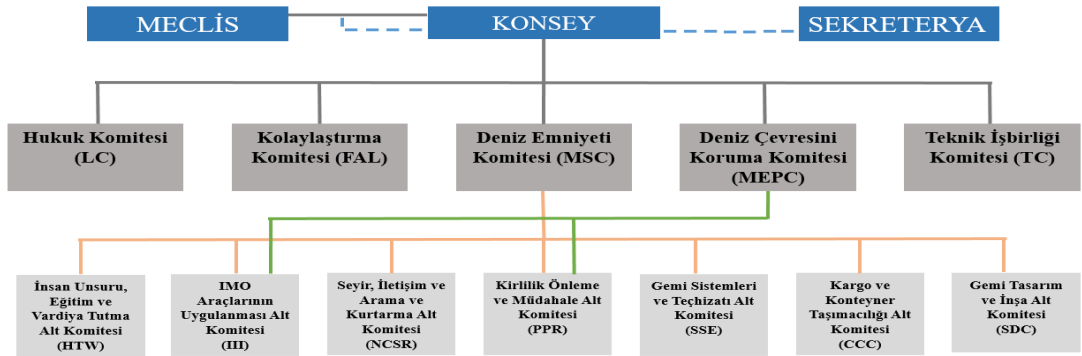
2.2. DENİZ EMNİYETİ ÜZERİNE ULUSLARARASI DENİZCİLİK ÖRGÜTÜ'NÜN İŞLEVİ

IMO esasen teknik bir organizasyondur ve çalışmalarının çoğu bir dizi komite ve alt komite tarafından yürütülmektedir. Şekil 1'de gösterildiği gibi IMO'nun yapısı; Meclis, Konsey, Deniz Emniyeti Komitesi (Maritime Safety Committee-MSC), Deniz Çevre Koruma Komitesi (Marine Environment Protection Committee-MEPC), Hukuk Komitesi (Legal Committee-LC), Teknik İşbirliği Komitesi (Technical Cooperation Committee-TCC), Kolaylaştırma Komitesi (Facilitation Committee-FAL) ve bir genel sekreter başkanlığındaki sekreteryadan oluşur (Psaraftis ve Kontovas, 2020: 151; IMO, 2022b).

IMO'nun en yüksek yönetim organı olan ve tüm IMO üye ülkelerinden oluşan meclis iki yılda bir toplanır. Meclis tarafından seçilen 40 üye ülkeden oluşan konsey IMO'nun yönetim organı olarak hareket eder ve IMO'nun çalışmalarını denetler. Konseyin diğer işlevleri ise örgütün taslak çalışma programı ve bütçe tahminlerini inceleyip meclise sunmak, komitelerin ve diğer organların raporlarını ve önerilerini almak ve bunları uygun şekilde yorum ve tavsiyelerle birlikte meclise ve üye devletlere sunmak, meclis onayına tabi olarak genel sekreteri atamak, yine meclis onayına istinaden teşkilatın diğer kuruluşlarla ilişkileri doğrultusunda anlaşma veya düzenlemelere girmek olarak sıralanabilir. Sekreterya ise konsey tarafından meclisin onayı ile atanan Genel Sekreter ve yaklaşık 300 kişilik uluslararası bir personelden oluşur (IMO, 2022b).

IMO'nun faaliyetleri esas olarak üye devletler ve ortak üyeler tarafından değerlendirilen katkılarla finanse edilmektedir, ancak üye devletlerden, devlet kurumlarından, hükümetler arası kuruluşlardan ve diğer kamu, özel ve hükümet dışı kaynaklardan gelen gönüllü katkılar da kabul edilmektedir. Ayrıca örgüt, ticari faaliyetler ve çeşitli gelirler yoluyla örgüte finansal bir güç sağlamaktadır (Psaraftis ve Kontovas, 2020: 151).

Şekil 1: Uluslararası Denizcilik Örgütü'nün (IMO) Yapısı



Kaynak: Psaraftis ve Kontovas, 2020.

2.2.1. Deniz Emniyeti Komitesi

Örgütün en teknik komitesi olan Deniz Emniyeti Komitesi (Maritime Safety Committee-MSC) tüm üye devletlerden oluşmaktadır. Bu komitenin görevleri;

gemilerin seyrüsefer emniyet standartlarından, gemi yapımı ve donanımı gerekliliklerinden, emniyet açısından personel alım standartlarından, çatışmaların önlenmesine ilişkin kuralların belirlenmesinden, tehlikeli yüklerin elleçlenmesine yönelik kurallardan, deniz emniyeti prosedürleri ve gerekliliklerinden, hidrografik bilgiler, seyir jurnalleri ve seyir kayıtları standartlarından, deniz kazası araştırmalarından, arama ve kurtarma prosedürlerinden ve deniz emniyetini doğrudan etkileyen diğer konulardan oluşmaktadır. Ayrıca, emniyetle ilgili gerekli tavsiyelerin ve yönergelerin kabul edilmesi için meclise sunma sorumluluğuna da sahiptir (IMO, 2022b). Belirtilen görevler doğrultusunda, SOLAS ve Gemi adamlarının Eğitimi, Belgelendirilmesi ve Vardiya Tutma Standartları Uluslararası Sözleşmesi (The International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers-STCW) ve ilgili kodlarının güncellenmesi de bu komite tarafından yapılmaktadır. Daha geniş bir bakış açısıyla gemi insanların eğitimi ve sertifikasyonu, iş yoğunluğu ve yorgunluğu, tehlikeli madde prosedürleri, can kurtarma araçları ve yangın güvenlik sistemleri, hedefe dayalı standartlar, iletişim sistemlerinin modernizasyonu, otonom gemiler, e-navigasyon ile ilgili konular özellikle bu komitenin çalışma alanına girmektedir (ITF, 2022).

2.2.2. Deniz Çevresini Koruma Komitesi

Tüm üye devletlerden oluşan Deniz Çevresini Koruma Komitesi (Marine Environment Protection Committee-MEPC), gemilerden kaynaklanan kirliliğin önlenmesi ve kontrolü ile ilgili örgüt kapsamındaki herhangi bir konuyu ya da problemi değerlendirme yetkisine sahiptir. Özellikle, sözleşmelerin, düzenlemelerin, önlemlerin kabulünün ve değiştirilmesinin yanı sıra bunların uygulanmasından sorumludur. MEPC ilk olarak Meclis'in bir yan organı olarak kurulmuş ve 1985 yılında tam olarak bağımsız bir komite statüsüne yükseltilmiştir (IMO, 2022b).

Daha önce de bahsedildiği gibi MSC ve MEPC, çalışmalarında tüm üye devletlere açık olan bir dizi alt komite tarafından desteklenmektedir. Bu komiteler; İnsan Unsuru, Eğitim ve Vardiya Tutma Alt Komitesi (Sub-Committee on Human element, Training and Watchkeeping-HTW), IMO Araçlarının Uygulanması Alt Komitesi (Sub-Committee on Implementation of IMO Instruments-III), Seyir, İletişim

ve Arama ve Kurtarma Alt Komitesi (Sub-Committee on Navigation, Communications and Search and Rescue-NCSR), Kirlilik Önleme ve Müdahale Alt Komitesi (Sub-Committee on Pollution Prevention and Response-PPR), Gemi Tasarım ve İnşa Alt Komitesi (Sub-Committee on Ship Design and Construction-SDC), Gemi Sistemleri ve Teçhizatı Alt Komitesi (Sub-Committee on Ship Systems and Equipment-SSE) ve Kargo ve Konteyner Taşımacılığı Alt Komitesi (Sub-Committee on Carriage of Cargoes and Containers-CCC) şeklindedir (Nikčević Grdinić, 2017: 132).

2.2.3. Hukuk Komitesi

1967 yılında Torrey Canyon felaketinin ardından ortaya çıkan yasal sorunlarla ilgilenmek üzere bir yan birim olarak kurulmuştur. Hukuk Komitesi (Legal Committee-LC), örgütün kapsamına giren her türlü hukuki meseleyi ele almaya yetkilidir. Ayrıca, bir başka uluslararası araç tarafından yürürlüğe konulan ve örgüt tarafından kabul edilen belgelerde kendi kapsamına herhangi bir görevi ya da sorumluluğu yerine getirmeye yetkilidir. Komite, IMO'nun tüm üye devletlerinden oluşmaktadır (IMO, 2022b). Deniz kazalarında oluşacak maddi ve çevresel sorunlar, yolcu ya da mürettebatla ilgili davalar, enkaz kaldırma veya deniz suçları gibi gemi operasyonlarından ortaya çıkan sorumluluk, teminat ve tazminat konuları gibi her türlü hukuki konu bu komitenin kapsamına girer. Denizcilikte çok uluslu paydaşların yer aldığı gerçeği göz önünde bulundurulduğunda, evrensel yasal önlemlerin geliştirilmesi ve uygulanması bu komitenin önemini arttırmaktadır (ITF, 2022).

2.2.4. Teknik İş birliği Komitesi

Teknik İş birliği Komitesi (Technical Cooperation Committee-TC), örgütün yürütücü veya iş birliği yapan kuruluş olarak hareket ettiği teknik iş birliği projelerinin uygulanması ile ilgili herhangi bir konuyu ve örgütün teknik iş birliği alanındaki faaliyetleri ile ilgili diğer tüm konuları örgüt kapsamına almakla yükümlüdür. Bu komite de IMO'nun tüm üye devletlerinden oluşmaktadır. 1969'da konseyin bir yan birimi olarak kurulmuş ve 1984'te yürürlüğe giren IMO Sözleşmesi'nde yapılan bir

değişiklikle bağımsız bir komite olmuştur (IMO, 2022b). Komite, IMO araçlarının ulusal düzeyde de etkin bir şekilde uygulanması için teknik yardım sağlamada kritik bir rol oynamaktadır (ITF, 2022).

2.2.5. Kolaylaştırma Komitesi

Kolaylaştırma Komitesi (Facilitation Committee-FAL), Mayıs 1972'de konseyin bir yan birimi olarak kurulmuş ve IMO Sözleşmesi'nde yapılan bir değişiklik sonucunda Aralık 2008'de tamamen ayrı bir komite olarak tanımlanmıştır. Bu komite de IMO'nun tüm üye devletlerinden oluşmaktadır. 1965 Uluslararası Deniz Trafiğinin Kolaylaştırılması Sözleşmesi kapsamında olan ve uluslararası deniz trafiğinin kolaylaştırılması ile ilgili konuları uygulamak suretiyle uluslararası denizcilikte gereksiz formaliteleri ve "bürokratik işlemleri" ortadan kaldırmaya çalışmaktadır. Özellikle son yıllarda komisyonun çalışmaları, meclisin istekleri doğrultusunda, deniz emniyeti ile uluslararası deniz ticaretinin kolaylaştırılması arasında doğru dengenin kurulmasını sağlamak olmuştur (IMO, 2022b; USCG, 2022).

2.3. BAYRAK DEVLETİ DENETİMİ

Günümüzde uluslararası hukuk kurallarında menkul bir varlık olarak değerlendirilen gemilerin taşınır menkullerin kimlik bilgilerinin bulunması zorunludur. Gemiler bu zorunluluğu gemi adı, tanınma işareti, sicile kayıtlı olduğu liman ve taşıdığı bayrak gibi unsurlarla sağlamaktadırlar (Töz, 2013: 88). Bayrak devleti de bir geminin taşıdığı bayrağın ait olduğu ya da geminin siciline kayıtlı olduğu ülkedir. Gemi bayrağı gemilerin haklarının, bunların uygulanış yöntemleri ve sorumluluk seviyelerinin belirlenmesindeki en önemli unsurdur. Açık denizler ile ilgili uluslararası hukuk kurallarının belirlenmesine yönelik 1958 yılında Açık Deniz Sözleşmesi'ne (High Seas Convention-HSC) taraf devletlerce varılan mütabakat ile devletlerin gemilere uyruklarını verme, gemileri kayıt altına alma ve devletlerin bayraklarını taşıması için gemilerden asgari gereklileri talep etme hakkına sahip olması yetkileri verilmiş ve bu yükümlülükler 1982 Deniz Hukuku Sözleşmesi'nde de genişletilerek yeniden teyit edilmiştir (Mansell, 2009: 2). Bir ülkenin bayrak devleti

olabilmesi için gerekli mali ve teknik denizcilik altyapısına sahip olması ve IMO tarafından belirlenen tüm norm ve yönetmeliklere uyması gerekir. Bayrak devletleri, Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi (United Nations Convention on the Law of the Sea-UNCLOS) kapsamında kendi bayraklarını taşıyan tüm gemiler için uluslararası denizcilik düzenlemelerini uygulamak ve denetemekle yükümlüdür (EMSA, 2022). Bayrak devletleri bayraklarını taşıyan her geminin inşa aşamasından ticari faaliyetinin sonuna kadar yapım, teçhizat, denize elverişliliği için gerekli emniyeti sağlamasından sorumludur. Uluslararası sözleşmeler de bayrak devletinin yetkilendirilmiş denetim uzmanları tarafından gemilerin gemi siciline kaydından önce ve sicile kaydından sonra belirli aralıklarla ya da gerekli ise istenilen zamanda denetlenmesi gerektiğini belirtmektedir (Bolat, 2019: 470).

Denizlerde emniyet, güvenlik ve çevre yönetimi için IMO tarafından yürürlüğe konulan sözleşmelerin doğrudan ve tek başına IMO'nun kontrol kabiliyeti bulunmadığı için bu sözleşmelerin uygulanmasında birincil seviyede bayrak devletleri sorumluluk sahibidir. Bu yüzden bayrak devletleri kendi bayraklarını taşıyan gemilerin donanımsal yeterliliği, emniyet ve güvenlik gereksinimleri, çalışma koşulları, yolcu ve yük operasyonları gibi her türlü denize ve sefere elverişlilik durumlarını denetler. Sözleşmelerin tanımlar kısmında belirtilen “idare” kavramı genellikle bayrak devletini işaret etmektedir (Aykanat, 2010: 27). Tüm bayrak devletleri, UNCLOS'ta belirtilen tüm yükümlülüklerini yerine getirmek için gerekli altyapıya sahip değildir, bu nedenle faaliyetlerinin bir kısmını yetkilendirilmiş kuruluşlara devrederler. Bu durum özellikle bir geminin denize elverişliliğini denetlerken yaygın bir uygulamadır. Bu tür sürveyler, bir gemiye bayrak çekme hakkının verilmesinden önce ve sonra gereklidir. Bu sorumluluk teknik, insani veya mali kaynak eksikliği ya da geminin sefer yaptığı bölgenin bayrak devletine mesafesi nedeniyle, bayrak devletleri uluslararası deniz hukuku uyarınca ilgili uluslararası kuruluşlardan, genellikle IMO ve Uluslararası Çalışma Örgütü'nden (International Labour Organization-ILO) onay alındıktan sonra devredebilir (EMSA, 2022). Böylelikle bir geminin yapım, onarım, tadilat ve kullanım sürecinde tabi olacakları asgari emniyet ve yeterlik gereksinimlerinin denetimi doğrultusunda gerekli olacak test, muayene, onay ve belgelendirme hizmetleri bayrak devleti adına onun

yetkilendirmiş olduğu kuruluşlar tarafından yapılabilir. Bayrak devleti yetkilendirdiği kuruluşların yaptığı işlem ve faaliyetlerin uygunluğunu denetlemekle yükümlüdür.

Denizcilik endüstrisinde bayrak devleti kavramı devletlerin denizlerdeki hakimiyeti açısından oldukça önemlidir. Devletler denizcilikten daha fazla ekonomik pay alabilmek, uluslararası ilişkilerini genişletmek ve prestij sağlamak adına büyük bir bayrak devleti filosuna sahip olmak istemektedir. Gemi donatanları için de gemilerinin taşıdıkları bayrak onların motivasyonu, niyet ve değerlerini göstermesi açısından oldukça önemlidir (Bolat, 2019: 470). Ancak bazı devletlerin zamanla filo kaybı endişesi, gemilerin bayrak devletinden uzaklaşması, gemileri sadece ekonomik bir gelir kaynağı olarak görülmesi gibi çeşitli unsurlardan ötürü bazı bayrak devletlerinin gemileri etkin bir şekilde denetleyememe durumuyla karşılaşmıştır. Politik ve ekonomik baskıların yanı sıra artan ticaret hacmi ve gemi sayısı ile birlikte bayrak devletleri gemiler üzerindeki denetim güçlerini kaybetmeye başlamıştır. Gemilerin emniyet, güvenlik ve çevre yönetimi açısından standart altı hale gelmesine yol açan bu durum gemilerin birer tehdit unsuru haline gelmelerine yol açmıştır. Ayrıca bu durum bazı donatanlar için fırsata çevrilerek düşük navlun gibi uygulamalar neticesinde gemilerinde gerekli standartları sağlayan donatanları zarara uğratarak haksız rekabete uğramalarına da yol açmıştır. Bu gelişmeler neticesinde 1992 yılında IMO; MSC ve MEPC bünyesinde ortak çalışma grubu kurarak Bayrak Devleti Uygulamaları (Flag State Implementation-FSI) olarak adlandırılan bir alt komite oluşturmuştur. Bu komitenin amacı bayrak devletlerinin çeşitli sözleşmeler kapsamındaki yükümlülüklerini yerine getirmelerine yardımcı olmak, bu doğrultuda kılavuzlar oluşturmak ve gerekli durumlarda revizyonlar yapmaktır (Quirk, 1999: 5). FSI Alt Komitesi, 2013 yılında IMO Araçlarının Uygulanması Alt Komitesi (III) olarak yeniden adlandırılmıştır. Komiteye bayrak devletinin yanı sıra kıyı devleti ve liman devleti uygulamaları da eklenerek çalışma kapsamı genişletilmiştir. Böylelikle komitenin bayrak, kıyı ve liman devleti uygulamalarını bir araya getirerek gerekli durumlarda eşgüdümlü çalışması sağlanmıştır (IMO, 2022c). IMO'daki alt komitelerin büyük kısmı, yalnızca teknik nitelikteki konularla ilgilenir ve bu belirli alanlarda uzmanlardan oluşur. Bu alt komite ise çoğunlukla bayrak, liman ve kıyı devleti konularıyla ve ayrıca komite üyelerinin birçoğunun farklı bakış açılarından

kaynaklanan kaçınılmaz tartışmalarla ilgilenmesi bakımından oldukça önemlidir. Bu yüzden bu komite IMO komiteleri içerisinde en politik olanıdır (Mansell, 2009: 136).

2.4. KIYI DEVLETİ KONTROLÜ

Denize kıyısı olan ülkelerin de uluslararası hukuk kapsamında çıkarları ve sorumlulukları bulunmaktadır. Bunun yanı sıra her ülkenin karasuları o ülkenin bir parçası sayıldığı için karasularının egemenlik hakkı uluslararası hukukun ana ilkelerinden biri olarak nitelendirilmektedir. Her ne kadar Antik Yunan döneminden beri denizcilikte uygulanan bir deniz örf-adeti olarak nitelendirilebilecek ve günümüzde hukuk sistemine de giren gemilerin zararsız geçiş hakkı bulunsu da kıyı devleti karasularında seyir yapan gemiler üzerinde yargılama, kolluk kuvveti kullanma ve yönetim hakkına sahiptir (Aybay, 2001:2; Açıkgoz, 2007: 23; Töz, 2013: 100). Kıyı devletinin kara sularındaki bu egemenlik sınırlandırması ve uluslararası hukukta “açık deniz serbestliği” olarak nitelendirilen bu ilke Cenevre Açık Deniz Sözleşmesi (1958) ve UNCLOS içerisine girmiştir. Bu ilke sahili bulunma durumuna bakılmaksızın, bütün devletlere ait gemiler, kıyı devletinin barış, düzen ya da güvenliğini zarara uğratmaksızın karasularından zararsız geçiş hakkına sahiptir (Ece, 2011: 65).

Hiç kuşkusuz kıyı devleti tarafından zararsız geçiş hakkının bulunmadığı durumlar söz konusu olabilir. Sahildar Devlet Sözleşmesi’nin 19.2 maddesinde belirtilen zararlı geçiş sayılabilecek durumlar bulunması halinde kıyı devleti zararsız geçiş hakkına son verebilir. Kıyı devletinin gümrük, sağlık, maliye ya da göç konularındaki yasalarına uygun olmayan şekilde para, mal ya da insanların gemiye alınması ya da tahliye edilmesi bu zararsız geçiş hakkını sonlandırır. Ayrıca gemilerin geçişleri esnasında kendilerinden ya da karşı taraftan doğabilecek kaza, çevre, can, mal zararları riski oluşması durumunda da zararsız geçiş hakkı kıyı devletince iptal edilebilir (Ece, 2011: 72; Ece ve Açikel, 2011: 135). Kıyı devleti bu kararı verirken uluslararası hukuka uygun ve açık kanıtlarla yapması ve keyfi uygulamalardan kaçınması gerekmektedir. Kıyı devletinin kara suları, iç sular, münhasır ekonomik bölge ve uluslararası sularda çeşitli ölçülerde yetkileri bulunmaktadır. Kıyı devletleri kesintisiz takip, ziyaret hakkı, deniz haydutluğu, insan ticareti/kaçakçılığı, uyuşturucu madde kaçakçılığı ya da izinsiz yayın yapma gibi durumlarda gemileri denetleme ve

cezalandırma yetkisine sahip olmaktadır. Bu durumlardan biri olan kesintisiz takipte kıyı devleti risk ve ya tehdit unsuru bir gemiye yapacağı “DUR” uyarısına uyulmaması durumunda uluslararası sularda da gemiyi takip etme hakkına sahiptir. Kesintisiz takip geminin uluslararası sulardan başka bir ülkenin kara sularına girmesiyle son bulmak durumundadır (Ece, 2011: 76; Okur, 2011: 150).

2.5. LİMAN DEVLET DENETİMİ

Bayrak devleti uygulamasıyla birlikte geçen yıllar boyunca deniz kazalarının önlenmesinde istenilen seviyeye gelinebilmesi ve kolay bayrak (Flag of Convenience-FOC) olarak adlandırılan denetimlerin daha az ve yumuşak olduğu bayrak devletlerinin oluşması, yürürlüğe giren düzenlemelerin kontrolünün sadece bayrak devleti denetimi ile yeterli olmadığı düşüncesini doğurmuştur. Bu düşünce özellikle 1978 yılındaki Amoco Cadiz tanker gemisi kazası ile Avrupa başta olmak üzere dünya kamuoyunda ve politik çevrelerce daha fazla dile getirilmeye başlanmış ve deniz emniyeti hususunda daha sıkı önlemler alınması konusunda baskılar artmıştır (Açıkgöz, 2007: 2). Bu kapsamda IMO ve ILO’nun yürürlüğe koyduğu sözleşmelerin denetiminde bayrak devleti kontrollerine destek olması amacıyla liman devleti kontrolleri de eklenmiştir. Liman devleti denetimi (Port State Control-PSC) yabancı bayraklı gemilerin bir devletin egemenliği ve kontrolündeki sularda bulunduğu durumlarda o devletin otoritesi tarafından denetlenmesidir (Aykaç, 2006: 1). Liman devleti denetimine ilişkin ilk kılavuz IMO tarafından 1981 yılında yayınlanmış ve liman devletleri yapacakları denetimlerde özellikle bu kılavuzu kullanmışlardır (IMO Res. A.787 (19)). Böylelikle denetimler daha standart hale getirilmiştir. Denizcilikte emniyetle ilgili zincirin son halkası liman devleti denetimleri olmuştur (Özçayır, 2001: 93). Bir başka ifade ile denizcilik dünyasındaki diğer oyuncular tarafından kullanılan kontrol sistemleri, tüm standart altı gemilerin seyrine mani olamadığı için, liman devleti denetim sistemleri daha etkili hale gelmiş ve son çare olarak bir emniyet ağı sağlamıştır (Özçayır, 2009: 201). Bu emniyet zincirinin temel amacı yukarıda da bahsedildiği gibi emniyetsiz ve standart altı gemilerin denizlerdeki seyrini önlemek ve can/mal kaybı ve çevre kirliliği riskini ortadan kaldırmaktır. Bu zincirin temel halkaları ise aşağıdaki gibi sıralanabilir (Özçayır, 2001: 93);

- IMO sözleşmeleri,
- ILO sözleşmeleri,
- Bayrak devleti denetimi,
- Klas kuruluşları,
- Denizcilik sigortası endüstrisi,
- Liman devleti denetimidir.

Liman devleti denetimleri, geminin bayrak devletinin ilgili sözleşmelere uygun olduğunun doğrulanmasına yönelik olarak geminin sertifikalarının geçerliliğinin kontrol edilmesiyle başlar. Bununla beraber, liman devleti denetim uzmanı (Port State Control Officer-PSCO) geminin gerekli düzenlemeleri karşılamadığı konusunda net bir neden bulursa, gemi detaylı bir denetime tabi tutulur. Yani gemi ve ekipman durumunun, sertifikaların ayrıntılarıyla büyük ölçüde uyuşmadığına veya kaptan veya mürettebatın temel gemi prosedürlerine aşına olmadığına dair açık gerekçeler belirlerse, daha ayrıntılı bir denetim yapılmalıdır. Bununla birlikte denetimi uygularken, bir geminin gereksiz yere alıkonulmasını veya geciktirilmesini önlemek için mümkün olan tüm çaba gösterilmelidir. Birçok IMO sözleşmesi, kıyı devletlerinin limanlarını ziyaret eden yabancı gemileri, liman devletinin taraf olduğu IMO standartlarını karşıladıklarından emin olmak için “no more favorable treatment (daha avantajlı muamele yapılmaması)” kavramını dikkate alarak denetlemelerine yönelik hükümler içermektedir. “*No more favorable treatment*” ilkesi, ilgili sözleşmelere taraf olmayanlardan kayıtlı olanlar dahil tüm gemilerin de uygulama kapsamına girmesini sağlayarak liman devleti rejimini uluslararası taşımacılıkta etkili bir güvence olmasını sağlamaktadır (IMOe, 2022). Bunun yanı sıra liman devleti denetimi, bayrak devleti sorumluluğunun uygun şekilde yerine getirilmesinin yerini tutmak amacıyla yapılmamaktadır. Önceki bölümde de belirtildiği gibi bayrak devletleri, standart altı gemilere karşı koruma sağlama konusunda birincil sorumluluğa sahiptir. Bayrak devletleri taahhütlerini yerine getirmediğinde, liman devletleri kontrol sistemindeki son emniyet ağı olarak hareket etmelidir. Liman devleti denetimleri denetim prosedürlerinin yürütülmesinde tutarlılığı teşvik etmekle birlikte bir geminin, ekipmanının, mürettebatının, emniyet ve güvenlik eksikliklerini değerlendirme prosedürünü daha açık hale getirmiştir (Özçayır, 2009: 211). Bununla birlikte IMO sözleşmelerine göre bu uygulama bir zorunluluk değildir. Bir liman devleti bu hakkını

kullanmaya karar verirse, bir dizi IMO kararı (IMO A.787(19), A.682(17) ve A.882(21)) uygulanır. Bu kararlar, standart altı gemilerin nasıl tanımlanıp işlem görmesi gerektiğine ilişkin temel ilkeleri kapsar. Bir gemi denetimi habersiz olarak gemiye gelen denetçiler tarafından gerçekleştirilir (Knapp ve van de Velden, 2009:500).

2.6. BÖLGESEL MUTABAKAT ZAPTLARI

Liman devleti denetimlerinin başlamasının ardından emniyetsiz ve standart altı gemilerin tespitinin daha etkin yapılması, bölgesel limanlar arasındaki haksız rekabetin önüne geçilmesi ve gemilere emniyetsiz gemilerin kaçış yapacağı bir liman bırakılmaması için aynı coğrafyada bulunan ülkeler birleşerek bölgesel işbirliğine gitmişlerdir (Töz, 2013: 97). Bu konuda ilk işbirliği adımı 1978'de Hauge'de sekiz Kuzey Avrupa ülkesinin (Belçika, Danimarka, Almanya, Hollanda, Fransa, İsveç, Norveç, Birleşik Krallık) imzalamış olduğu ve Uluslararası Çalışma Konferansı denizcilik oturumunda kabul edilmiş olan Ticari Gemilerde Uyulması Gerekli Asgari Normlar Sözleşmesi (ILO 147)'nin uygulanmasının kontrolünü amaçlayan Lahey Memorandumu'dur. Bu işbirliğinin başlangıç aşamasında Manş Denizi'nde Amoco Cadiz petrol tankeri kazası yer almaktadır. Bu durum kamuoyunda denetimlerin daha sıkı yapılmasıyla gemilerden kaynaklanan deniz kirliliğinin engellenebileceği ve gemide yaşam ve çalışma koşullarında ve denizde can emniyeti konusunda artış sağlanabileceği görüşünün baskınlaşmasına neden olmuştur. Böylelikle, bölgesel işbirliklerini konusunda daha somut adımlar atılmasını sağlamıştır. 1980 yılında 13 Avrupa ülkesinin denizcilikle ilgili bakanları, IMO, ILO ve Avrupa Komisyonu temsilcileri emniyet yeterliliklerini karşılamayan gemilerle ilgili problemleri en iyi çözecek yöntem konusunda görüşmeler yapmışlardır. Görüşmeler sonucunda, bu problemin çözümünün liman devletleri arasında işbirliği yapılarak sağlanabileceği hususunda mutabık kalmışlardır. 1982 yılında ikinci kez Paris'te toplanma kararı alınmış ve 14 Avrupa ülkesi tarafından ilk bölgesel işbirliği olan ve günümüzde de en önemli bölgesel inisiyatiflerden biri olan Paris Mutabakat Zaptı (Paris MOU-Memorandum of Understanding) imzalanmıştır (Paris MOU, 2022). Her ne kadar en eski bölgesel anlaşması olan Paris MOU 1982'de imzalanmış olsa da, çoğu devletin

denizcilik otoriteleri, taraf oldukları sözleşmeler kapsamında liman devleti denetimi uygulamak için halihazırda belirli yetkilere sahipti. Örneğin, yabancı ticaret gemilerinin liman devletleri tarafından kontrolü, SOLAS (1929)'tan beri uluslararası denizcilik sözleşmelerinin bir özelliği olmuştur. SOLAS'ı hazırlayan yetkililer devletlerin filolarındaki gemileri sürekli olarak izleyemediklerini kabul etmişler ve liman devletlerine gemilerin belgelerini inceleme yetkisi vermişlerdir. Mutabakat zaptı uluslararası bir sözleşme değildir; daha ziyade taraf devletlerin denizcilik makamları arasında işbirliği çerçevesinde imzalanan bir idari anlaşmadır. Paris MOU'nun hazırlanması sırasında, katılan tüm ülkeler, çalışmalarının pratik sonuçlarını hızlı bir şekilde görmek için siyasi bir irade göstermişlerdir. Sözleşmeler genellikle uzun onay prosedürleri gerektirmektedir ve değişiklikler gerektiğinde de benzer sorunların ortaya çıkma ihtimali yüksektir. Bu nedenle, sözleşmeler yerine mutabakat zaptları oluşturulmuştur (Özçayır, 2009: 209).

Mutabakat zaptları, devletler için yasal olarak bağlayıcı olan uluslararası belgelere başvurarak, uyumlu bir liman devleti kontrol sistemi aracılığıyla standart altı gemilerin çalışmasını engellemeyi amaçlamaktadır. Yabancı ticari gemiler için uluslararası konvansiyon gerekliliklerinin üzerinde herhangi bir yeni standart belirleyemez veya herhangi bir zorunluluk getiremezler. Bölgelerinde faaliyet gösteren tüm gemilerin uluslararası standartları karşılamasını amaçlar. Liman devleti denetimlerinde sadece uluslararası kabul görmüş sözleşmeler uygulanır. Bir liman devleti de ancak kendi gemileri için yürürlüğe giren ve uyguladığı sözleşmeleri uygulayabilir. “*No more favorable treatment*” ilkesi gereği, o sözleşmeye taraf olmayan devletin bayrağını taşıyan gemiler denetimden muaf değildir. Bölgesel mutabakat zaptının temel ilkeleri genel olarak şu şekilde sıralanabilir (Özçayır, 2009: 211-212);

- Gemi sahipleri ve işletmeciler, uluslararası denizcilik sözleşmelerinde ifade edilen gerekliliklere uyulmasından nihai olarak sorumludur. Bu tür bir uyumu sağlama sorumluluğu bayrak devletine aittir.

- Her bir denizcilik otoritesi, ilgili mutabakat zaptlarının hükümlerini yürürlüğe koyar.

- Her makam, limanlarını ziyaret eden yabancı ticaret gemilerinin, ilgili sözleşmelerde ve yürürlükteki tüm değişikliklerde belirtilen standartlara uymasını

sağlamalıdır. Bu bağlamda, katılımcı bir denizcilik otoritesi, başka bir üye devletin bayrağını taşıyan bir gemiyi de yabancı gemi olarak kabul eder.

- Mutabakat zaptında, ilgili taraf devletlerin her birinin gerçekleştireceği yüzde cinsinden ifade edilen toplam denetim sayısı sağlanır. IMO ve ILO sözleşmeleri, MOU'lar kapsamındaki denetimler için temel sağlar.

- Bir gemiyi gereksiz yere alıkoymaktan veya geciktirmekten kaçınmak için mümkün olan her türlü çaba gösterilir.

- Prensipte bayrak ayrımı yapılmamalıdır.

- Denetimler genellikle habersiz yapılmalıdır.

- Genel olarak, denetim için “açık gerekçeler” olmadıkça, gemiler ilgili mutabakat zaptına üye ülkenin limanında bir önceki denetimden sonraki altı ay içinde denetlenmez.

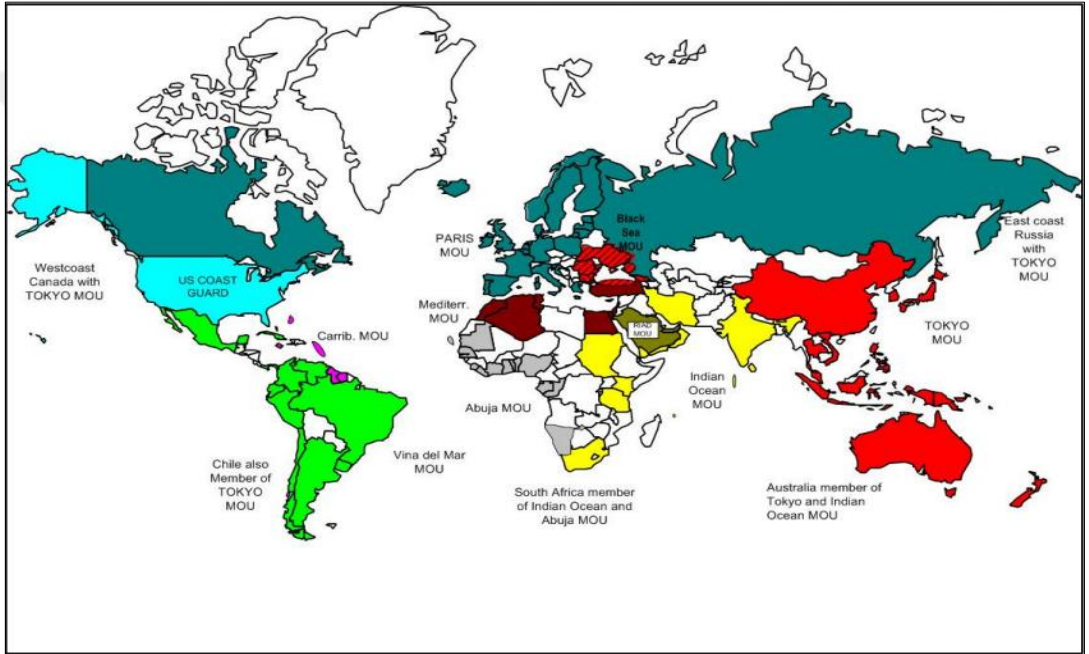
Bölgesel işbirliğinden sağlanan faydanın anlaşılmasıyla birlikte 1990 ve 2000’li yıllarda dünyanın diğer bölgelerinde de çeşitli bölgesel mutabakat zaptları imzalanmıştır. Günümüzde 9 bölgesel mutabakat zaptı bulunmakta ve denize kıyısı olan devletlerin büyük kısmını kapsamaktadır. Bunlar; Avrupa ve Kuzey Atlantik Mutabakat Zaptı (Paris MOU), Asya ve Pasifik Mutabakat Zaptı (Tokyo MOU), Latin Amerika Mutabakat Zaptı (Acuerdo de Vina del Mar MOU), Karayipler Mutabakat Zaptı (Caribbean MOU), Batı ve Orta Afrika Mutabakat Zaptı (Abuja MOU), Karadeniz Mutabakat Zaptı (Black Sea MOU), Akdeniz Mutabakat Zaptı (Mediterranean MOU), Hint Okyanusu Mutabakat Zaptı (Indian Ocean MOU) ve Körfez Arap Devletleri Mutabakat Zaptı (Riyadh MoU-GCC MOU)’dır (Min ve diğerleri, 2003: 321). ABD herhangi bir mutabakat zaptına üye olmamakla birlikte Amerika Birleşik Devletleri Sahil Güvenlik Teşkilatı (USCG-United States Coast Guard) birimi bünyesinde ulusal mevzuat ve uluslararası sözleşmelerin uygulamasını ve denetimini sağlamaktadır (Zhou, 2006:15). Bölgesel mutabakat zaptlarına taraf olan ülkeler Şekil 2’de gösterilmiştir. Bu şekilden anlaşıldığı üzere denizlere kıyısı olan ülkelerin büyük kısmı bir veya birden fazla bölgesel mutabakat zaptına üye olmuş bulunmaktadır.

Bölgesel mutabakat zaptlarının temel içeriği genellikle aşağıdaki gibidir (Lee, 2016: 30);

- Mutabakat zaptının yapısı (organizasyonu),

- İlgili uluslararası araçlar,
- Liman devleti denetim prosedürleri; denetleme, raporlama, tutuklama vb.,
- İtiraz süreci,
- Mutabakat zaptında değişiklik yapılması,
- Gemi risk profili ve bilgi sistemi,
- İdari hükümler.

Şekil 2: Bölgesel Mutabakat Zaptları



Kaynak: Class NK, 2008.

2.7. GEMİLERİN DENETİMLERİNE İLİŞKİN TEMEL ULUSLARARASI SÖZLEŞMELER

Gemi denetimlerinde esas alınan temel sözleşmeler IMO ve ILO tarafından yürürlüğe konulan sözleşmelerdir (Öztürk ve Işık, 2016: 6). Bu sözleşmeler yürürlüğe konulan taraflar altında alt başlıklarda açıklanmıştır.

2.7.1. IMO Tarafından Düzenlenen Sözleşmeler

IMO daha önceki bölümlerde de belirtildiği gibi denizcilikle ilgili sorunların çözümü için birçok sözleşme ve kodu yürürlüğe koymuş ve koymaya da devam etmektedir. Bu sözleşmelerden liman devleti denetimlerinde en fazla etkiye sahip olanları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Denizde Can Emniyeti Uluslararası Sözleşmesi (International Convention for the Safety of Life at Sea-SOLAS),
- Denizde Çatışmayı Önleme Kuralları Uluslararası Sözleşmesi (International Regulations for Preventing Collisions at Sea-COLREG),
- Denizlerin Gemiler Tarafından Kirlenmesinin Önlenmesine Ait Uluslararası Sözleşme (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships-MARPOL),
- Gemi adamlarının Eğitimi, Belgelendirilmesi ve Vardiya Tutma Standartları Uluslararası Sözleşmesi (International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers-STCW),
- Gemilerin Yükleme Sınırları Uluslararası Sözleşmesi (International Convention on Load Lines-LOAD LINES),
- Gemilerin Tonilatolarını Ölçme Uluslararası Sözleşmesi (International Convention on Tonnage Measurement of Ships-TONNAGE).

Birbirini takip eden versiyonlarıyla SOLAS, ticari gemilerin emniyetine ilişkin tüm uluslararası anlaşmaların en önemlisi olarak kabul edilir. İlk versiyonu 1914'te Titanik felaketinin ardından çıkan bu sözleşmede, 1929, 1948, 1960 ve 1974 yıllarında ise kapsamlı revizyona gidilmiştir. SOLAS'ın temel amacı, gemilerin inşası, teçhizatı ve işletimi için emniyetleri ve güvenlikleri ile uyumlu asgari standartları belirlemektir. Bayrak devletleri, kendi bayrakları altındaki gemilerin gerekliliklerine uymasını sağlamaktan sorumludur ve bunun yapıldığının kanıtı olarak konvansiyonda bir dizi sertifika öngörülmüştür. Kontrol hükümleri ayrıca, geminin ve teçhizatının sözleşmenin gereklerine esas olarak uymadığına inanmak için açık nedenler varsa, taraf devletlerin diğer taraf devletlerin gemilerini denetlemesine yani liman devleti denetimine izin verir. Mevcut SOLAS, genel yükümlülükleri ve değişiklik prosedürünü belirleyen maddeleri ile 14 bölümlük bir ek içermektedir (IMO, 2022d).

Sözleşme; yolcu gemileri, ticari yatlar ve 500 GRT'den büyük ticari yük gemilerine uygulanmakla birlikte; bazı koşullarda 150 GRT üstü ve 150 GRT altı gemilere uygulanması zorunlu seyir emniyeti kurallarını da içermektedir. Uluslararası Emniyet Yönetim Sistemi Kodu (International Safety Management-ISM Kodu) ve Uluslararası Gemi ve Liman Tesisleri Güvenlik Kodu (International Ship and Port Facility Security-ISPS Kodu) gibi SOLAS kapsamında giren bütün standartlar bayrak devleti ve liman devleti tarafından denetlenmektedir (Açıkgöz, 2007: 26-27).

Denizde oluşacak kazaları önlemek amacıyla denizyollarının trafik kuralları olarak nitelendirilecek kuralların belirlenmesine yönelik çalışmalar 19. yüzyılın sonlarına dayanmaktadır. 1889 yılında milletlerarası konferansta ele alınmasıyla uluslararası nitelik kazanmış ve geçen yıllar içerisinde de çeşitli revizyonlar geçirmiştir. IMO tarafından da 1960 SOLAS konferansında görüşülmesine rağmen SOLAS içerisinde yer almadığı için bağlayıcılığı olmamıştır. Bağımsız bir sözleşme olarak 1972 yılında “Denizde Çatışmayı Önleme Uluslararası Kuralları Sözleşmesi (COLREG)” adıyla oluşturulmuş ve 1977’de yürürlüğe girmiştir (Öztürk, 2015: 93). Bu sözleşmede gemilerin çeşitli özelliklerine göre bulundurması gereken görünür ve sesli seyir ekipmanlarını da düzenlenmektedir. Bu ekipmanların uygunluğunun ve çalışır durumda olmasının asli sorumlu olan otorite bayrak devletidir. Liman devleti de limanlarına gelen yabancı bayraklı gemilerin COLREG uyarınca gerekli seyir kurallarına uyup uymadığını ve ekipmanların durumunu kontrol etmektedir (Açıkgöz, 2007: 30).

Denizlerin Gemiler Tarafından Kirlenmesinin Önlenmesine Ait Uluslararası Sözleşme (MARPOL), deniz çevresinin gemiler tarafından operasyonel veya kaza sonucu kirlenmesinin önlenmesini kapsayan ana uluslararası sözleşmedir. MARPOL 2 Kasım 1973'te IMO'da kabul edilmiştir. 1973 tarihli MARPOL yürürlüğe giremediğinden, 1978 MARPOL Protokolü ana sözleşmeyi içine almıştır. Birleşik belge 2 Ekim 1983'te yürürlüğe girmiştir. Sözleşme, gemilerden kaynaklanan hem kaza sonucu oluşan hem de rutin operasyonlardan kaynaklanan kirliliğin önlenmesini ve en aza indirilmesini amaçlayan düzenlemeleri içerir ve şu anda altı teknik ek içermektedir (IMO, 2022e). Bunlar;

- Gemilerden Kaynaklanan Petrolle Kirlenmeyi Önlemeye İlişkin Kurallar,

- Dökme Olarak Taşınan Zararlı (Zehirli) Sıvı Maddelerle Kirlenmenin Kontrol Altına Alınmasına İlişkin Kurallar,

- Deniz Yolu İle Ambalajlı Olarak, Konteynerler, Portatif Tanklar Veya Karayolu Ve Demiryolu Tank Vagonları İçerisinde Taşınan Zararlı Maddelerle Kirlenmeyi Önlemeye İlişkin Kurallar,

- Gemilerden Kaynaklanan Pis Sular İle Kirlenmenin Önlenmesine İlişkin Kurallar,

- Gemilerden Kaynaklanan Çöplerle Kirlenmesinin Önlenmesine Dair Kurallar,

- Gemilerden Kaynaklanan Hava Kirliliğini Önleme Kurallar'dır.

Bu kurallar gemilerin denize basabilecekleri balast miktarı ve koşulları, denize kaçabilecek en fazla yağ, yakıt, kimyasal vb. miktarı, atık, çöp, pis su tahliye işlemleri, gemilerin yakıt olarak kullanabileceği yakıt özellikleri ve salabilecekleri maksimum emisyon değerleri gibi bir dizi teknik kuralları içermektedir. Bayrak devleti bu gerekliliklerin sağlanmasını kendi bayrağını taşıyan gemilerden talep etmek ve denetlemekle yükümlü iken, liman devletleri de bu uluslararası standartların uygunluğunu limanlarına gelen gemileri denetleyerek kontrol etme yetkisini elinde bulundurmaktadır (Açıkgöz, 2007: 29).

Gemi adamlarının Eğitimi, Belgelendirilmesi ve Vardiya Tutma Standartları Uluslararası Sözleşmesi (STCW) denizciler için uluslararası düzeyde eğitim, sertifikalandırma ve vardiya tutma ile ilgili temel gereklilikleri belirleyen ilk sözleşmedir. Bu sözleşmeden önce, zabitlerin ve tayfaların eğitim, sertifika ve vardiya standartları, genellikle diğer ülkelerdeki uygulamalara atıfta bulunulmadan, bireysel hükümetler tarafından oluşturulmuş ve bu durum da uluslararası niteliği olan denizcilik için pek çok soruna da neden olmuştur. 1978 yılında oluşturulan sözleşme 1984 yılında yürürlüğe girmiş ve 1995 ve 2010 yıllarında kapsamlı revizyona uğramıştır (IMO, 2022f). Bu sözleşmenin amacı denizlerde emniyet, güvenlik ve çevre korunması için bütün çalışanların alması gereken eğitimleri, yeterlilikleri, yükselmeleri, kalite standartlarını belirlemek ve vardiya tutma esaslarını uluslararası standartlar haline getirmektir. Sözleşmede çalışanların görevleri için gerekli eğitim ve sertifikalandırmanın yapıp yapılmadığı bayrak devleti sorumluluğunda olmakla birlikte

liman devleti de gerekli görmesi halinde bu gerekliliklerin sağlanıp sağlanmadığını denetleyebilir (Açıkgöz, 2007: 30).

Gemilerin Yükleme Sınırları Uluslararası Sözleşmesi (LOAD LINES) gemilerin emniyetli seyir yapabilmeleri için azami yük sınırlamalarını belirlemek adına gemilerdeki yükleme sınırı markalarını standart hale getirmektedir. Bu sözleşme kapsamında gemilerin geçerliliği bulunan bir yükleme hattı belgesine sahip olması ve gemilerin yükleme operasyonlarını bu sınırları aşmayacak şekilde yapması gerekmektedir (Ercan, 2010: 20). Sözleşme, markaların standartlarını ve kondisyonunun yanı sıra geminin deniz koşullarına göre su geçirmezliğini, denge hesaplamalarını, kapı, ambar ağzı ve tahliye bölümlerine ait standartları da kapsamaktadır. Bu önlemlerin temel amacı, fribord güvertesi altındaki gemi bölümünün su geçirmez bütünlüğünü sağlayarak gemilerin seyirlerini emniyetli şekilde yapmasıdır (IMO, 2022g).

Gemilerin Tonilatolarını Ölçme Uluslararası Sözleşmesi (TONNAGE) uluslararası bir tonaj ölçüm sistemi uygulamaya yönelik ilk başarılı girişim olmuştur. Daha önce ticari gemilerin tonajını hesaplamak için çeşitli sistemler kullanılmaktaydı. Her ne kadar hepsi 1854'te British Board of Trade'den George Moorsom tarafından geliştirilen yönteme geri dönse de, aralarında önemli farklılıklar bulunmaktaydı ve denizlerde emniyet, güvenlik ve çevre korunması için tek bir uluslararası sisteme büyük bir ihtiyaç bulunmaktaydı. Sözleşme, her ikisi de bağımsız olarak hesaplanan brüt (gross) ve net tonajları yürürlüğe koymuştur (IMO, 2022h). Gemilerin tonajlarının belirlenmesine yönelik kural ve standartlarını düzenleyen sözleşme uyarınca her gemi geçerliliği devam eden bir tonaj sertifikasına sahip olmak zorundadır (Ercan, 2010: 22).

2.7.2. ILO Tarafından Düzenlenen Sözleşmeler

Denizcilikle ilgili olarak ILO tarafından yürürlüğe konulan standartlar zaman içerisinde çalışma koşullarında ve denizcilikte meydana gelen gelişmeler neticesinde gelişim göstermiştir. Liman devleti denetimlerinde esas alınan bu sözleşmeler aşağıda sıralanmıştır (ICS, 2022);

- Ticari Gemilerdeki Asgari Standartlara İlişkin 1976 Tarihli Sözleşme (ILO No.147),

- Denizcilik Çalışma Sözleşmesi (Maritime Labour Convention-MLC 2006).

Denizcilikte asgari koşulları belirleyerek denizcileri koruma arzusuna yönelik ILO tarafından atılan ilk adım 1976 yılında ILO'nun Ticari Gemilerdeki Asgari Standartlara İlişkin 147 Sayılı Sözleşmesi olmuştur. Bu sözleşme, özellikle liman devletine verilen kontrol derecesi (Madde 4) olmak üzere, IMO kapsamında hazırlanan mevzuatın farklı temellerini bir araya getirmiştir. Bu metne göre, liman devleti, gemide emniyet veya sağlık için açıkça tehdit oluşturan herhangi bir durumu düzeltici önlem almaya yetkilidir. Bu tür bir müdahale, mürettebattan veya gemideki herhangi birinin emniyetine veya sağlığına yönelik riskler de dahil olmak üzere, geminin emniyetiyle ilgilenen bir kişi veya kuruluş tarafından yapılan bir şikayetin sonucu olabilir. Ayrıca, geminin 147 sayılı Sözleşme’de belirtilen standartlara uymadığına dair kanıt elde etmesi halinde liman devletinin kendi inisiyatifiyle hareket etmesine izin vermektedir. 147 sayılı Sözleşme; asgari yaş, denizcilerin tıbbi muayenesi, iş sözleşmesi ve buna benzer koşullarla ilgili daha önceki ILO sözleşmelerinin içeriğine atıfta bulunarak başlamaktaydı (Charbonneau ve Chaumette, 2010: 338). Bu sözleşmenin kapsamış olduğu konular asgari çalışma yaşı, tıbbi muayene, sözleşme maddeleri, mürettebat yeterlilik belgeleri, gemide kumanya gereksinimi, mürettebatın konaklaması, iş kazalarının önlenmesi, hastalık veya yaralanmada tıbbi yardımlar, mürettebatın ülkesine geri dönüşü, örgütlenme özgürlüğü, çalışma hakkının korunması, örgütlemek ve toplu pazarlık yapma olarak sıralanabilir (Iaphworldports, 2022).

MLC-2006 ise 1976'da başlayan uyum çabalarında bir sonraki aşamayı temsil etmektedir. Daha önceki araçların çoğunu tek bir standartta birleştirmiştir. Bunun için daha önceki araçlardaki gereklilikler denizcilerin bir gemide çalışması için asgari gereklilikler, istihdam koşulları, konaklama, dinlenme tesisleri, kumanya, sağlığın korunması, tıbbi bakım, refah ve sosyal güvenlik koruması temel başlıklarında yeniden düzenlenmiştir (Charbonneau ve Chaumette, 2010: 339). Hükümetler için de önemli olan MLC-2006, yaklaşık 70 uluslararası yasal belgeyi bir araya getiren ve denizcilik sektöründe insan onuruna yakışır işin neredeyse her yönünü kapsayan kapsamlı ve modern bir belgededir. Sözleşme dünya tonajının %33'üne sahip asgari 30 ülkenin kabulünden bir yıl sonra 20 Ağustos 2013'te yürürlüğe girmiştir. Sözleşme aksi

belirtilmediği müddetçe tonaj sınırlaması olmaksızın (200 GRT'den küçük gemiler hariç) bütün gemilere uygulanır. 2022 yılı başı itibari ile dünya tonajının %91'ini elinde bulunan 97 ülke tarafından kabul edilmiştir. MLC 2006, üç bölümden oluşan tek bir araçtır. Bunlar maddeler, yönetmelikler ve koddur. Bunlardan ilk ikisi, sözleşmeyi onaylayan üyelerin temel hak ve ilkeleri ile temel yükümlülüklerini listeler. Kod, düzenlemelerin nasıl uygulanması gerektiğini gösterir. Bölüm A (zorunlu standartlar) ve Bölüm B'den (zorunlu olmayan yönergeler) oluşur. Denetimlerdeki amacı, bir geminin sözleşme gerekliliklerine (denizci hakları dahil) uygun olup olmadığını belirlemektir (Madde IV, paragraf 5). Bu gereklilikler, 2006 tarihli MLC Kodu'nun, gemideki denizcilerin çalışma ve yaşam koşullarına ilişkin madde ve yönetmeliklerde ve Bölüm A'da (Standartlar) belirtilmiştir. MLC 2006'nın Bölüm B kısmı, liman devleti tarafından denetime tabi değildir. Liman devleti denetimleri, prensip olarak, MLC, 2006 Başlık 5, Ek A5-III'te listelenen gemideki 14 çalışma ve yaşam koşulları alanı (Standart A5.2.1, paragraf 2) ile ilgilidir. Gemilerdeki sözleşmelerin bu gereklilikleri bayrak devletleri tarafından denetlenerek belgelendirilmektedir. Bununla birlikte, PSCO, sözleşmenin çalışma ve yaşam koşullarına ilişkin diğer herhangi bir şartına uyulmaması durumunda da harekete geçebilmektedir. (Yönetmelik 5.2.1, paragraf 1) (ILO, 2009: 19-20).

2.8. BÖLGESEL MUTABAKAT ZAPTLARI TARAFINDAN GEMİLERE UYGULANAN DENETİM TÜRLERİ

Gemilere uygulanan liman devleti denetimlerinin çeşitleri mutabakat zaptlarındaki karşılıkları farklı olsa da genel olarak başlangıç denetimleri, detaylı denetimler, genişletilmiş denetimler ve yoğunlaştırılmış denetim kampanyaları olmak üzere dört bölüm altında sınıflandırılabilir. Bunların yanı sıra COVID 19 pandemisinin etkisiyle uzun bir süre gemi denetimlerinde yaşanan sorunları aşmak için Tokyo (Asya ve Pasifik Mutabakat Zaptı) 2021 yılında fiziksel denetimin mümkün olmadığı durumlar için uzaktan gemi denetimi uygulamasına da başlamıştır (Tokyo MOU, 2022).

Bir gemide liman devleti denetim ziyaretlerinde gemi denetim uzmanlarının denetleyebileceği 19 ana eksiklik başlığı altında oldukça fazla sayıda alt madde

bulunmaktadır. Örnek olarak EK 1’de Paris MOU eksiklik ana ve alt maddelerini listesi verilmiştir. Denetimler aksi bir durum olmadığı müddetçe belgelerin incelenmesiyle başlamaktadır. Ek olarak, gemi denetim uzmanları, geminin genel durumunun çeşitli sözleşmelerin gerekliliklerine uygun olduğunu doğrulamak için gemideki çeşitli alanlarda genel bir denetim gerçekleştirmektedir. Ayrıca, özellikle gemi denetim uzmanları mürettebatın o olanda yetersizlik gösterdiğine inandıracak neden tespit ederse, denetim sırasında gemideki operasyonel gerekliliklere uygunluk kontrolü dahil edilebilir (Paris MOU, 2022b).

2.8.1. Başlangıç Denetimleri

Gemilere uygulanan başlangıç denetimleri (initial inspections) özellikle geminin sertifika ve belgelerinin kontrol işlemlerini kapsamaktadır. Ayrıca denetimi gerçekleştiren gemi denetim uzmanları geminin genel durumunu ve hijyen koşullarının standartlara uygunluğunu kontrol eder. Bunlar da özellikle seyrin gerçekleştirildiği köprü üstünü, kamaralar ve mutfak alanlarını, kasaralar dahil güverteleri, yük ambarları/tankları ve makine dairesini kapsar. Eğer gemide daha önceki denetimlerinde eksiklik tespit edilmişse ve düzeltme için müsaade edilen zaman içerisinde henüz düzeltilmemişse, bu eksikliğin düzeltilme durumu kontrolü de başlangıç denetimlerinde yapılmaktadır (Paris MOU, 2022b).

2.8.2. Detaylı Denetimler

Gemi teçhizatı veya mürettebatın durumunun, mürettebatın çalışma ve yaşam koşullarının veya gerekliliklerin önemli ölçüde standartlara uygun olarak karşılamadığına dair açık kanıtlar gemi denetim uzmanlarının geminin tarafından tespit edilirse gemi ayrıntılı bir denetim prosedürüne geçebilir. Bu denetim türüne de detaylı denetim (more detailed inspection) olarak nitelendirilmektedir. Bu noktada önemli unsur açık kanıtların varlığıdır. Örneğin; geçerli sertifika veya belgelerin olmaması ya da süresinin dolması; mürettebatın birbirleriyle veya gemideki diğer kişilerle uygun şekilde iletişim kuramadığına veya geminin karadaki yetkililerle ortak bir dilde iletişim kuramadığına dair göstergeler; kargo ve diğer operasyonların

emniyetli bir şekilde veya IMO yönergelerine uygun olarak yürütülmediğine dair kanıtlar açık kanıt olarak gösterilebilir (Paris MOU, 2014).

Detaylı denetimler, açık gereksinimlerin olduğu alanlarda, eksiklik tespit edilme olasılığı yüksek veya beklenmeyen faktörlerle ilgili alanlara yapılmaktadır. Bunun yanı sıra sertifikalar ve belgeler, yapısal koşullar, su/hava geçirmezlik koşulları, acil durum sistemleri, telsiz haberleşme, yük operasyonları, yangın emniyeti, alarmlar, yaşam ve çalışma koşulları, seyir ekipmanları, can kurtarma ekipmanları, tehlikeli yükler, ana ve yardımcı makineler, kirlilik önleme risk alanlarından rastgele derinlemesine bir incelemeyi kapsamaktadır. Bu denetim türü ILO, ISM ve STCW tarafından kapsanan insan unsurlarını dikkate almakta ve operasyonel kontrolleri de içermektedir (Paris MOU, 2022b).

2.8.3. Genişletilmiş Denetimler

Genişletilmiş denetimler, sertifikalar ve belgeler, yapısal koşullar, su/hava geçirmezlik koşulları, acil durum sistemleri, telsiz haberleşme, yük operasyonları, yangın emniyeti, alarmlar, yaşam ve çalışma koşulları, seyir ekipmanları, can kurtarma ekipmanları, tehlikeli yükler, ana ve yardımcı makineler, kirlilik önleme risk alanlarında insan unsuru da dahil olmak üzere genel durumun kontrolünü içermektedir (Paris MOU, 2022b). Denetimi yapan gemi denetim uzmanları bu risk alanlarında uygun ve kapsamlı bir inceleme yaparak yargıya varmalıdır. Ayrıca denetim esnasında gemi üzerinde devam eden operasyonları tehlikeye atma durumlarından da kaçınılmalıdır. Genişletilmiş denetim de ILO, ISM ve STCW tarafından kapsanan insan unsurlarını dikkate almakta ve operasyonel kontrolleri de içermektedir (Uygur, 2019: 25).

2.8.4. Yoğunlaştırılmış Denetim Kampanyaları

Yoğunlaştırılmış denetim kampanyaları (Concentrated Inspection Campaigns-CIC), gemi denetim uzmanlarının yüksek düzeyde eksikliklerle karşılaştığı veya yeni sözleşme gerekliliklerinin yakın zamanda yürürlüğe girdiği belirli alanlara odaklanan bir denetim türüdür. Kampanyalar her yıl üç aylık (genellikle Eylül-Kasım arası) bir

süre boyunca gerçekleştirilir ve düzenli bir denetimle birleştirilir. Genellikle mutabakat zaptları tarafından senkronize olarak gerçekleştirilen bu denetimler günümüze kadar ISM Kodu, yolcu gemilerinde operasyonel uygunluk, çalışma ve yaşam koşulları, Küresel Deniz Tehlike Emniyet Sistemi (GMDSS), MARPOL Ek I, ISM Kod uygulanması, seyir emniyeti (SOLAS Bölüm V), can kurtarma araçları: can kurtarma botu indirme düzenlemeleri, tanker hasar stabilitesi, yapısal emniyet ve yükleme hatları, yangın emniyet sistemleri, tahrik ve yardımcı makineler, dinlenme saatleri (STCW), kapalı mahallere giriş, MLC -006, seyir emniyeti, MARPOL Ek VI, acil durum sistemleri ve prosedürleri ve stabilite alanlarında olmuştur (Paris MOU, 2022b). 2022 yılında ise yoğunlaştırılmış denetim kampanyası Eylül-Kasım ayları arasında STCW üzerine gerçekleştirilmiştir. Bu yoğunlaştırılmış denetim kampanyasının amacı;

- Gemide görev yapan gemi insanların sayısı ve sertifikaları, STCW'nin ilgili hükümlerine ve bayrak devleti tarafından belirlenen geçerli emniyetli personel gereksinimlerine uygunluğu,

- Tüm gemi adamlarının belgelerinin uygunluğunun sağlanması (STCW uyarınca sertifikalandırılması gereken, uygun bir sertifikaya veya geçerli bir muafiyete sahip veya bir onay başvurusunun bayrak devletine sunulduğuna dair belgeli kanıt sağlaması),

- Gemideki gemi adamlarının STCW'nin gerektirdiği şekilde geçerli bir sağlık sertifikasına sahip olmaları,

- Vardiya programları ve dinlenme saatlerinin, STCW gerekliliklerine uygunluğu göstermesi,

- Armatörlerin, gemin operatörlerinin ve gemi adamlarının STCW'deki özel gereksinimler konusunda bilinçlendirilmesine yardımcı olması, olarak belirlenmiştir (Paris MOU, 2022c).

2.9. GEMİLERE UYGULANAN DENETİMLERİN SONUÇLARI

Gemi denetim uzmanlarınca gemilere uygulanan denetimlerin sonucu eksikliklerin varlığına ve varsa bu eksikliklerin deniz emniyet, güvenlik ve çevre koruması açısından önemine göre farklı neticelerle sınıflandırılmaktadır. Gemi

denetimi sonucunda verilen nihai sonuçlar gemi kaptanına yazılı olarak bildirilir, daha sonra ilgili geminin detayları ve denetim sonuçları veri tabanına kaydedilmektedir.

2.9.1. Eksiklik Olmadan Sonuçlanan Denetimler

Bir önceki bölümde bahsedilen denetimlerden sonra eğer gemi denetim uzmanlarınca denetlenen alanlarda herhangi bir eksiklik, standartlara uygun olmayan durum ya da koşul yoksa gemi denetimden eksiklik olmadan çıkmış sayılmaktadır. Böyle bir durumda gemi denetim uzmanları gemi kaptanına ilgili mutabakat zaptı tarafından geliştirilen ve bir "temiz" denetim raporu niteliği yerine geçem Form A belgesi düzenlerler (Paris MOU, 2022d). Örnek olarak, Paris MOU tarafından oluşturulmuş ve bu mutabakat zaptı bünyesindeki limanlarda kullanılan Form A Ek 2’de görülebilir.

2.9.2. Eksiklikler ile Sonuçlanan Denetimler

Bir denetim sırasında, gemi denetim uzmanları bir veya daha fazla eksiklik tespit edebilir ve bunları liman devleti denetimi inceleme raporuna dahil edebilir. Örnek olarak verilen ve Paris MOU tarafından kullanılan ana ve alt eksiklik türlerinin açıklandığı Ek 1’de görülebileceği üzere her eksikliğin kendine özgü bir kodu vardır. Eksikliklerin tespit edilmesi durumunda, denetim raporu, belirtilen eksiklikleri gidermek için yapılacak takip eylemlerini “belirten eksiklikler bulundu” raporunu (Form B) içerecektir. Denetim raporu ayrıca eksikliğin ne zaman giderilmesi gerektiğini de belirtir. Tespit edilen eksikliklerin yanına eksikliğin hangi uluslararası sözleşmeye ve hangi bölümüne ait olduğu belirtilir. Eksiklik ile birlikte “alınan eylem” de belirtilir. Bu eylemlerden en sık kullanılanlara örnek olarak “düzeltildi” (rectifies- kod 10), “bir sonraki limana kadar düzeltilmesi gerekir” (kod 15), “14 gün içerisinde düzeltilmesi gerekir” (kod 16), “limandan kalkışa kadar tamamlanması gerekir” (kod 17), “İdare tarafından emniyet yönetimi denetimi” (kod 20) ve “bir eylem alınmayacağı” (kod 0) verilebilir (Paris MOU, 2022d). Paris MOU tarafından oluşturulmuş Form B ve alınan eylemler listesi Ek 3’te verilmiştir.

2.9.3. Tutulma ile Sonuçlanan Denetimler

Gemi denetim uzmanlarınca denetimde tespit edilen eksikliklerden bazıları emniyet, güvenlik ve çevre korunması açısından oldukça ciddi tehlikelere yol açabilecek nitelikte olabilir. Denetimlerde böyle eksiklik/ler tespit edilmesi durumunda gemi denetim uzmanları geminin operasyonlarına devam etmesine izin vermez yani gemi o limanda tutulur. Gemi denetim uzmanları geminin eksiklikler giderilene kadar tutulma durumunu veya geminin emniyet, sağlık veya çevre için makul olmayan bir risk oluşturmaz belirlenen eksikliklerle denize açılmasına izin verilmesini karar verirken geminin belirli koşullarını göz önünde bulundurarak objektif ve profesyonel bir muhakeme yürütmektedir. Bir geminin tutulmasına karar verilirken zamanlama (denize açılması emniyetli olmayan gemiler, geminin limanda kalacağı süreye bakılmaksızın ilk denetimde tutulacak) ve kriterler (bir gemideki eksiklik/ler, gemi denetim uzmanlarının gemi yola çıkmadan önce düzeltilmişinden emin olmak için gemiye geri dönmesini gerektirecek kadar ciddiye, gemi tutulacak) unsurları göz önünde bulundurulmaktadır (Paris MOU, 2022d).

Bir gemide bulunan eksiklik/lerin tutulmayı gerektirecek kadar ciddi olup olmadığına karar verirken gemi denetim uzmanları bazı unsurları dikkate almaktadır. Bu unsurlar; geminin geçerli belgelere sahip olma durumu, gemi adamı donatımında asgari emniyet belgesi, bir sonraki seyir boyunca emniyetli bir şekilde seyir yapma durumu, yükünü emniyetli şekilde elleçleme durumu, makine dairesinin ve yardımcı makinelerin emniyetli şekilde çalışma durumu, sefer boyunca yangın, can kurtarma ekipmanlarının düzgün çalışma durumu ve seyrin çevre açısından kirlilik riski oluşturma durumu olarak sıralanabilir. Bu değerlendirmelerden herhangi birinin sonucunun olumsuz olması halinde, bulunan tüm eksiklikler dikkate alınarak geminin tutulması durumu kuvvetle değerlendirilmektedir. Daha az ciddi nitelikteki eksikliklerin bir kombinasyonu da geminin tutulmasını gerektirebilir. Böyle bir durumda Form B’de tespit edilen eksikliklerin bulunduğu sütunlardan biri olan “tutulmaya neden olan-grounding the detention” kısmı işaretlenir, ayrıca gemi kaptanına da gemisinin tutulduğunu belirten bir belge (notice of detention for the master) verilmektedir (Ek 4). Benzer bir belge ayrıca geminin bayrak devletine ve klas kuruluşuna da (Ek 5) iletilmektedir (Paris MOU, 2022d). Gemi eksikliklerini

giderdikten sonra gemi denetim uzmanları kontrol amacıyla gemiye tekrar denetime gelir ve geminin tutulma durumunun sonlanmasına ya da devam etmesine karar vermektedir. Ancak gemi denetim uzmanları her durumda gemiye geri dönmek zorunda değildir. Otorite, eksikliklerin seyre çıkmadan önce giderildiğini tercihen bir sonraki ziyaretle doğrulama yoluna gidebilmektedir (Uygur, 2019: 28). Tutulma kararında olduğu gibi gemi serbest bırakılırken de bunu bildiren bir belge (notification of release of ship) düzenlenmektedir (Ek 6).

2.9.4. Yasaklama

Bazı durumlarda ise gemiler tutulmadan daha ciddi şekilde cezalandırılmaktadır. Yasaklama (bannig- refusal of access) olarak nitelendirilen bu durum özellikle düşük performansla sahip bayrak devleti gemilerinin belirli bir periyot içerisinde belirli bir tutulma sayısını aşması durumunda ya da tutulma sonrasında tersaneye gitmesi gerekirken bu kurala uymaması durumunda verilmektedir. Birden fazla tutulmanın ardından ise geminin ilgili mutabakat zaptı bünyesindeki limanlara erişimin engellenmesi, gemi limandan veya demirleme yerinden ayrılır ayrılmaz geçerli olacaktır. Bir liman devletinin ilgili makamı tarafından, mücbir sebepler veya kritik güvenlik hususları, kirlilik riskini azaltmak veya en aza indirmek gibi durumlarda yetkili makamı tatmin edecek yeterli tedbirlerin alınması şartıyla, yasaklanan gemilere belirli bir limana erişim izmi verilebilmektedir (Yang ve diğerleri, 2020: 68; Paris MOU, 2022e).

2.10. GEMİ DENETİMLERİNDEKİ HEDEF FAKTÖR SİSTEMLERİ

Bu bölümde mutabakat zaptları tarafından geliştirilen gemi hedef faktör sistemlerinin amacı, bu sistemlerde kullanılan veriler ve bu tez kapsamında analiz edilen mutabakat zaptlarının hedef faktörlerinin kapsamlı analizi yapılmıştır.

2.10.1. Hedef Faktör Şemasının Amacı

Gemi denetimlerinde liman devletlerinin yaşadığı en büyük problemlerden biri limanlara uğrak yapan gemilerin hangi oranda denetleneceği ve hangi gemilerin denetim için seçileceğidir. Bütün gemilerin denetlenmesi hem maliyet açısından hem de insan kaynağı açısından mümkün değildir. Bunun yanı sıra bütün gemilerin denetlenmesi gemilerin operasyon sürelerini uzatacağı için gerçekte standartlara uygun işletilen bir gemi için haksız rekabete neden olabilir. Bu kapsamda mutabakat zaptları üye ülkelerin limanlarına gelen gemilerin belli oranlarda denetlenmelerini talep etmektedir. Bu oran mutabakat zaptları arasında değişkenlik göstermektedir. Örneğin; Paris MOU üye ülkelerden limanlarına gelen yabancı bayraklı ticari gemilerin yaklaşık olarak en az %25'inin, Latin Amerika MOU %20'sinin, Batı ve Orta Afrika, Karadeniz, Karayipler ve Akdeniz MOU %15'inin, Hint Okyanusu ve Arap Körfezi MOU %10'unun denetlenmesini istemektedir. Hedef denetleme oranı en yüksek olan Tokyo MOU ise hedeflenen denetleme oranını ilk başta %50 olarak belirlemiştir. 2012 yılında ise bu oranı %80'e çıkartarak üye ülkelerin limanlarına gelen gemilerin büyük kısmının denetlenmesini teşvik etmektedir (Eyigün, 2013: 22). Liman devletleri kendi ulusal yasal yönetmeliklerinde belirledikleri oranları bu oranlardan daha yüksek tutabilirler. Örneğin, ülkemizin Liman Devleti Denetimi Yönetmeliği'nde bir yıl içerisinde denetlenecek gemi sayısının Türk limanlarına uğrak yapan gemilerin son üç yıllık ortalamalarının %25'inden daha az olamayacağı belirtilmektedir (R.G. Sayı: 26120: 26.03.2006).

Yukarıda belirtilen durumlar göz önüne alındığında denetimi yapılacak gemilerin seçilmesi sorunu ortaya çıkmaktadır. Denetlenecek gemileri seçerken standartlara uymayan gemilerin seçilmesi ve bu gemilere denetim yapılması denizlerin emniyeti, güvenliği ve çevre korunması için oldukça önemlidir. Bu amaca yönelik olarak bazı mutabakat zaptları kendi belirledikleri faktörlere göre bir ön değerlendirme yapmak için gemi hedef sistemlerini geliştirmişlerdir. Bir karar destek sistemi olarak nitelendirilebilecek bu sistemlerle liman devletleri limanlarına uğrak yapacak gemilerin risk koşullarını tespit etmeye çalışmaktadır. Böylelikle standart altı gemilerin tespit edilerek gerekli denetimlerin yapılmasının sağlanması standartlara uygun gemilerin ise operasyonuna müdahale edilmemesi amaçlanmıştır. Bu

sistemlerin ayrıca liman devletlerinin insan gücünü daha etkin kullanmasını ve daha az maliyetle bu uygulamanın gerçekleşmesini amaçlamaktadır (Eyigün, 2013: 27).

2.10.2. Hedef Faktör Şemalarında Kullanılan Temel Veriler

Hedef faktör sistemlerde gemiyi belirlemek için kullanılan değişkenler hemen hemen aynı olmakla birlikte bu değişkenlerin ağırlığı konusunda fikir birliğinin henüz oluşmadığı görülmektedir. Hatta bazı mutabakat zaptları belirli dönemlerde hedef faktör sistemlerinde güncellemeye de gitmektedir. Örneğin, 2011 yılında, Yeni Denetim Rejimi (New Inspection Regime-NIR) ilk olarak Paris MOU'da yürürlüğe girmiş ve o sırada mevcut gemi hedef faktörü sisteminin yerini almıştır. Benzer şekilde 2014'te Tokyo MOU, 2016'da Karadeniz MOU yeni denetim rejimi uygulamaya koymuştur. Bu sistem güncellemelerinde hem faktörler hem de bu faktörlerin risk değerlendirmesindeki önem dereceleri değişmiştir (Yan ve diğerleri, 2022: 602).

Hedef faktör sistemi kullanan mutabakat zaptları hedef faktörler başlığı altında bu değişkenleri “statik faktörler” ve “tarihsel faktörler” şeklinde iki bölüme ayırmıştır (Eyigün, 2013; 22). Statik faktörler; gemi tipi, adı, IMO numarası, tonajı (GRT, DWT), inşa tarihi gibi geminin hizmet süresi boyunca genellikle değişmeyen bilgilerdir. Bunun yanı sıra geminin sicil kaydı (taşıdığı bayrak), işletmecisi (sahibi), klas kuruluşu da bu grup altında değerlendirilmektedir. Tarihsel faktörler ise; geminin geçmişte geçirdiği denetimlerin ne zaman ve nerede yapıldığı, tespit edilen eksiklikler ve sayısı, denetlemelerin tutulma ile sonuçlanıp sonuçlanmadığı gibi önceki denetim bilgilerine dayanır. Tablo 1’de bazı mutabakat zaptlarının kullanmış olduğu hedef faktörlerin karşılaştırmalı listesi gösterilmektedir. Tabloda Paris, Tokyo, Karadeniz, Akdeniz MOU ve USCG hedefleme sistemi bilgileri bulunmaktadır.

Hedef sistemlerde, hedef faktörlerin belirli ağırlık puanları vardır ve geminin profil ve tarihsel bilgilerine göre aldıkları puanlar toplanarak elde edilen sonuca göre geminin risk durumu tayin edilmektedir. Ayrıca her bir mutabakat zaptının faktörlere vermiş olduğu ağırlıklar da farklılık arz etmektedir. Gemi seçiminde göz önünde bulundurulması gereken ana etkenler üzerinde bir fikir birliği olmasına rağmen, bu etkenlere verilecek ağırlık oranları hala belirsizdir (Cariou ve diğerleri, 2009: 847).

Denizcilik endüstrisindeki politika yapıcılar arasındaki fikir birliği de verilerin hedef gemi ile birleştirilemediği yönündedir (Knapp ve Franses, 2008: 653).

Bazı mutabakat zaptların limanlarına gelen gemilerin bayrak performansını sınıflandırmak için de girişimlerde bulunmuştur. Bunun ilk girişimini Paris MOU tarafından yapıldıktan sonra Tokyo MOU tarafından da benimsenmiştir. Bu iki önde gelen bölgesel mutabakat zaptı, bölgelerine gelen gemilerin denetim sonuçlarına istinaden gemilerin bayraklarını en iyi performanstan en kötüye sırasıyla beyaz, gri ve siyah bayrak devleti olarak listeler altında sınıflandırmakta ve bu listeleri her sene güncellemektedir. Her bayrağın performansı, Paris MOU tarafından, binom hesap yöntemi kullanılarak, bir bayrak devletinin incelenen ve tutulan gemilerinin verileri temeline göre hesaplanır (Degre, 2008: 485). Mevcut hesaplama yöntemi son zamanlarda her bir sicilin sınıflandırmasını doğru tespit etmede algılanan yanlışlığı nedeniyle incelenmiştir ve sonuç olarak daha doğru bir yöntem geliştirmek amacıyla bir tartışma başlamıştır. Ancak, piyasaya sunulmasından bu yana, sadece bölgesel düzeyde uygulanmasına rağmen, bayrak performansı için endüstride bir standart haline gelmiştir (Perepelkin ve diğerleri, 2010: 395).

Tablo 1: Mutabakat Zaptları Tarafından Kullanılan Gemi Hedef Sistemlerinin Değişkenleri

			Paris MOU	Tokyo MOU	Karadeniz MOU	USCG	Akdeniz MOU
Statik (Profil) Bilgiler	Gemi Tipi		x	x	x	x	x
	Gemi Yaşı		x	x	x	x	x
	Gemi Bayrağı		x	x	x	x	x
	Klas Kuruluşu		x	x	x	x	x
	Şirket Performansı	Ort. Eksiklik.	x	x	x	x	
		Ort. Tutulma	x	x	x	x	
Tarihsel Bilgiler	Önceki Denetimlerdeki Eksiklik Sayısı		x	x	x	x	x
	Önceki Denetimlerdeki Tutulma Sayısı		x	x	x	x	x
	Açık Kalan Eksiklik Sayısı		x	x	x		x
	Son Denetimden Geçen Süre		x	x	x	x	x
	Geminin Kaza Geçmişi					x	

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

2.10.3. Bölgesel Mutabakat Zaptları Tarafından Kullanılan Hedef Faktör Şemaları

Bu bölümde tez kapsamında değerlendirilen mutabakat zaptlarının kullanmış oldukları hedef faktör sistemleri hakkında bilgiler alt başlıklar altında verilmiştir.

2.10.3.1. Tokyo MOU'nun Hedef Faktör Şeması

Gemilerin standart altı koşullarda olması durumunu hesaplarken Tokyo MOU'nun kullandığı değişkenler ve bu değişkenlerin ağırlıkları Tablo 2'de gösterilmiştir. Bu sistemde geminin riskini belirlemede gemi tipi, yaşı, bayrağı, şirket performansı, geçmiş denetimlerdeki eksiklik ve tutulma sayılarının etkili olduğu görülmektedir. Eğer gemi kimyasal tanker, gaz taşıyıcı, petrol tankeri, dökme yük gemisi, yolcu gemisi ya da konteyner gemisi ise 2 risk puanı almaktadır. Eğer gemi yaşı 12'nin üstündeyse 1 risk puanı almaktadır.

Tablo 2: Tokyo MOU'nun Hedef Faktör Şeması

Parametreler		Profil			
		Yüksek Riskli Gemi (HRS) (Toplam ağırlık puanı >=4)		Standart Riskli Gemi (SRS)	Düşük Riskli Gemi (LRS)
		Kriter	Ağırlık Puanları	Kriter	Kriter
Gemi Tipi		Kimyasal Tanker, Gaz Taşıyıcı, Petrol Tankeri, Dökme Yük, Yolcu, Konteyner Gemisi	2	ne LRS ne de HRS	-
Gemi Yaşı		>12 Yaş Üstü Bütün Gemiler	1		-
Bayrak	Bayrak Listesi	Siyah	1		Beyaz
	IMO Denetimi	-	-		Evet
Klas Kuruluşu	Tokyo MOU Kuruluşu	-	-		Evet
	Performans	Düşük Çok Düşük	1		Yüksek
Şirket Performansı		Düşük Çok düşük (36 Ay İçerisinde Denetim Geçirmemiş)	2		Yüksek
Eksiklikler	Tokyo MOU'da Son 36 Ay İçerisinde Geçirdiği Denetimlerdeki Eksiklik Sayısı	5'ten Fazla Eksiklik Tespit Edilen Kaç Denetimi Bulunmaktadır?	5'ten Fazla Eksiklik Tespit Edilen Denetim Sayısı		Bütün Denetimler 5'ten Az Eksiklikle Tamamlanmış (Son 36 Ayda En Az Bir Denetim)
Tutulmalar	Tokyo MOU'da Son 36 Ay İçerisindeki Tutulma Sayısı	3 ve Daha Fazla Tutulma	2		Tutulma Yok

Kaynak: Tokyo MOU, 2022b.

Geminin taşıdığı bayrak Tokyo MOU listesinde siyah bayrakta ise yine 1 risk puanı almaktadır. Geminin klas kuruluşunun performansı ise “düşük” ya da “çok düşük” sınıflandırmasına giriyorsa 1 risk puanı daha eklenmektedir. Şirket performansında ise geminin “düşük”, “çok düşük” olması ya da 36 ay içerisinde bu şirkete ait bir gemiye denetim yapılmaması durumunda gemi 2 risk puanı daha almaktadır. Geminin Tokyo MOU’da son 36 ay içerisindeki denetimlerde 5 eksiklikten fazla gerçekleşen denetim sayısı kadar puan risk puanlamasına dahil edilir. Son olarak da geminin Tokyo MOU bünyesindeki limanlarda son 36 ay içerisinde 3 ve üzeri tutulma kararıyla karşılaşmışsa 1 risk puanı daha hesaplamaaya dahil edilir. Şirket performansının belirlenmesinde kullanılan hesaplamalar Denklem 1 ve 2’deki gibidir (Tokyo MOU, 2022b);

$$\text{Eksiklik Oranı} = \frac{\text{ISM ilişkili eksiklikler} * 5 + \text{ISM ile ilişkisi olmayan eksiklikler} * 1}{\text{Toplam denetim sayısı}} \quad (1)$$

$$\text{Tutulma Oranı} = \frac{\text{Şirkete ait gemilerin tutulma sayısı}}{\text{Şirkete ait gemilerin toplam denetim sayısı}} \quad (2)$$

Ardından elde edilen bu oranlar Tablo 3 ve 4’e göre değerlendirilerek şirketin performans değeri tespit edilir.

Tablo 3: Tokyo MOU Hedef Faktör Sistemi Şirket Performansı Eksiklik ve Tutuklanma İndeksleri

Eksiklik İndeksi	Eksiklik Oranı
Ortalamanın üstünde	> %1 üstü Tokyo MOU ortalamasının
Ortalama	Tokyo MOU ortalaması +/- 1
Ortalamanın altında	> %1 altı Tokyo MOU ortalamasının
Tutulma İndeksi	Tutuklanma Oranı
Ortalamanın üstünde	> %1 üstü Tokyo MOU ortalamasının
Ortalama	Tokyo MOU ortalaması +/- 1
Ortalamanın altında	> %1 altı Tokyo MOU ortalamasının

Kaynak: Tokyo MOU, 2022b.

Ağırlıkların toplamı 4'e eşit veya daha büyük olduğunda, gemi yüksek riskli gemi (HRS) olarak kabul edilir. Ağırlıkların toplamı 0'a eşit olduğunda, gemi düşük riskli gemi (LRS) olarak kabul edilir. Eğer ağırlık toplamı 0 ile 4 arasında olduğunda

ise de gemi standart riskli gemi (SRS) olarak kabul edilir. Uğrak yapacak geminin risk hesaplaması yapıldıktan sonra risk puanına göre Öncelik 1 ve Öncelik 2 olarak sınıflandırılır. Öncelik 1'e HRS ve SRS, Öncelik 2'ye ise LRS girmektedir. Bu sınıflandırma ile risk grubuna göre gemilerin denetim sıklığı belirlenmektedir. Elde edilen bilgiler neticesinde gemiye denetim yapılma durumuna karar verilmektedir (Xiao ve diğerleri, 2020: 3).

Tablo 4: Tokyo MOU Hedef Faktör Sistemi Şirket Performansı

Tutulma İndeksi	Eksiklik İndeksi	Şirket Performansı
Ortalamanın üstünde	Ortalamanın üstünde	<i>Çok düşük</i>
Ortalamanın üstünde	Ortalama	<i>Düşük</i>
Ortalamanın üstünde	Ortalamanın altında	
Ortalama	Ortalamanın üstünde	
Ortalamanın altında	Ortalamanın üstünde	
Ortalama	Ortalama	<i>Orta</i>
Ortalama	Ortalamanın altında	
Ortalamanın altında	Ortalama	
Ortalamanın altında	Ortalamanın altında	
		<i>Yüksek</i>

Kaynak: Tokyo MOU, 2022b.

2.10.3.2. Paris MOU'nun Hedef Faktör Şeması

2011 yılında yürürlüğe giren ve NIR ya da “Gemi Risk Profili-SRP” olarak adlandırılan Paris MOU hedef sistemi incelendiğinde kullanılan değişkenlerin Tokyo MOU'daki değişkenlere oldukça benzer olduğu görülmektedir (bkz. Tablo 5). Bu sistemde de gemi tipi, yaşı, bayrağı, şirket performansı, geçmiş denetimlerdeki eksiklik ve tutulma sayıları risk hesaplamalarında kullanılmaktadır. Eğer gemi tipi kimyasal tanker, gaz taşıyıcı, petrol tankeri, dökme yük gemisi, yolcu gemisi ya da NLS (noxious liquid substances-zehirli sıvı maddeler) tankeri ise gemiye 2 risk puanı eklenmektedir. Burada gemi tipi olarak Tokyo MOU'dan farklılık konteyner gemisi ve NLS tankeri arasındadır. Gemi yaşının 12 üstünde olması gemiye 1 risk puanı daha eklemektedir.

Geminin taşıdığı bayrak incelendiğinde siyah bayraktaki gemiler bayrağın o liste içindeki durumuna göre 1 ve 2 risk puanı alabilmektedir. Klas kuruluşunun “düşük” ya da “çok düşük” olması 1 risk puanı eklerken, şirket performansının “düşük” ve “çok düşük” olması 2 risk puanı eklemektedir. Geminin Paris MOU'da son

36 ay içerisindeki denetimlerde 5 eksiklikten fazla eksiklik gerçekleşen denetim sayısı kadar puan risk puanlamasına dahil edilir. Tutulma faktörü incelendiğinde ise, gemi Paris MOU bünyesindeki limanlarda son 36 ay içerisinde 2 ve üzeri tutulma ile karşılaşmışsa 1 risk puanı almaktadır. Şirket performansı hesaplaması Tokyo MOU'daki ile aynı hesaplamalarla tespit edilmektedir. Buradaki tek farklılık Tablo 3'te Tokyo MOU için tolerans oranı %1 iken Paris MOU'da %2 olarak hesaplanmaktadır (Paris MOU, 2022f).

Tablo 5: Paris MOU'nun Hedef Faktör Şeması

				Profil			
				Yüksek Riskli Gemi (HRS)		Standart Riskli Gemi (SRS)	Düşük Riskli Gemi (LRS)
Jenerik Parametreler				Kriter	Ağırlık Puanları	Kriter	Kriter
1	Gemi Tipi			Kimyasal Tanker, Gaz Taşıyıcı, Petrol Tankeri, Dökme Yük, Yolcu Gemisi, NLS Tankeri	2	ne LRS ne de HRS	Bütün Türler
2	Gemi Yaşı			>12 Yaş Üstü Bütün Gemiler	1		Bütün Yaşlar
3a	Bayrak	Bayrak Listesi		Siyah, Çok Yüksek Risk, Yüksek Risk, Ortadan Yüksek Riske Doğru	2		Beyaz
				Siyah-Orta Risk	1		
3b	IMO Denetimi		-	-	Evet		
4a	Klas Kuruluşu	Performans	Y	-			Yüksek
			O	-	1		-
			D	Düşük	1		-
			ÇD	Çok Düşük			-
4b	Bir ve ya Daha Fazla Paris MOU Taraf Devleti Tarafından Tanınan Kuruluşlar		-	-	Evet		
5	Şirket	Performans	Y	-	-		Yüksek
			O	-	-		-
			D	Düşük	2		-
			ÇD	Çok Düşük			-
Tarihsel Parametreler							
6	Paris MOU'da Son 36 Ay İçerisinde Geçirdiği Denetimlerdeki Eksiklik Sayısı	Eksiklikler	Uygun Değil	-	≤5 (ve Son 36 Ayda En Az Bir Denetim)		
7	Paris MOU'da Son 36 Ay İçerisindeki Tutulma Sayısı	Tutulmalar	≥2 Tutulma	1	Tutulma Yok		

Kaynak: Paris MOU, 2022g.

Ağırlıkların toplamı 5'e eşit veya daha büyük olduğunda, gemi HRS olarak kabul edilir. Ağırlıkların toplamı 0'a eşit olduğunda, gemi LRS olarak kabul edilir. Eğer ağırlık toplamı 0 ile 5 arasında bir değere sahipse gemi SRS olarak kabul edilir. Tokyo MOU sistemindeki gibi Paris MOU sisteminde de gemiler risk puanlarına göre Öncelik 1 ve 2 olarak sınıflandırılarak liman devleti yetkilileri tarafından geminin denetlenme durumuna karar verilmektedir (Paris MOU, 2022f).

2.10.3.3. Karadeniz MOU'nun Hedef Faktör Şeması

Karadeniz MOU'nun 2016 yılında yürürlüğe giren yeni denetim rejimi uygulamasında geminin riskine etki eden değişkenler Tablo 6'da gösterilmiştir. Kimyasal tanker, gaz taşıyıcı, petrol tankeri, dökme yük gemisi, yolcu gemisi ya da Ro-Ro yük gemileri 1 risk puanı almaktadır. Karadeniz MOU sisteminde gemi yaşına bağlı risk puanlamasında Paris MOU ve Tokyo MOU'ya göre farklılık bulunmaktadır. Paris MOU ve Tokyo MOU'da 12 yaş altı ve üstü olarak bir değerlendirme yapılırken, Karadeniz MOU'da 12 ve 24 yaş aralığı 1 risk puanı, 25 ve üzeri yaşa sahip gemiler 2 risk puanı almaktadır. Gemi bayrağı incelenecek olursa Karadeniz MOU'da Paris MOU ve Tokyo MOU gibi bayrak listesi sistemi bulunmamaktadır. Burada hesaplamada gemi bayrağının tutuklanma indeksi göz önüne alınmaktadır. Bir bayrağın son 36 aydaki gemi denetimlerindeki tutulma sayısının toplam denetim sayısına oranı 1.1 ve 2 arasında ise "yüksek", 2 ve üzerinde ise "çok yüksek" risk değeri almaktadır. Bu değerlerden "yüksek" değerini alan bayraklı gemiye 1 risk puanı, "çok yüksek" değeri alana ise 2 risk puanı eklenir. Aynı şekilde hesaplanan klas kuruluşu ve şirket tutuklama indeksinde ise 1.1 oranının üzerindeki klas kuruluşu ve şirketler "yüksek" risk değerini almaktadırlar. Her iki indekste de "yüksek" değeri alan gemi klas kuruluşu için 1 risk puanı, şirket performansı için ise 2 risk puanı almaktadır. (Karadeniz MOU, 2022).

Hedef sisteminde eğer gemi son 36 ay içerisinde 2 tutulma yaşamışsa 1 risk puanı 3 ve üzeri tutulma yaşamışsa 2 risk puanı almaktadır. Bir gemide son 36 ay içerisindeki denetimlerden tespit edilen eksikliklerin toplamının denetim sayısına oranı olan "Eksiklik İndeks Seviyesi" değerinin Karadeniz MOU denetimlerinde tespit edilen eksikliklerin ortalamasına oranı 2'den büyük ise gemi bu alanda "çok riskli"

olarak değerlendirilmekte ve 1 risk puanı almaktadır. Karadeniz MOU sistemi Paris MOU sistemine benzer şekilde ağırlıkların toplamı 5'e eşit veya daha büyük olduğunda gemi HRS, ağırlıkların toplamı 0'a eşit olduğunda LRS, eğer ağırlık toplamı 0 ile 5 arasında bir değere sahipse SRS olarak kabul edilir. Diğer mutabakat zaptlarının sistemlerinde olduğu gibi geminin risk profili tespit edilerek denetlenme durumuna karar verilir.

Tablo 6: Karadeniz MOU'nun Hedef Faktör Şeması

Parametre	Kriter	Ağırlık Puanları
Gemi Tipi	Kimyasal Tanker, Gaz Taşıyıcı, Petrol Tankeri, Dökme Yük, Yolcu, Ro-Ro Gemisi	1
Gemi Yaşı	Bütün Türler	
	>12 ≤24 yıl	1
	≥25 yıl	2
Bayrak	Tutulma İndeksi Seviyesi	
	Yüksek	1
	Çok Yüksek	2
Klas Kuruluşu	Klas İlişkili Tutulma İndeks Seviyesi	Yüksek
		1
Şirket	Şirket Tutulma İndeksi Seviyesi	Yüksek
		2
Gemi	Son 36 Ay İçerisindeki Tutulma Sayısı	
	2 Tutulma	1
	3 ve Daha Fazla Tutulma	2
	Eksiklik İndeksi Seviyesi	Çok Yüksek
		1

Kaynak: Karadeniz MOU, 2022.

2.10.3.4. Akdeniz MOU'nun Hedef Faktör Şeması

Akdeniz MOU 2019 yılında denetimlerde doğru gemiyi seçmeleri için önceki sistemin modern bir versiyonu olan Thetis-Med adlı yeni bir hedef sistemi benimsemiştir. Bu sistemde geminin risk profilini hesaplamak için kullanılan değişkenler gemi yaşı, tipi, bayrağı, klas kuruluşu, son dört denetimdeki eksiklik sayısı, açık kalan eksiklik sayısı, son dört denetimdeki tutuklanma sayısı ve son denetimden itibaren geçen süredir. Akdeniz MOU'nun sistemi diğer mutabakat zaptlarının hesaplama sisteminden oldukça farklıdır. Bu sistemde gemi yaşı belirleyici bir faktör olmamakla birlikte gemi yaşı arttıkça risk değeri de artmaktadır. Örneğin, 17 yaşındaki gemi 12 risk puanı, 20 yaşındaki 15 risk puanı ve 30 yaşındaki gemi de 35 risk puanı almaktadır. Genel yük gemisi, konteyner gemisi, yolcu gemisi, dökme yük gemisi, petrol tankeri, kimyasal tanker, Ro-ro yük gemisi, soğutmalı kargo gemileri 15 yaş ve üzerinde ise 4 risk puanı almakta, bu gemiler dışındaki gemiler ise

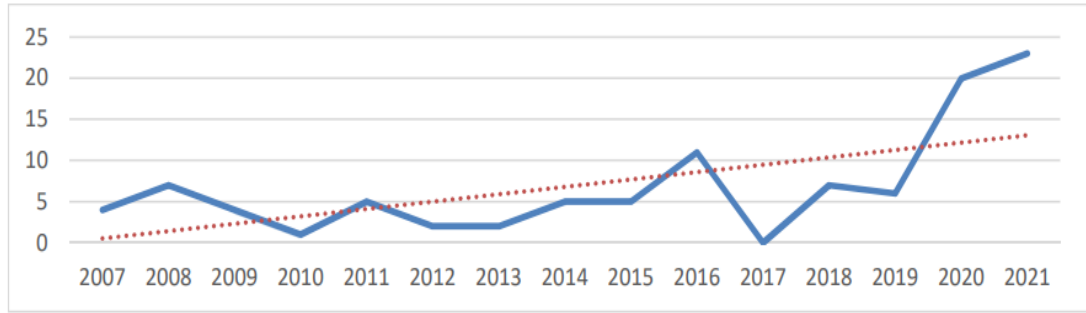
“diğer” gemiler altında değerdendirilmekte ve herhangi bir risk puanı almamaktadır. Klas kuruluşları ise Uluslararası Klas Kuruluşları Birliğı (International Association of Classification Societies-IACS)’ne üye ve üye olmama durumuna göre tanımlanmıştır. Eğer bir geminin klas kuruluşu IACS’a üye ise herhangi bir risk puanı almamaktadır. IACS’a üye olmayan klas kuruluşu tarafından belgelendirilen gemilere ise 10 risk puanı eklenmektedir. Son dört denetimdeki eksiklik sayısı ise gemi yaşı değışkeninde olduğı gibi eksiklik sayısı arttıkça artan bir risk değeri almaktadır. Eğer geminin açık kalan eksiklik sayısı var ise, bu sayı 2 ile çarpılarak risk puanı elde edilmektedir. Son 4 denetimdeki tutulma sayısında ise her tutulma 15 risk puanına tekabül etmektedir. Geminin son denetiminden itibaren geçen süre 6 aydan az ise herhangi bir risk puanı almamakta, 6-12 ay ise 3 risk puanı, 12-24 ay ya da daha önce hiç denetlenmemiş ise 6 risk puanı, 24 aydan yüksek ise 50 risk puanı sisteme eklenmektedir. Bu hesaplamalar sonu elde edilen toplam değere göre gemi 4 farklı risk grubundan biri içerisinde değerdendirilmektedir. Eğer geminin hesaplama sonucu aldığı risk puanının toplamı 0 ile 10 (dahil) ise “4. öncelikte”, 11 ile 40 (dahil) ise “3. öncelikte”, 41 ile 100 (dahil) ise “2. öncelikte” ve 101 puan ve üzerinde ise “1. öncelikte” olarak sınıflandırılmakta ve yetkili merciler tarafından gemiye denetim gerçekleştirilip gerçekleştirilmeyeceğine karar verilmektedir (Akdeniz MOU, 2022).

2.11. GEMİ DENETİMLERİ ÜZERİNE YAPILAN AKADEMİK ARAŞTIRMALAR

Liman devleti denetimi uygulamaları, yürürlüğe girmesinden itibaren araştırmacılar için kapsamlı bilimsel araştırmaların yapıldığı bir alan olmuştur. Denizcilik ile birlikte hukuk, teknik, ticari ve sosyal bilimler gibi alanlarla doğrudan ilişkili olması, liman devleti denetimini farklı disiplinlerin ilgisini çeken bir alan haline getirmiştir. Bu kapsamda, bu bölümde liman devleti denetimi üzerine yapılan ve dünyanın en saygın indekslerinden biri olan Web of Science (WOS)’da yayınlanan araştırmalar hakkında bilgi verilmiştir. Bu alanda yayınlanmış çalışmaların 1990’lı yılların başlarında başladığı görülmekle birlikte çok az sayıda çalışma yapıldığı tespit edilmiştir. Özellikle mutabakat zaptları tarafından gemi denetim raporlarına ait veri tabanlarının paylaşımı ile birlikte 2000’li yılların sonlarından itibaren çalışma

sayısında büyük artış olduğu göze çarpmaktadır. Dahası, 2018 yılından sonra yapılan çalışma sayısı neredeyse yayınlanan toplam çalışma sayısının yarısından fazladır. Yıllara ait WOS veri tabanından yayınlanmış ve doğrudan liman devleti denetimi alanındaki çalışma sayıları grafiği Şekil 3'te gösterilmiştir.

Şekil 3: Yıllara Göre Liman Devleti Denetimi Üzerine Yapılan Çalışma Sayısı



Kaynak: Yazar tarafından WOS veri tabanı taranarak oluşturulmuştur.

Yapılan çalışmaların araştırma kategorisi incelendiğinde önceki paragrafta da bahsedildiği gibi liman devleti denetimi üzerine yapılan çalışmaların oldukça çeşitli alana yayıldığı ve multi-disipliner bir yapı sergilediği tespit edilmiştir. Denizcilik ve ulaştırma en yoğun alan olarak görülmekle birlikte, başta bilgisayar bilimleri olmak üzere mühendislik, hukuk, sosyal ve çevre bilimleri, ekonomi araştırma kategorilerini de içeren oldukça geniş bir yayın perspektifi bulunmaktadır. Bu çalışmaların yayınlandığı başlıca dergiler ise denizcilik ve ulaştırma politikaları ve yönetimi, uluslararası hukuk ve mühendislik kapsamına giren dergilerdir. Çalışma yapan araştırmacıların ülkeleri incelendiğinde ise en fazla yayın yapan ülkenin Çin Halk Cumhuriyeti olduğu görülmektedir. Çin Halk Cumhuriyeti'ni ise Hollandalı ve Türk araştırmacıların takip ettiği belirlenmiştir.

Araştırmaların kapsamı incelendiğinde ilk araştırmaların liman devleti denetimi kavramı ve yasal çerçevesi üzerine olduğu görülmektedir. Hem bu uygulamaların yetki alanları hem de ülkelerin kendi hukuk sistemlerini açısından bu uygulamaları değerlendirilmiştir (Bell, 1993; Lowe, 1994; Ademuni, 1997; Keselj, 1999; Devine, 2000, Vorbach, 2001). 1990'larda ve 2000'li yılların başında yapılan bu araştırmaların ardından araştırmaların liman devleti denetimi uygulamasına kaydığı

söylenbilir. Bu kapsamda, standart altı gemilerin tespit edilmesine yönelik kriterler önerilmiştir (Sage, 2005; Degre 2007). 2000'li yılların sonlarında, araştırmalar genellikle gemi denetim sonucunu etkileyen faktörler üzerine odaklanmıştır. Örneğin, Cariou ve diğerleri (2009) hedef sistemlerdeki faktörlere verilmesi gereken ağırlıklar ve denetim otoritelerinin tutulma oranlarındaki farklılıkları açıklamada oynadığı rolü Hint Okyanusu MOU denetim verileri analiz edilerek incelenmiştir. Bunun yanı sıra, gemi denetimini etki eden değişkenlerle gemilerin kaza durumu arasındaki ilişki de incelenen alanlardan olmuştur (Knapp ve Franses, 2007; Knapp ve Franses, 2008; Hanninen ve Kujala, 2014, Hanninin ve diğerler 2014, Heij ve Knapp, 2018). Liman devleti denetimlerinin bayrak devleti ve klas kuruluşu seçimindeki etkisi de araştırma konularından biri olmuştur (Cariou ve Wolff, 2011; Fan ve diğerleri, 2014). Bunun yanı sıra yürürlüğe girecek sözleşme ya da düzenlemelerin liman devleti denetimlerinde uygulama süreçleri üzerine de araştırmalar bulunmaktadır. Örneğin, Liu ve diğerleri (2014), Gollasch ve diğerleri (2015) ve Wright ve Welschmeyer (2015) Balast Suyu Yönetimi Sözleşmesi'nin uygulama süreci üzerine stratejiler ve önerilerde bulunmuşlardır. Son yıllarda ise liman devleti denetimi ile ilgili yapılan araştırmaların sayısında önemli bir artış olduğu tespit edilmiştir. Bu araştırmalar incelendiğinde, araştırmalarda bu tezin de kapsamına giren gemi denetim sonucunu tahmin etmek için veri madenciliği algoritmalarının kullanılmasının tercih edilen bir teknik olduğu görülmektedir. Mutabakat zaptlarının veri tabanlarında yıllar içinde biriken gemi denetim sonuçları oldukça büyük miktarda veri oluşturmaktadır. Bu büyük veriler, veri madenciliği yöntemleri için çok faydalı girdilerdir. Ayrıca, riskli gemilerin tespiti için mutabakat zaptları tarafından geliştirilen farklı hedef faktör sistemlerinin kullanılması ile bu sistemlerin değerlendirilmesi ve geliştirilmesi için veri madenciliği algoritmaları günümüzde kullanılabilecek en etkili yöntemlerden biridir. Yapılan bu araştırmaların hepsi bir mutabakat zaptına ait veri tabanını analiz etmiştir. Ayrıca çalışmaların çoğu Tokyo MOU üzerine yapılmakla birlikte Paris MOU'yu da analiz eden araştırmalar bulunmaktadır. Bu iki mutabakat zaptı haricindeki bir mutabakat zaptının gemi denetim sonuçlarını analiz eden bir çalışma ise bulunmamaktadır. Bu mutabakat zaptlarının veri tabanlarından daha detaylı bilgi temin edilebilmesi, araştırmacıların genellikle bu mutabakat zaptlarına üye ülkelerin vatandaşı olması ve bu mutabakat zaptlarındaki gemi trafiğinin nispeten daha fazla olması araştırmacıların bu iki

mutabakat zaptı üzerinde yoğunlaşmalarının nedenleri olduğu düşünülmektedir. Ek 7 de verilmiştir.

Araştırmalarda kullanılan veri madenciliği yöntemleri incelendiğinde, veri madenciliği ile tanımlayıcı analizler veren Birliktelik Kuralı ve veri madenciliğinin buluşsal yöntemleri olan Bayes Ağları (BN), Rastgele Orman (RF), Destek Vektör Makinesi (SVM), Lojistik Regresyon (LR) ve Karar Ağacı (DT) algoritmalarının kullanıldığı görülmektedir. Araştırmaların yayınlandığı dergiler de farklılık göstermektedir. Dergilerin kapsamına bakıldığında matematik, bilgisayar bilimleri ve çeşitli mühendislik alanlarında yayın yapan dergilerin yanı sıra denizcilikle ilgili dergiler de bulunmaktadır. Buradan konuyla ilgili yapılan araştırmaların farklı disiplinlerde ilgi uyandırdığı sonucu çıkarılabilir. Araştırmalarda incelenen mutabakat zaptları değerlendirilecek olursa, Tokyo MOU ve Paris MOU dışındaki mutabakat zaptların üzerine bir araştırmanın bulunmadığı görülmektedir. Bu araştırmaların tasarımının da genel olarak tutulma durumu ve eksiklik sayısı gibi denetim sonucunu tahmin etmeye yönelik olduğu görülmektedir. Yapılan bu araştırmaların detayları ile ilgili bilgiler Ek 8’de gösterilmiştir.

Literatür analizi sonucunda veri madenciliğinin son yıllarda gemi denetimleri üzerine oldukça yoğun bir uygulama yöntemi olduğu görülmektedir. Ancak, yapılan araştırmalarda sadece denetim sonucuna yoğunlaşıldığı görülmektedir. Standart altı gemilerin daha etkin tespit edilebilmesi için denetim sonucunun yanı sıra geminin hangi alanlarda eksikliği olabileceğini tahmin etmek maliyet, iş gücü ve zaman bakımından oldukça önemlidir. Mutabakat zaptlarının denetleme oranlarının yükseltme eğilimde olması da gemi denetim uzmanlarının denetleyecekleri gemilerde spesifik noktalara odaklanmalarını gerektirmektedir. Bunu yanı sıra yapılan araştırmalarda analizlerin genellikle tek bir mutabakat zaptı denetim raporları üzerinden yapıldığı gözlenmiştir. Önceki bölümde de bahsedildiği gibi, mutabakat zaptlarının hedef sistemlerine göre aynı gemi farklı risk değerlendirmeleri almaktadır. Bu durum özellikle Akdeniz bölgesi gibi coğrafi açıdan yakın farklı mutabakat zaptlarının bulunduğu bölgeler için olumsuz bir durumdur. Bu bakımdan, gemi hedef sistemlerinde küresel bir bakış açısının geliştirilmesi oldukça önemlidir. Bu araştırma da literatürde tespit edilen bu boşlukları doldurmayı amaçlamaktadır. Araştırmanın tasarımı da denetim sonucunun yanı sıra geminin hangi alanlarında eksiklik tespit

edilebileceğine yönelik olmuştur. Bunun yanı sıra, farklı mutabakat zaptlarının denetim raporları bir arada değerlendirilerek ortak bir performans değerlendirmesi yapılarak modeller geliştirilmiştir.



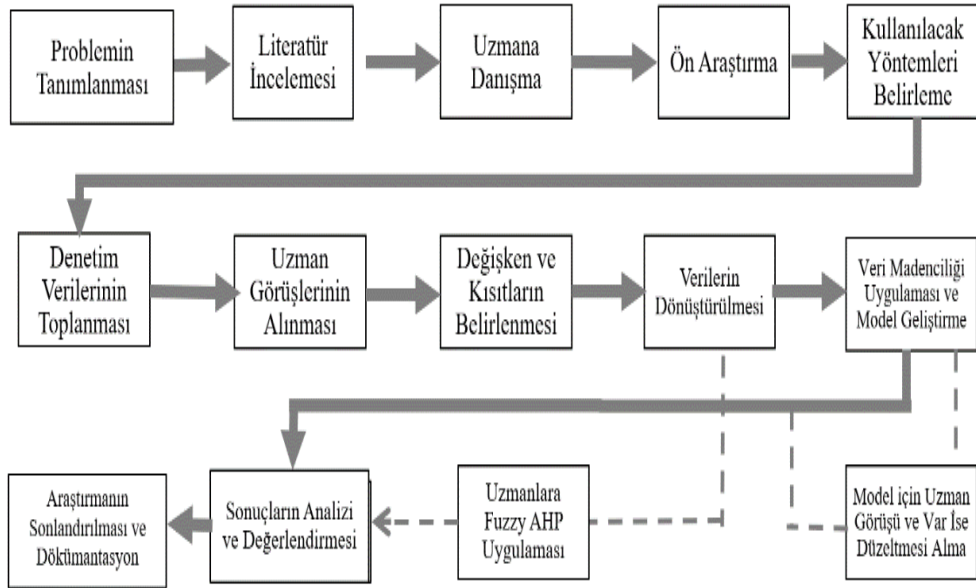
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMANIN SÜRECİ VE YÖNTEMİ

3.1. ARAŞTIRMANIN SÜRECİ

Araştırmanın uygulama süreci temel olarak üç aşamadan oluşmaktadır. Bu üç aşama; değişkenlerin belirlenme sürecinde uygulanan yarı yapılandırılmış görüşmelerden, verilerin elde edilme ve veri madenciliği analizleri sürecinden ve son olarak da uzmanların bakış açısından değişkenlerin önem derecelerinin belirlenmesi için Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci uygulamasının yapılarak veri analizleri ile karşılaştırılmasından oluşmaktadır. Araştırma sürecinin tamamını kapsayan akış diyagramı Şekil 4'te görülebilir. Bu bölümler hakkındaki detaylı bilgiler alt başlıklar içerisinde aşağıdaki bölümlerde verilmiştir.

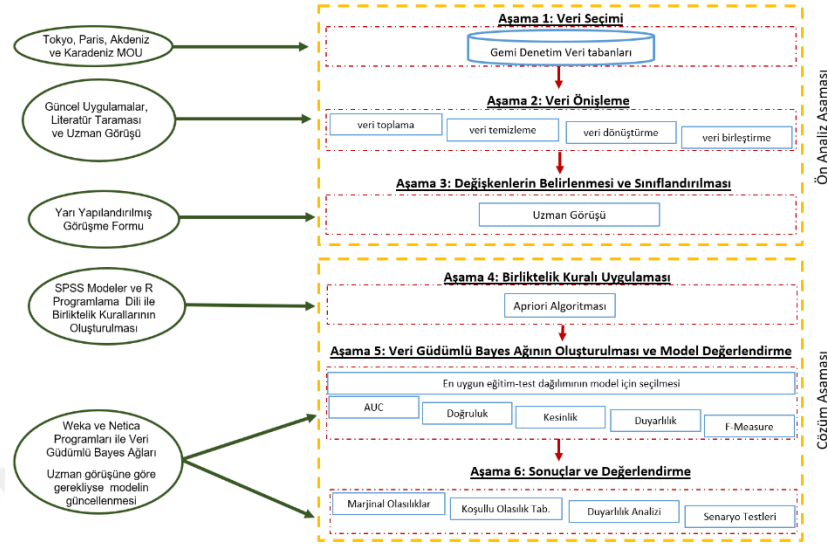
Şekil 4: Araştırmanın Süreç Akışı



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Araştırmanın uygulama süreci hakkındaki adım adım yapılan işlemler ise Şekil 5'te gösterilmiştir.

Şekil 5: Veri Analizi Uygulama Süreci



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

3.1.1. Değişkenlerin Belirlenme Süreci

Gemilere yapılan denetimlerin uygulaması ve denetlenecek gemilerin seçimi denizcilikte bir problem olarak devam etmekte ve araştırmanın önceki bölümlerinde bahsedildiği üzere, özellikle son yıllarda bilimsel araştırmalara yoğun bir şekilde konu olmaktadır. Çalışmanın kapsamını belirlemek için yapılan yazın taramasında yapılan araştırmaların özellikle doğrudan denetim sonucunu tespit etmeye yönelik olduğu, geminin hangi alanlarında eksiklik olabileceğine yönelik bir yaklaşım konusunda bir araştırma boşluğu olduğu görülmektedir. Tespit edilen ve araştırmanın problemi olan bu unsurlar Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı (UAB) Denizcilik Genel Müdürlüğü bünyesinde görevli gemi denetim uzmanlarından sağlanan bilgi alışverişleri neticesinde değerlendirilmiş, çalışmanın alanı ve sınırlılıkları belirlenerek çalışmanın nihai kapsamı oluşturulmuştur. Ardından, analizlerde kullanılması gereken değişkenlerin belirlenmesi için Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'ne etik kurul için başvurulmuş ve 04.09.2021 tarihinde E-87347630-659-104346 sayılı numarası ile etik kurul onayı (Ek 10) alınmıştır. Etik kurul onayının alınmasının ardından, UAB bünyesinde görevli gemi denetim uzmanlarına yarı yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Yarı yapılandırılmış

görüşme yönteminin seçilme nedeni ise kapalı uçlu sorularla uzmanlara değişkenleri değerlendirmekle birlikte, kapalı uçlu sorular ile belirlenmemiş ancak uzmanlar açısından önemli olduğu kanaati getirilen gizli değişkenlerin tespit edilebilmesidir. Mutabakat zaptlarının hedef faktör sistemlerindeki değişkenlerin incelenmesi ve yazın taraması sonucu gemi denetim sonucunu etki ettiği değerlendirilen toplam 20 değişken tespit edilmiştir. Yapılan görüşmeler esnasında gemi denetim uzmanlarına kapalı uçlu soru yöntemi ile bu değişkenler hakkındaki görüşleri sorulmuştur. Ayrıca bu değişkenler dışında gemilerin denetimini etkileyebilecek değişkenlerin olma durumu açık uçlu sorularla temin edilmeye çalışılmıştır. Bu değişkenler uzman görüşleri için geliştirilen yapılandırılmış görüşme formunda görülebilir (Ek 11). Karadeniz ve Akdeniz MOU bünyesinde görev yapan toplam 13 gemi denetim uzmanı araştırmaya gönüllü olarak katılmayı kabul etmiştir. Görüşme gerçekleştirilen gemi denetim uzmanlarının bilgileri ise Tablo 7’de verilmiştir. Yüzyüze görüşme olanağının coğrafi açıdan daha zor olması ve daha az gemi denetim uzmanının sayısına sahip olmalarından dolayı Karadeniz MOU tarafından yetkilendirilmiş gemi denetim uzmanı sayısı daha düşük kalmıştır. Aralık 2021-Ocak 2022 tarihleri arasında gerçekleştirilen görüşmeler neticesinde gemi denetim uzmanlarının 10 değişken üzerinde yoğunlaştığı belirlenmiştir. Analiz için kullanılacak bu 10 değişken hem Tablo 27 ve 28’de gösterilmiştir.

Tablo 7: Yarı Yapılandırılmış Görüşmeye Katılan Uzmanların Bilgileri

	Yetkilendirildiği Bölge	Mesleki Tecrübe (Yıl)	Eğitim Bilgisi
Uzman 1	Karadeniz MOU	13	Doktora
Uzman 2	Karadeniz MOU	4	Lisans
Uzman 3	Karadeniz MOU	15	Lisans
Uzman 4	Akdeniz MOU	14	Yüksek Lisans
Uzman 5	Akdeniz MOU	11	Lisans
Uzman 6	Akdeniz MOU	3	Lisans
Uzman 7	Akdeniz MOU	5	Lisans
Uzman 8	Akdeniz MOU	2	Lisans
Uzman 9	Akdeniz MOU	10	Lisans
Uzman 10	Akdeniz MOU	16	Lisans
Uzman 11	Akdeniz MOU	11	Lisans
Uzman 12	Akdeniz MOU	3	Yüksek Lisans
Uzman 13	Akdeniz MOU	16	Lisans

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

3.1.2. Verilerin Elde Edilmesi ve Analizi

Gemilere yönelik uygulanan liman devleti denetimlerinin sonuçları bazı mutabakat zaptları tarafından halka açık şekilde paylaşılmaktadır. Denetimi yapan liman devleti tarafından üyesi olduğu mutabakat zaptının sisteminde eş zamanlı olarak paylaşılan bu verilerde denetime giren gemi ve denetimle ilgili sonuca ait bilgiler bulunmaktadır. Araştırmanın kapsamına giren Türk bayraklı gemilerin en yoğun şekilde sefer düzenlediği bölgeler olarak tespit edilen ve denetim verilerini paylaşan dört mutabakat zaptı (Paris, Tokyo, Karadeniz ve Akdeniz) araştırmanın kapsamına dahil edilmiştir. Araştırma kapsamı dışında kalan mutabakat zaptları ise Türk bayraklı gemilerin çok az uğrağı bulunan ya da denetim sonucu verilerini paylaşmayan mutabakat zaptları olmuştur. Bunun yanı sıra aynı gemilerin az sayıda uğrak yaptığı bölgelerden elde edilecek analizlerin veri sayısı ve içeriği bakımından anlamlı sonuçlar vermeyeceği için çalışma kapsamı dışında bırakılmıştır.

2014-2021 yılları arasında veri kaynağı olarak seçilen dört mutabakat zaptındaki Türk bayraklı gemilerin denetim sonuçları 15 Nisan 2020 tarihinden başlanarak 07 Ağustos 2022 tarihine kadar toplanmıştır. Bu süreçte toplam 7000 gemi denetimi raporu elde edilmiştir. Ancak 2019 yılının sonundan itibaren etkisini gösteren COVID 19 salgınından dolayı 2020 yılından itibaren gemiler etkin şekilde denetlenememiş, hatta geçerlilik tarihi dolan sertifikaların tarihleri belirli süre uzatılmıştır. COVID 19 salgınının etkilerinin azalmaya başlaması ve liman devleti denetimlerinin sayısının artmasıyla birlikte Türk bayraklı gemilerin tutulma sayısı artmıştır. Bunun üzerine bayrak devleti yetkisini elinde bulunduran UAB, Türk bayraklı gemilerin liman devleti denetimlerinde tutulmasını önlemek için bayrak devleti denetimlerini oldukça sıkılaştırmıştır. Bu süreç sonunda Türk bayraklı gemiler liman devleti denetimlerinde iyi performans göstermeye başlamış ve bayrak devleti kontrolleri rutin sistemine geri dönmüştür. Günümüzdeki uygulanan rutin süreçte değinilecek olursa, bayrak devleti denetimlerinin sadece şirketler tarafından idarenin koymuş olduğu şartları sağlayan ve farkındalık eğitimi almış olan atanmış kişi (Designated Person Ashore-DPA) istihdam etme durumuna göre değerlendirildiği görülmektedir. Normal koşullarda idarenin koymuş olduğu şartları sağlayan ve farkındalık eğitimi almış olan DPA istihdam etmeyen şirketlerin gemileri 1 aylık

sürelerde denetlenirken, bu koşulları sağlayan DPA istihdam eden şirketlerin gemilerinin denetim süresi 3 aylık periyotlara kadar uzatılabilmektedir (Kart, 2020: 53-72).

Ancak bu rutin uygulamaya geri dönülmesiyle birlikte, 2022 yılında Türk bayraklı gemilerin tutulma oranı tekrar artış trendine girmiştir. Bu koşullar göz önüne alınarak hem COVID 19 dönemindeki denetimlerdeki yetersizlik hem de Türk bayraklı gemilere uygulanan bayrak devleti denetimlerindeki uygulama değişikliklerinden dolayı 2020 yılı ve sonrasındaki liman devleti denetimlerinin analizden çıkarılmasına karar verilmiştir. Nihai olarak 2014-2019 yılları içerisinde Türk bayraklı gemilere gerçekleştirilen toplam 6008 gemi denetim raporu analiz edilmiştir.

Ham veri, uzman görüşmeleri sonucunda nihai hale gelen değişkenler doğrultusunda işlenerek analizlere hazır hale getirilmiştir. Elde edilen veri setine öncelikle değişkenler arasındaki ilişkileri ve birliktelikleri tespit etmek için Apriori Algoritması kullanılarak Birliktelik Kuralı uygulaması yapılmıştır. Ardından Türk bayraklı gemilere uygulanan denetim sonucunda eksiklik tespit edilme durumunu tahmin etmeye yönelik sınıflandırma algoritmalarından Naive Bayes Ağları algoritmaları kullanılarak en iyi performansla sahip model geliştirilmeye çalışılmıştır. Bunun yanı sıra, ikinci aşamada eksiklik tespit edilme potansiyeline sahip gemilerin hangi alanlarında eksiklik tespit edilebileceğini tahmin etmeye yönelik ve ana eksiklik alanları üzerinden geliştirilen 19 sınıflandırma modeli de oluşturulmuş ve modellerin gerçek uygulamalarla örtüşme durumu konusunda uzmanlara danışılmıştır. Geliştirilen modellerin performans ve geçerlilik analizleri değerlendirilmiş, gerçek olaylarla senaryo analizleri yapılmıştır.

3.1.3. Uzmanların Değişkenlerin Önem Derecesini Belirlemesi

Veri analizleri ile eş güdümlü olarak, gemi denetim sonucunu etkilediği tespit edilen değişkenlerin denetim sonucuna ne derece etki ettiğini gemi denetim uzmanlarının bakış açısından değerlendirilmesine yönelik çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi, Bulanık Mantık yaklaşımıyla uygulanmıştır. Bu uygulamadaki amaç, profesyonel olarak gemi

denetimi uzmanlığı görevini icra eden kişilerin tecrübelerine dayanarak gemi denetimi sonucuna etki ettiğini düşündükleri değişkenleri kıyaslamalarıdır. Böylelikle, karşılaştırma matrisleri analiz edilerek değişkenlerin önem dereceleri uzmanların subjektif görüşlerine göre belirlenmiştir. Uygulama, UAB bünyesinde liman başkanlıklarında görev yapmakta olan Akdeniz ya da Karadeniz MOU gemi denetimleri için yetkileri bulunan toplam 14 gönüllü gemi denetim uzmanı ile Haziran-Ağustos 2022 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Denetim uzmanlarının profil bilgileri Tablo 8’de gösterilmiştir. Veri analizi için kullanılan 10 değişken gemi profil ve denetim ile ilgili değişkenler ana kriterleri altında alt kriterler olarak ele alınmıştır. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci yönteminin uygulama sürecinin detayları bulgular bölümünde açıklanmıştır. Uzmanların karşılaştırma matrislerine verdikleri cevaplar analiz edildikten sonra sonuçlar veri analizi ile kıyaslanarak araştırmanın uygulama süreci tamamlanmıştır.

Tablo 8: Bulanık Hiyerarşi Süreci Uygulamasına Katılan Uzmanların Bilgileri

	Yetkilendirildiği Bölge	Mesleki Tecrübe (Yıl)	Eğitim Bilgisi
Uzman 1	Karadeniz MOU	7	Lisans
Uzman 2	Akdeniz MOU	8	Lisans
Uzman 3	Akdeniz MOU	15	Yüksek Lisans
Uzman 4	Akdeniz MOU	10	Lisans
Uzman 5	Akdeniz MOU	11	Yüksek Lisans
Uzman 6	Akdeniz MOU	11	Lisans
Uzman 7	Karadeniz MOU	19	Doktora
Uzman 8	Akdeniz MOU	6	Lisans
Uzman 9	Karadeniz MOU	20	Yüksek Lisans
Uzman 10	Karadeniz MOU	33	Lisans
Uzman 11	Akdeniz MOU	18	Lisans
Uzman 12	Karadeniz MOU	25	Lisans
Uzman 13	Akdeniz MOU	11	Lisans
Uzman 14	Karadeniz MOU	15	Yüksek Lisans

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

3.2. VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMİ

Bu bölümde veri madenciliği ile ilgili temel bilgiler ve veri madenciliği süreci açıklandıktan sonra keşifsel veri madenciliği modelleri hakkında bilgiler verilmiştir.

3.2.1. Veri ve Veri Madenciliği ile İlgili Temel Kavramlar

Bilgisayarların hayatımıza daha fazla girmesiyle neredeyse yaptığımız her işlem sayısal ortamda kayıt altına alınmaya başlamıştır. Veri tabanlarına kaydedilen bu işlemlerin çıkarılmayı bekleyen değerli bir maden gibi durduğu ve bu verilerin bilgiye dönüşmeyi beklediği farkedilmiştir. Bu yaklaşımla verileri bilgiye dönüştürme kapsamında “veri ambarı”, “veri madenciliği” gibi çeşitli kavramlar ortaya çıkmıştır. Bu bölümde veriden başlayarak veri madenciliği sürecine etki eden veya konusu olan kavramlar açıklanmıştır.

Veri, olay ve olgularla ilgili ham ve tek başına herhangi bir anlam içermeyen gerçeklerdir. İşletmeler için veriler tüm işlemlerin kayıt altına alınmasıdır. Bir denizcilik işletmesi için üç konşimento, iki ordino ya da bir konteyner birer veridir. Bu şekilde ham halde bulunan veriler herhangi bir yorum ya da değerlendirme içermemekte ve tek başlarına güvenilir bir temel oluşturmamaktadır. Veriler sayma işlemi, ölçüm işlemi, gözlem, deney ya da araştırma yoluyla elde edilebilmektedir. Veriler nitel ve nicel veriler olarak iki sınıfa ayrılmaktadır. Eğer veri ölçüm işlemi ya da sayma işlemi ile elde edilmişse nicel veri olarak adlandırılır. Sayısal olarak ifade edilemeyen ise nitel verilerdir (Aydemir, 2019: 21).

Verilerin çeşitli işlemler ve süreçlerden sonra daha anlamlı bir nitelik kazanarak bir içerik ve amaç taşıyan hali enformasyon olarak tanımlanmaktadır. Başka bir ifade ile verilerin, üzerine elle ya da bilgisayar aracılığıyla yapılan işlem, gruplama, özetleme, ayıklama, eleme gibi süreçler sonunda daha organize hale getirilmesidir (Aydemir, 2019: 22). Örneğin, bir denizcilik işletmesine ait bir gemideki o sefer için taşınan konteyner sayısı enformasyondur. Enformasyon ile veriler bir anlam kazanmakta ve karar verme ya da problem çözme sürecinde temel alınabilecek bir hale gelmektedir.

Bilgi, bireyin çevresinde gerçekleşen olayları eksiksiz ve doğru biçimde kavramasını sağlayan kişiselleştirilmiş enformasyondur. Kişinin beynine ulaşan enformasyonun geçmiş bilgilerle sentezlenip anlamlı bir hale dönüşmesidir. Bilgi, enformasyonun analiz edilmesi, değerlendirilmesi, sentezlenmesi ve bir karar verme sürecine sokulmasıyla kazanılır. Örneğin, bir denizcilik işletmesinin bir gemisi belirli

bir hattaki yakıt tüketimi ile benzer koşullarda bir sonraki seferinde de ne kadar yakıt tüketebileceğini belirleyebilmek ise bilgidir (Aydemir, 2019: 22).

Verilerin sistematik bir biçimde saklanıp, merkezileştirilerek programlarca istenildiğinde erişim imkanı verilen, yönetilebilen ya da güncellenebilen veri yığınlarına ise veri tabanı denilmektedir. Verilerin birbirinden bağımsız olarak toplanması yerine bir konum üzerinde saklanmasıdır. Bu işlemin yapılması için kullanılan programlara da veri tabanı bilgi sistemi denilmektedir (Döşlü, 2008: 4). Bir denizcilik işletmesinin gemilerine ait masrafları, taşıdıkları yüklerin miktarı, ithalat ve ihracat işlemleri, muhasebe kayıtları, lojistik ve gümrük süreçleri gibi bütün verilerini veri tabanı bilgi sistemlerinde kaydetmesi işletme için daha etkili ve verimli bir veri kontrolü sağlamaktadır.

Veri tabanlarındaki veriler doğrudan veriden bilgi keşfi için kullanılabilecek durumda olmadığından dolayı çeşitli işlemlerden geçirilmektedir. Bu amaçla belirli bir döneme ait ve belirli bir amaca yönelik olarak düzenlenmiş, birleştirilmiş ve sabitlenmiş veri tabanlarına veri ambarı denilmektedir. Başka bir ifade ile yönetimin kararlarına destek sağlamak ve farklı veri tabanlarında depolanan verilerin arasında bir ilişki oluşturarak birleştirme işlemidir (Çelik ve diğerleri, 2017: 20).

Veri ambarı, artan verinin yönetimi ve karar destek uygulamaları için tasarlanmasıdır. Veri madenciliği ise daha çok veri ambarındaki veriyi çözümleme sürecidir (Rokach ve Maimon, 2008: 20). Veri madenciliği temel olarak, büyük ölçekli veri içerisinden onu kullanacak kurum için yararlı olanları bulup, ortaya çıkarma işidir (Özkan, 2013: 37). Daha geniş bir tanıma göre veri madenciliği, daha önceden bilinmeyen ancak geçerli ve uygulanabilir bilgilerin geniş veri tabanlarından elde edilmesi ve bu bilgilerin işletme kararları verilirken kullanılmasıdır (Silahtaroglu, 2013: 12). Veri tabanı ya da doküman kaydı olarak depolanan büyük verinin içindeki bu saklı ve faydalı bilgileri keşfetmek için istatistiksel, makine öğrenmesi ve yapay zeka teknikleri kullanılmaktadır (Balaban ve Kartal, 2018: 14).

Veri madenciliği klasik istatistik biliminden doğmasına karşın kendini makine öğrenmesi algoritmalarıyla geliştirmiş bir bilimdir. Veri madenciliğini klasik istatistikten ayıran özelliklerden biri veri madenciliğinde nispeten daha büyük veri yapıları kullanmasıdır. Ayrıca veri madenciliğinde klasik istatistik yöntemlerinin ihtiyaç duyduğu dağılım varyansı, varyans homojenliği, dağılımlar arasındaki

yakınsamalar gibi varsayımlara ve çoğu yönteminde hipotez oluşturup bu hipotezleri test etmeye ihtiyaç duyulmamaktadır. Veri madenciliğini klasik istatistikten ayıran en önemli özelliklerden biri de veri madenciliğinde yeni verilerle mevcut modelin yeniden eğitilerek geliştirilmesidir (Hosking ve diğerleri, 1997: 118-119).

Veri madenciliği 1990'lerden beri veri depolama araçları, barkod ve Radyo Frekansı ile Tanımlama (RFID) teknolojisindeki kullanımına paralel olarak günümüzde hemen hemen bütün sektörlerde yayılmış bir yöntemdir. Ticaret, bankacılık (gizli finansal ilişkilerin ortaya çıkarılması, kredi kartı dolandırıcılık tespiti, kredi talep tahmini, vb.), sigortacılık (yeni ve riskli müşteri grubu belirleme, dolandırıcılık tespiti, vb.), pazarlama (pazar sepet analizi, satış tahmini, vb.), sağlık, eğitim, bilim, spor, mühendislik en temel kullanım alanları olarak sıralanabilir. Özellikle verinin elde edilme şekline göre zamanla veri madenciliğine ilişkin metin madenciliği, görsel madencilik, gen analizi, web madenciliği, sosyal ağ analizi gibi farklı alt alanlar da oluşmuştur (Keleş, 2017: 129-131; Altunkaynak, 2019: 15).

3.2.2. Veri Madenciliği Süreci

Veriden anlamlı bilgilere ulaşmak olarak tanımlanan veri madenciliği bazı araştırmacılar tarafından Veri Tabanlarından Bilgi Keşfi (Knowledge Discovery in Databases-KDD) süreci ile aynı anlamda kullanılmakta iken bazı araştırmacılar için KDD içerisinde ve onun en önemli adımlarından biri olarak nitelendirilmektedir (Fayyad, 1997: 4; Jianhua ve Deyi, 1998: 349; Devedzic, 2001: 615; Pyo ve diğerleri, 2002: 397; Çakır, 2019: 82). KDD'de süreç, tümü birden çok yinelemede tekrarlanan veri hazırlama, kalıp arama, bilgi değerlendirme ve iyileştirmeyi içeren birçok adımdan oluşmaktadır. Süreç, hedeflerin belirlenmesiyle başlamakta ve keşfedilen bilginin uygulanmasıyla sona ermektedir. Bazı durumlarda uygulama etki alanında değişiklikler yapılması gerekebilir. Bu, döngüyü kapatır ve etkiler daha sonra yeni veriler üzerinde ölçülür ve süreç yeniden başlatılır. Bir yönetim adımıyla başlayan dokuz aşamalı KDD süreci aşağıda kısaca açıklanmıştır. Ayrıca sürecin görsel hali Şekil 6'da gösterilmiştir. (Maimon ve Rokach, 2010: 2; Fayyad, 1996: 21).

1. Uygulama alanı hakkında bir anlayış geliştirmek: İlk hazırlık aşamasıdır. Ne yapılması gerektiğinin anlaşılması için zemin hazırlanır. Süreçten

sorumlu kişilerin, son kullanıcının hedeflerini ve bilgi keşif sürecinin gerçekleşeceği ortamı anlaması ve tanımlaması gerekir. Süreç ilerledikçe, bu adımın revizyonu ve tekrar gözden geçirilmesi söz konusu olabilir. Hedefleri anladıktan sonra, sonraki üç aşamada tanımlandığı gibi verilerin ön işleme başlar (Maimon ve Rokach, 2010: 2)

2. Keşfin gerçekleştirileceği bir veri kümesinin seçilmesi ve oluşturulması:

Hedef veri seti ve veri örneklerinin veya değişkenlerin alt kümesini oluşturmaya odaklanan aşamadır. Başlıca amacı, hedef veri setini mümkün olduğunca temsili hale getirmek için veri tabanından tipik verileri seçmektir. Tüm bunlar üzerinde bilgi keşfi yapıldığı için önemli bir aşamadır (Devedzic, 2001: 621; Shafique ve Qaiser, 2014: 218).

3. Veri temizleme ve ön işleme: Burada gürültü veya aykırı değerlerin ortadan kaldırılması gibi temel işlemler yapılır; gürültüyü modellemek veya hesaplamak için gerekli bilgileri toplamak; eksik veri alanlarını işlemek için stratejilere karar vermek; zaman sırası bilgileri, bilinen değişiklikler ve uygun normalizasyon vb. işlemler yapılır (Fayyad, 1996: 23).

4. Veri azaltma ve dönüştürme: Bu, veri madenciliği algoritmalarının kolayca uygulanabilmesi için verilerin bir formdan diğerine dönüştürülmesine odaklanan aşamadır. Bu amaçla hedef veriler üzerinde farklı veri indirgeme ve dönüştürme yöntemleri uygulanmaktadır (Shafique ve Qaiser, 2014: 218).

5. Uygun veri madenciliği görevini seçme: İlk aşamada tanımlanan belirli hedeflere göre uygun veri madenciliği görevinin seçildiği aşamasıdır. Sınıflandırma, regresyon, kümeleme ya da özetleme veri madenciliği yöntemi ya da görevlerine örnek olarak verilebilir (Shafique ve Qaiser, 2014: 218).

6. Uygun veri madenciliği algoritmasının seçilmesi: Amaçlar doğrultusunda hangi veri madenciliği algoritmasının kullanılacağına karar verilen aşamadır. Veri madenciliği yöntem ve görevleri için birçok algoritma bulunmaktadır. Burada veri ve amaçlar doğrultusunda algoritmaları elemek ve en uygun algoritmaları tespit etmek oldukça önemlidir (Maimon ve Rokach, 2010: 4)

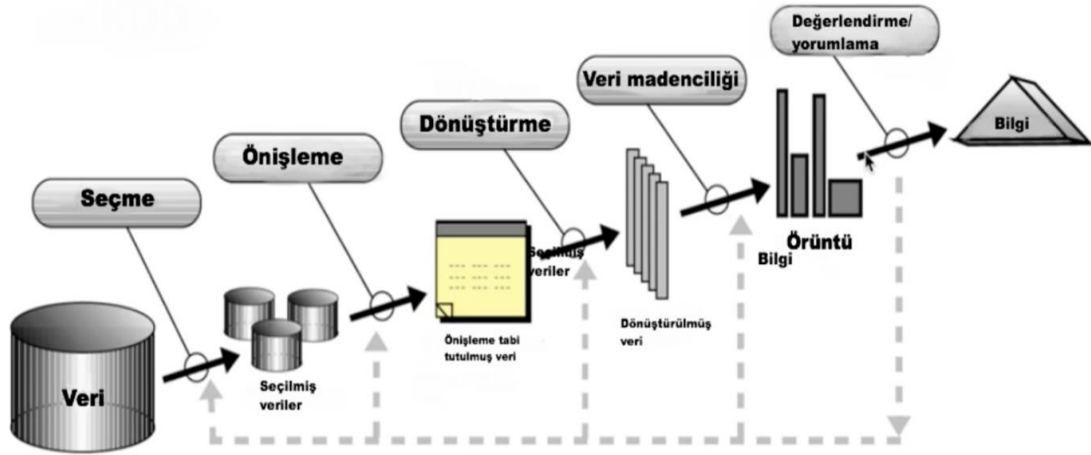
7. Veri madenciliği algoritması uygulaması: Bir önceki adımda kullanılmasına karar verilen veri madenciliği algoritma/ların uygulandığı aşamadır. Bu adımda, örneğin bir karar ağacının tek bir yaprağındaki minimum örnek sayısı gibi algoritmanın kontrol parametrelerini ayarlayarak, tatmin edici bir sonuç elde edilene

kadar algoritmayı birkaç kez çalıştırmak gerekebilir (Maimon ve Rokach, 2010: 4). Veri madenciliği görevi ve algoritma seçimi aşamalarıyla algoritmanın kullanım aşaması olan beşinci, altıncı ve yedinci aşamalar bazı araştırmacılar tarafından “Veri Madenciliği” olarak tek bir aşama altında da sınıflandırılmıştır.

8. Bulguların değerlendirilmesi ve yorumlanması: Bu aşamada elde edilen bulgulardan hangilerinin bilgi olarak sayılacağına karar verildiği zor bir aşamadır. Ortaya çıkarılan kalıpların yorumlanması ve değerlendirilmesinden oluşur. Bu aşamanın sonucu, önceki aşamalardan herhangi birinde değişikliklere ve tüm sürecin yeniden başlatılmasına neden olabilir (Azevedo ve Santos, 2008: 2; Fayyad, 1996: 23).

9. Keşfedilen bilgiyi kullanma: Elde edilen bilgiyi performans sistemine dahil etme veya basitçe belgeleme ve kullanıcılara raporlama aşamasıdır. Bilgi, sistemde değişiklik yapılabilmesi ve etkilerin ölçülebilmesi anlamında aktif hale gelir. Aslında bu adımın başarısı, tüm sürecinin etkinliğini belirler. Bu aşama ayrıca önceden inanılan (veya çıkarılan) bilgilerle olası çatışmaları kontrol etmeyi ve çözmeyi de içermektedir. (Fayyad, 1996: 23; Maimon ve Rokach, 2010: 5).

Şekil 6: Veri Madenciliği’nde Bilgi Keşfi Süreci



Kaynak: Şeker, 2018: 15.

3.2.3. Veri Madenciliği Yöntemleri

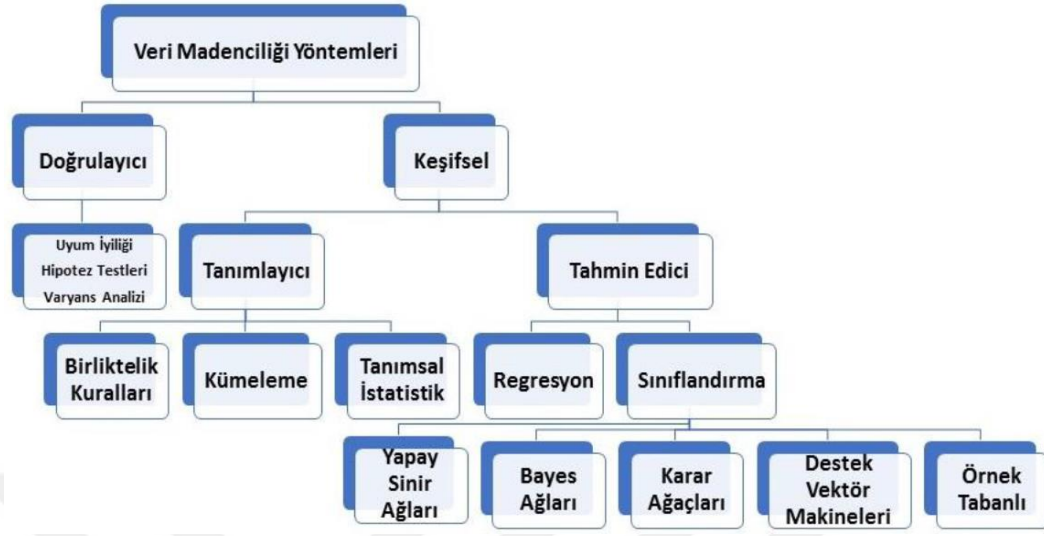
Veri madenciliğinde kullanılan yöntemler genellikle tanımlayıcı (descriptive) ve tahmin edici (predictive) olarak ikiye ayrılmakla birlikte literatürde yöntemlerin

doğrulayıcı ve keşifsel (tahmin edici) olarak ikiye ayrıldığı da görülmektedir (Fayyad ve diğerleri, 1996: 44; Rokach ve Maimon, 2010: 6; Tuffery, 2011: 67; Han ve diğerleri; 2012: 5; Çakır, 2019: 84).

Doğrulayıcı yöntemler harici bir kaynak (uzman vb.) tarafından önerilen bir hipotezin değerlendirilmesiyle ilgilenir. Bu yöntemler, uygunluk testi, hipotez testleri (örneğin, ortalamaların t testi) ve varyans analizi (ANOVA) gibi geleneksel istatistiklerin en yaygın yöntemlerini içerir. Bu yöntemler, bir diğer veri madenciliği yöntemi olarak nitelendirilen keşif odaklı benzerlerine göre veri madenciliği ile daha az ilişkilidir, çünkü veri madenciliği sorunlarının çoğu, bilinen bir hipotezi test etmek yerine bilgiyi keşfetmekle ilgilidir. Geleneksel istatistiksel yöntemlerin odak noktasının ağırlıklı olarak model tahmini üzerine iken, veri madenciliğinin ana hedefleri biri ise kanıta dayalı model tanımlama ve oluşturmadır (Rokach ve Maimon, 2010: 5-6; Wang ve Yoon, 2015: 820).

Keşifsel yöntemler, verilerdeki kalıpları otomatik olarak tanımlayan yöntemlerdir. Keşif yöntemi dalı, tahmin yöntemlerine karşı açıklama yöntemlerini de içerir. Tanımlayıcı yöntemler, temel alınan verilerin parçalarıyla olan ilişkisini anlamaya (örneğin görselleştirme yoluyla) odaklanan veri yorumlamaya yöneliktir. Tahmin edici yöntemler, yeni ve görünmeyen örnekler elde eden ve örneklerle ilgili bir veya daha fazla değişkenin değerlerini tahmin edebilen davranışsal bir model oluşturmayı amaçlar. Aynı zamanda, keşfedilen bilgiyi anlaşılır ve üzerinde çalışması kolay bir şekilde oluşturan kalıplar geliştirir. Bazı tahmin edici yöntemler de verilerin anlaşılmasını sağlamaya yardımcı olabilir. Keşifsel veri madenciliği tekniklerinin çoğu (özellikle nicel), yeterli sayıda eğitim setinden genelleme yaparak bir modelin açık veya örtük olarak oluşturulduğu tümevarımsal öğrenmeye dayanır. Tümevarımsal yaklaşımın altında yatan varsayım, eğitilen modelin gelecekteki oluşabilecek bilinmeyen örneklerle uygulanabilir olmasıdır (Rokach ve Maimon, 2010: 5; Balasubramanian ve Selvarani, 2014: 4-5). Veri madenciliği yöntemlerine ilişkin temel sınıflandırmalardan biri Şekil 7’de görülebilir.

Şekil 7: Veri Madenciliği Tekniklerinin Sınıflandırılması



Kaynak: Rokach ve Maimon, 2010: 6.

Ayrıca veri madenciliği yöntemleri gördükleri işleve göre Sınıflama (Classification) ve Regresyon (Regression), Kümeleme (Clustering) ve Birliktelik Kuralları (Association Rules) olmak üzere üçe ayrılmaktadır (Özekes, 2003: 67).

3.2.3.1. Tanımlayıcı Yöntemler

Bu bölümde keşifsel veri madenciliği yöntemleri altında sınıflandırılan tanımlayıcı yöntemlerinden olan birliktelik kuralı ve kümeleme analizi açıklanmıştır.

3.2.3.1.1. Birliktelik Kuralları

Birliktelik kuralları, belirli türdeki veri ilişkilerini tanımlayan bir yöntemdir. İlk olarak Agrawal ve ark. (1993) tarafından geliştirilen bu yöntem veri madenciliğinde en önemli ve en çok kullanılan tekniklerden biridir. Birliktelik kuralları, veri tabanlarındaki değişkenler arasındaki önemli korelasyonları, sık örüntüleri ve ilişkileri çıkarmayı amaçlar. Örneğin, herhangi bir ürün alındığında bir ürünün yanında başka bir ürünün de satın alınması birliktelik kuralıdır. Herhangi bir veri tabanında birliktelik kurallarının tanımlanması veri tabanı bilgi keşfi sürecinin de ilk adımıdır. Bunun en bilinen örneği cuma günü alışverişe çıkan çocuk sahibi

erkeklerin çocuk bezi ile birlikte en sık aldıkları ürünün bira oluşudur. Bu bağlantı market sepeti analizi olarak da bilinmektedir (Zhao ve Bhowmick, 2003: 3; Maragatham ve Lakshmi, 2012: 831; Silahtaroglu, 2020: 64). A ürününü satın alan müşteriler aynı zamanda B ürününü de satın alırlarsa, bu durum aşağıdaki Birliktelik Kuralı ile gösterilir:

$$A \Rightarrow B \text{ [destek} = \%2, \text{güven} = \%60]$$

Bağıntıdaki destek ve güven değerleri, kuralın ilginçlik ölçüleri olarak adlandırılabilir. Farklı ölçü birimleri de bulunmakla beraber analizlerde en çok kullanılan iki ölçüt bunlardır. Sırasıyla, keşfedilen kuralın kullanışlılığını ve doğruluğunu göstermektedir. Yukarıdaki birliktelik kuralı için %2 oranındaki destek değeri, analiz edilen veri setindeki tüm alışverişlerin %2'sinde A ile B ürünlerinin birlikte satıldığını belirtmektedir. %60 oranındaki güven değeri ise A ürününü satın alan müşterilerinin %60'ının B ürününü de satın aldığını göstermektedir. Burada dikkate alınacak minimum destek eşik değeri ve minimum güven eşik değeri kullanıcı tarafından belirlenmektedir ve bu değerleri aşan birliktelik kuralları dikkate alınarak kurallar oluşturulmaktadır (Zaki, 1997: 15). Her kuralın doğruluğunun belirlenmesinde kullanılan bu iki ölçütün formülizasyonu Denklem 3 ve 4'te gösterilmiştir.

$$\text{Support (A, B)} = \frac{\text{frequency (A, B)}}{N} \quad (3)$$

$$\text{Confidence} = \frac{\text{frequency (A, B)}}{N} = \frac{\text{support (A U B)}}{\text{support (A)}} \quad (4)$$

Birliktelik Kuralları uygulamasında kullanılan önemli bir diğer ölçüt olan Lift ya da kaldıraç (ilginçlik- 1) değeri ise X verildiğinde Y'nin oluşma olasılığını hesaplayarak sonucun desteğini kontrol etmektedir. Bu ölçütte değerin 1 olması bağımsızlığı, 1'den küçük olması negatif bağımlılığı 1'den yüksek olması ise pozitif bağımlılığı ifade eder. $[0, \infty)$ arasında bir değer alan bu değerde bağımlılık seviyesi ne kadar yüksekse kuralın o kadar ilginç olduğu varsayımında bulunulur. Lift (kaldıraç) değerinin formülü Denklem 5'te gösterilmiştir.

$$\text{Lift (A, B)} = \frac{P(A \cup B)}{P(A) P(B)} = \frac{\text{support (A, B)}}{\text{support (A) support (B)}} \quad (5)$$

Birliktelik analizlerinde çeşitli algoritmalar kullanılmaktadır. AIS, SETM, Apriori, Apriori Tid, Apriori Hybrid, Sıradışı Aday Belirleme (OCD), Bölümleme Tekniği, Sürekli Bağlantı Kuralı Madenciliği (CARMA), Sayım Dağılımı (CD), Paralel Veri Madenciliği (PDM), Ortak Aday Bölünmüş Veri Tabanı (CCPD), Akıllı Veri Dağılımı (IDD), Paralel Birliktelik Kuralları (PAR) bu algoritmalarından bazılarıdır. Algoritmaların temel çalışma prensibi aynı olmasına karşın, çalışma yöntemlerinde farklılıklar bulunmaktadır. Bu algoritmaların içerisinde literatürde en sık kullanılan algoritma ise Apriori algoritmasıdır (Silahtaroğlu, 2020: 172-173).

3.2.3.1.2. Kümeleme

Kümeleme temel olarak veriyi sınıflara veya kümelere ayırma işlemidir. Birbirine benzer verileri sınıflara ayırarak verileri özetleme veya fiziksel olarak gruplandırma sürecidir. Bu yöntemde, büyük veri kümeleri anlamlı bir şekilde parçalara ve alt kümelere ayrılmakta ve böylelikle benzer gruplar bir arada ele alınmaktadır (Menasalvas ve Wasilewska, 2005: 121). Kümeleme analizi, tasarım ve uygulamayı basitleştirmek için büyük ölçekli bir sistemi daha küçük bileşenlere ayıran bir "böl ve yönet" metodolojisine dayalı olarak büyük bir nesne kümesinin anlamlı bir şekilde bölünmesine yardımcı olmaktadır (Jianhua ve Deyi, 1998: 356). Aynı kümedeki elemanlar birbirleriyle benzerlik gösterirlerken, başka kümelerin elemanlarından farklılaşmaktadır. Yani küme içi benzerliği maksimize etme ve kümeler arası benzerliği minimize etme ilkesine göre kümeleme veya gruplandırma yapılmaktadır. Bu şekilde oluşturulan her küme, kuralların türetilebileceği bir nesne sınıfı olarak görülebilir. Kümeleme aynı zamanda sınıflandırma oluşumunu, yani gözlemlerin benzer olayları bir arada gruplayan bir sınıflar hiyerarşisi halinde organize edilmesini de kolaylaştırabilmektedir. (Han ve diğerleri, 2012: 20).

İstatistik, biyoloji, makine öğrenimi gibi çeşitli alanlarda kullanılan kümeleme yönteminde veri tipi ve amaca bağlı çeşitli algoritmalar kullanılmaktadır. Bu algoritmaların yöntemleri; bölme, hiyerarşik, yoğunluk tabanlı, ızgara tabanlı ve

model tabanlı yöntemler olarak sıralanabilir (Özekes, 2003: 71; Murtagh ve Contreras, 2012: 86, Patel ve Thakral, 2016: 2042).

3.2.3.2. Tahmin Edici Yöntemler

Tahmin edici keşifsel veri madenciliği yöntemleri tahmin ettikleri çıktının türüne göre sınıflandırma ve regresyon yöntemi olarak ikiye ayrılmaktadır.

3.2.3.2.1. Sınıflandırma

Sınıflandırma, verilerin içerdiği ortak özelliklere göre ayrıştırılması ve buna göre hangi sınıfa ait olduğunun tespit edilmesi işlemidir. Örneğin, bir firma müşterilerini belirli özelliklerine göre sınıflandırmak isteyebilir. Bir alışveriş merkezi belirli bir ortalamanın üstünde alışveriş yapan müşterilerini “varlıklı”, altında alışveriş yapanları “varlıklı olmayan” olarak ayırt etmek isteyebilir. Benzer biçimde veri kümesi içerisindeki ortak özellik ya da farklılıkları ortaya koyacak biçimde sınıflandırma yapılabilir. Sınıflandırma bir öğrenme algoritmasıdır. Tüm veriler kullanılarak eğitime yapılmamakta, veriye ait bir örnek veri üzerinden eğitim gerçekleştirilmektedir. Eğitim verisindeki her nesne, sınıfıyla birlikte bir öznitelik vektörü ile temsil edilir. Eğitim kümesindeki nesnelerin öznitelikleri ve sınıfları arasındaki ilişki analiz edilerek bir sınıflandırma işlevi veya modeli oluşturulur. Bu işlev veya model daha sonra gelecekteki nesneleri sınıflandırabilir. Bu da veri tabanındaki nesnelerin sınıflarını daha iyi anlaşılmasına yardımcı olur. Öğrenmedeki temel amaç bir sınıflandırma modelinin yaratmaktır. Bu yüzden sınıflandırma, sınıfı bilinmeyen bir kayıt için sınıf belirleme sürecidir. Bu süreç iki aşamadan oluşur. Birinci aşama, veri kümelerine uygun bir modelin ortaya konulması ve eğitimidir. İkinci aşama ise, test verileri üzerinde sınıflandırma kurallarının oluşturulmasıdır. Bu kurallar test verileri üzerinde sınanır ve doğru kabul edilirse diğer kayıtlar üzerinde de uygulanır (Luo, 2008: 4; Özkan, 2013: 51-52; Wang ve Yoon, 2015: 820). Veri madenciliğinde geniş yer tutan sınıflandırma yöntemleri ticaret, pazarlama, finans, astronomi, mühendislik, tıp, biyoloji gibi bir çok alanda kullanılmaktadır. Bununla birlikte hastalık tanıları, dolandırıcılık tespiti, kalite kontrol çalışmaları, pazarlama

problemleri, resim ve örüntü tanıma gibi birçok gerçek dünya problemi sınıflandırma yönteminin konusu olmaktadır (Ashari ve diğerleri, 2013: 33; Altunkaynak, 2019: 18; Silahtaroğlu, 2020: 172-173).

Sınıflandırma için çeşitli teknikler geliştirilmiştir. Bu tekniklerden en yaygın olanları aşağıdaki gibidir (Gupta ve diğerleri, 2011: 191);

- Karar Ağaçları (Decision Trees)
- Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Networks)
- Genetik Algoritmalar (Genetic Algorithms)
- K-En Yakın Komşu (K-Nearest Neighbor)
- Destek Vektör Makineleri (Support Vector Machinery)
- Naive Bayes

3.2.3.2.2. Regresyon

Regresyon analizi sayısal değer tahmininde sık kullanılan istatistiksel bir metodolojidir. Ayrıca mevcut verilere dayalı olarak dağılım eğilimlerinin tanımlanmasını da kapsar. Sınıflandırma yönteminde kategorik (ayrık, sırasız) etiketleri tahmin etmekte kullanılırken regresyon modelleri sürekli değerli etiketleri tahmin etmektedir. Yani, ayrık sınıf etiketleri yerine eksik veya mevcut olmayan sayısal veri değerlerini tahmin etmek için regresyon kullanılır. Regresyon, bir bağımlı değişken ile bağımsız değişken/ler arasındaki ilişkileri tespit etmek için kullanılan istatistiki yöntemidir. (Han ve diğerleri, 2012: 20; Mazlack, 2017: 19). Bağımsız değişken sayısına göre “basit regresyon analizi” ve “çoklu regresyon analizi” olarak ikiye ayrılmaktadır. Ayrıca kullanılan fonksiyonun (denklem) türüne göre “doğrusal” ve “doğrusal olmayan” regresyon analizi olarak ikiye ayrılır (Silahtaroğlu, 2013:103). Doğrusal Regresyon Modeli, iki ya da daha fazla değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi açıklamada kullanılır. Örneğin, gelir düzeyi ve eğitim düzeyi arasındaki ilişkiyi, öğrencilerin devamsızlık yaptığı günler ile başarıları arasındaki ilişkiyi açıklamak için regresyon modeli kullanılabilir.

Lojistik Regresyon (LR) ise; bağımlı değişkenin iki veya daha fazla kategori içerdiği, bağımsız değişkenlerin ise sürekli veya kategorik bir yapıya sahip olduğu durumlarda bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi araştırır.

Doğrusal Regresyon modellerinin bağımlı değişken olarak sürekli değerleri almaktadır, bu yüzden kategorik bağımlı değişkenleri analiz edebilmek için geliştirilen bir yöntemdir. Bu yüzden LR daha çok sınıflandırma algoritmaları arasında sayılmaktadır. LR analizi bağımlı değişkenin kategori sayısına ve sıralı olup olmamasına göre farklı sınıflara ayrılmaktadır (Çelik, 2009: 18).

Regresyon analizleri veri madenciliğinde sıklıkla kullanılan yöntemlerdendir. Tüketici talep tahmini ve ürün tatmin düzeyi, bir hastanın yaşama olasılığı tahmini, ekili bir alandaki ürün miktarı tahmini, bitki örtüsü analizi, hava durumu tahmini, çevresel modelleme, iş ve finansal analizlerde tahminleme regresyon analizinin uygulama bazıları olarak sıralanabilir (Fayyad ve diğerleri, 1996: 44; Maggini ve diğerleri, 2006: 1729; Tolon ve Tosunoğlu, 2008: 254).

3.2.4. Veri Madenciliğinde Keşifsel Yöntem Uygulamaları

Bu bölümde tez kapsamında uygulanacak olan Birliktelik Kuralı yöntemlerinden Apriori Algoritması ve sınıflandırma yöntemlerinden Lojistik Regresyon ve Bayes Ağları Sınıflandırıcıları hakkında açıklamalarda bulunulmuştur.

3.2.4.1. Birliktelik Kurallarında Apriori Algoritması

Apriori algoritması, 1994 yılında R. Agrawal ve R. Srikant tarafından önerilen Boolean birliktelik kuralları için sık öge kümelerinin madenciliğinde kullanılan en klasik, bilinen ve önemli birliktelik kuralı algoritmasıdır (Bala ve diğerleri, 2016: 282). Verilen verilerden tüm sık görülen öge kümelerini ve birliktelik kurallarını çıkaran bir veri madenciliği yöntemidir. Apriori algoritması, sık görülen öğelerin kümelerini keşfetmek ve birliktelik kurallarını oluşturmak için geliştirilen bir yöntemdir ve bir dizi işlem verisi üzerinde birliktelik kuralları oluşturur (Sammut ve Webb, 2017: 60; Silva ve diğerleri, 2019: 1220). Apriori ilkesine göre, sık geçen bir öge kümesinin herhangi bir alt kümesi de sık olmalıdır (Ilayaraja ve Meyappan, 2013: 195). Bu ilke bir diğer ifadeyle "sık bir öge kümesinin boş olmayan tüm alt kümeleri de sık olmalıdır" özelliğine dayanmaktadır (Kaur ve Madan, 2015: 241). Ayrıca, sistem bir kümenin minimum destek testini geçemezse, tüm üst kümelerinin testi

geçemeyeceğini söyleyen antimonotonik özelliğe sahiptir. Örneğin, bir öge kümesinde, eğer $\{ABC\}$ bir sık öge kümesiye, o zaman $\{AB\}$, $\{AC\}$, $\{BC\}$, $\{A\}$, $\{B\}$ ve $\{C\}$ tümü sık öge kümeleridir. $\{AD\}$ seyrek ise $\{ABD\}$, $\{ACD\}$ ve $\{ABCD\}$ seyrekler. Bu teori, her zaman en tipik veri madenciliği teorisi olarak kabul edilir. Bu algoritmanın arkasındaki temel fikir, veri tabanı üzerinden birden çok geçiş yapılarak veri setinin aşağıdan yukarıya yaklaşımıyla taramasının yapılmasıdır (McNicholas ve Zhao, 2009: 4; Yabing, 2013: 26; Kaur ve Madan, 2015: 241; Bala ve diğerleri, 2016: 282). Algoritma sık öge kümesi özelliklerine ilişkin ön bilgileri kullanması gerçeğine dayandığı için elde ettiği bilgileri kendinden önceki adımda aldığından “prior” anlamına geldiği için “Apriori” olarak adlandırılmıştır (Gölce, 2010: 33; Sumithra ve Paul, 2010: 2).

Algoritmanın çalışma prensibine geçmeden önce bazı önemli kavramların açıklanması gerekmektedir. Verilerden elde edilen k-öge kümesi (k-itemset) k adet öğeden oluşan bir kümeyi ifade etmektedir. Yani peynir, ekmek, domates gibi üç öğeden oluşan küme 3-öge kümesi olarak adlandırılmaktadır. Kümedeki öğeler kurallarda iki parçaya ayrılmaktadır. Bunlardan ilki öncül (antecedent) olarak nitelendirilen kuralın ilk kısmıdır. Kuralın geri kalan son kısmını oluşturan bölüm de sonuç (consequent) olarak nitelendirilmektedir (Han ve Kamber, 2006: 319; Çelik ve diğerleri, 2017: 177-178). Öğeler arasındaki birliktelik kuralları kullanıcı tarafından belirlenen ve daha önceki bölümlerde bahsedilen Denklem 3 ve 4’teki destek ve güven kriterlerine (eşik-threshold) göre oluşturulmaktadır (Rao ve Gupta, 2012: 490).

Apriori Algoritması, $(k+1)$ -öge kümelerini keşfetmek için k-öge kümelerinin kullanıldığı, düzey bazında arama olarak bilinen yinelemeli bir yaklaşım kullanır. Bu algoritmada, sık alt kümeler birer birer genişletilir ve bu adım aday oluşturma süreci olarak bilinir. Daha sonra aday grupları verilere karşı test edilir. Aday öge kümelerini verimli bir şekilde saymak için Apriori, bir genişlik öncelikli arama yöntemi ve bir karma ağaç yapısı kullanır. Veri tabanında sık görülen bireysel öğeleri tanımlar ve bunları, bu öge kümeleri veri tabanında yeterince sık görüldüğü sürece daha büyük öge kümelerine genişletir. İlk olarak, her bir öge için sayım değerlerini toplamak amacıyla veri tabanı taranır ve minimum desteği karşılayan öğeler toplanarak sık 1 öge kümeleri bulunur. Bu ilk aşamada veri setindeki öğeler bireysel olarak tanımlanmaktadır. Destek eşikini karşılayan bir öge içeren küme L ile gösterilir. Daha

sonra, L_1 , L_3 'ü bulmak için kullanılan sık 2 öge kümesi olan L_2 'yi bulmak için kullanılır ve algoritma bu şekilde veri tabanı tekrar tekrar taramaktadır (Han ve Kamber, 2006: 235; Kaur ve Madan, 2015: 241; Silva ve diğerleri, 2019: 1210). Sonraki her geçişte, önceki geçişte sık olduğu tespit edilen bir dizi öge kümesiyle başlanır. Bu çekirdek küme, aday öge kümeleri (C_k) adı verilen yeni potansiyel olarak büyük öge kümeleri oluşturmak ve verilerin üzerinden geçiş sırasında bu aday öge kümeleri için gerçek desteği saymak için kullanılır. Geçişin sonunda, hangi aday öge kümelerinin gerçekten büyük (sık) olduğu belirlenir ve bir sonraki geçiş için tohum olurlar. Bu süreç, daha sık öge kümesi bulunmayana kadar devam eder (Ilayaraja ve Meyappan, 2013: 195; Sumithra ve Paul, 2010: 2; Bala ve diğerleri, 2016: 282).

Algoritma birleştirme ve budama olmak üzere iki adımdan oluşmaktadır. Algoritmanın klasik özet kodu Tablo 9'da gösterilmiştir (Agrawal ve Srikant, 1994: 489; Sumithra ve Paul, 2010: 2).

Birleştirme Adımı: Daha önce de bahsedildiği gibi algoritma ilk olarak, veri tabanını tarar ve sırayla belirlenen minimum destek kriterlerini karşılayamayan tüm öğeleri C 'den eleyerek L adlı sık öğelerin 1-öge kümesini bulur. Bir sonraki seviye öğelerini elde etmek için C_k , L_{k-1} 'in kartezyenini ($L_{k-1} * L_{k-1}$) kendi kendine birleştirme yoluyla eski sık olarak belirlenen öğeleri kullanarak birleştirir. Böylece bu aşama, önceki yinelemede elde edilen L_{k-1} 'in tek başına birleştirilmesine dayalı yeni aday k -öge kümeleri üretir. C_k , aday k -öge kümesini gösterir ve L_k , sık kullanılan k -itemset olarak hizmet eder (Agrawal ve Srikant, 1994: 489; Bala ve diğerleri, 2016: 282).

Budama Adımı: Bu adımda C_k , L_k 'nin üst kümesidir, bu nedenle C_k 'nin üyeleri sık olabilir ya da olmayabilir, ancak tüm $K-1$ sık öge kümeleri C_k 'ye dahil edilmiştir, dolayısıyla Apriori özelliğinin desteğiyle K sık öge kümelerini elde etmek için C_k 'yi budar. Böylece bu adım, Apriori özelliği aracılığıyla bazı aday k -öge kümelerini kaldırır. C_k 'deki her bir adayın sayısını elde etmek için veri tabanının taranması, L_k tablosunun veya seviyesinin belirlenmesiyle sonuçlanacaktır. Diğer bir ifadeyle, minimum destek değerinden daha az olmayan bir sayıya sahip tüm adaylar tanım gereği sıktır ve bundan dolayı L_k 'ye aittir. C_k çok büyük olabilir ve bu nedenle bu ciddi bir hesaplama gerektirebilir. C_k 'nin boyutu daraltılarak, Apriori özelliği aşağıdaki gibi kullanılır. Sık olmayan herhangi bir $(k-1)$ -öge kümesi, sık bir k -madde kümesinin bir alt kümesi olarak kullanılamaz. Bu yüzden, aday k -ögesetinin herhangi bir $(k-1)$ -alt

kümesi L_{k-1} 'de değilse, aday sık olamaz ve C_k 'den çıkarılabilir. Süreç başka yeni bir aday küme oluşturulmadıkça tekrarlanır (Agrawal ve Srikant, 1994: 489; Yabing, 2013: 25-26; Bala ve diğerleri, 2016: 282).

Tablo 9: Apriori Algoritması Birleştirme ve Budama Adımı Kodları

Birleştirme Adımı
<pre> $L_1 = \{\text{sık geçen 1-öge kümesi}\}$ for {$k=2$; $L_{k-1} \neq \emptyset$; $k++$} do begin $C_k = \text{apriori-gen}(L_{k-1})$; // Yeni adaylar forall transactions –hareketler $t \in D$ do begin $C_t = \text{subsets}(C_k, t)$; // Adaylar t içindedir forall candidates – adaylar $c \in C_t$ do $c.\text{count}++$; end $K = \{c \in C_k \mid c.\text{count} \geq \text{minsup}\}$ end Answer = $\bigcup_k L_k$; </pre>
Budama Adımı
<pre> insert into C_k select $p.\text{itemsets}_1, p.\text{itemsets}_2, \dots, p.\text{itemsets}_{k-1}, p.\text{itemset}_{k-1}$ from $L_{k-1}p, L_{k-1}q$ where $p.\text{item}_1 = q.\text{item}_1, \dots, p.\text{item}_{k-2} = q.\text{item}_{k-2}$ $p.\text{item}_{k-1} < q.\text{item}_{k-1}$; forall itemsets $c \in C_k$ do forall $(k-1)$-subsets s of c do if ($s \notin L_{k-1}$) then delete c from C_k </pre>

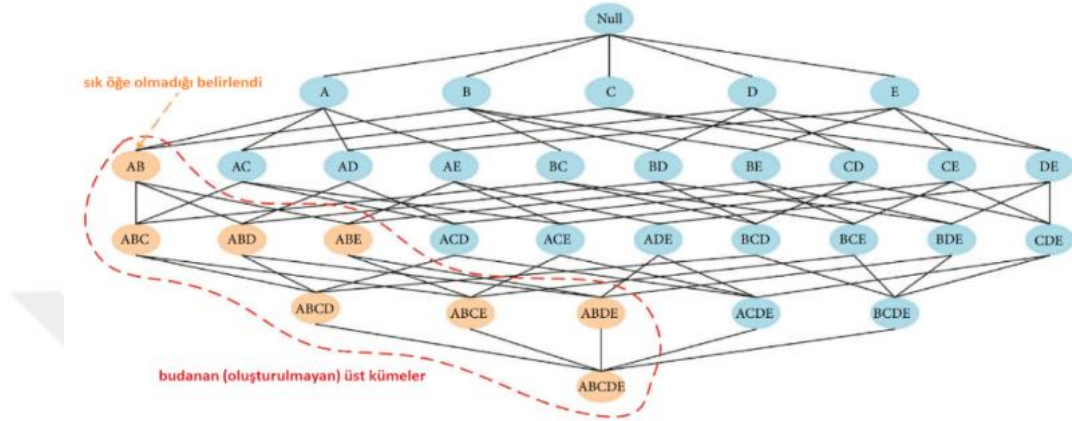
Kaynak: Agrawal ve Srikant, 1994: 489.

Bu adımların algoritma tarafından nasıl uygulandığı Şekil 8’de gösterilmiştir. Algoritma tekrarlayarak sık öğeleri bulmuştur. Budama aşamasında ise {AB} kümesi belirlenen minimum destek eşiğini geçemediği için sık öge olmayan bir küme olarak belirlenmiştir. Bu yüzden bu kümenin dahil olduğu taralı alan içerisindeki turuncu renkteki bütün üst kümeler de budanarak sık öge kümesi olmaktan çıkarılmıştır. Geriye kalan mavi renkteki kümeler ise minimum destek eşiğini sağlayan sık öge kümeleri olarak belirlenmiştir (Li ve Liu, 2022: 3).

Apriori Algoritması’nın en önemli avantajları; uygulamasının ve anlaşılmasının kolay olması ve algoritmanın başlangıç aşamasında oldukça hızlı çalışmasıdır. Ancak özellikle kullanılacak veri seti çok büyük ve minimum destek değeri çok düşük belirlenir ise algoritma yapısı gereği birden çok tarama yapacağı için daha fazla zaman ve bellek alanı gerektirmesi de algoritmanın dezavantajları olarak

sayılabilir (Kumbhare ve Chobe, 2014: 929; Kaur ve Madan, 2015: 241; Yuan, 2017: 080005-2).

Şekil 8: Apriori Algoritması'nın Oluşturduğu Örnek Bir Uygulama



Kaynak: Li ve Liu, 2022: 4.

Apriori Algoritması ile elde edilecek birliktelik kurallarının daha iyi anlaşılması için bir örnek üzerinden açıklamak faydalı olacaktır. Online bir müzik ve kitap mağazasından 100000 işlemlik bir evrenden rastgele seçilen 9 işlemlik Tablo 10'da gösterilen alışverişleri (D veri tabanı) seçelim (Tudor, 2008: 51-55). Minimum destek değeri %20 ve minimum güven değeri %60 olarak belirlensin. Birliktelik kuralları, minimum destek ve minimum güven olmak üzere iki parametre kullanılarak oluşturulacaktır.

Tablo 10: İşlemleri İçeren Bir Veri Tabanı Örneği

İşlemler	Öğeler
Müşteri 1	KİTAP, CD, VIDEO
Müşteri 2	CD, OYUN
Müşteri 3	CD, DVD
Müşteri 4	KİTAP, CD, OYUN
Müşteri 5	KİTAP, DVD
Müşteri 6	CD, DVD
Müşteri 7	KİTAP, DVD
Müşteri 8	KİTAP, CD, DVD, VIDEO
Müşteri 9	KİTAP, CD, DVD

Kaynak: Tudor, 2008: 51.

Apriori algoritması, her öge destek sayısı için bir veri kümesindeki tüm işlemleri analiz eder. Destek sayısı gereken minimum destek sayısından daha az olan herhangi bir öge, aday ögeler havuzundan çıkarılır. İlk adım 1 öge kümeli sık modeli oluşturmaktır. Veri tabanından elde edilen sonuçlar Tablo 11’de gösterilmiştir. Birliktelik kuralı oluşturma sürecinin başlangıcında, ögelerin her biri bir dizi birinci aday öge kümesinin üyesidir. Öge kümesindeki her aday ögenin destek sayısı hesaplanır ve destek sayısı gerekli minimum destek sayısından daha az olan ögeler aday olarak çıkarılır. Öge kümesindeki kalan aday ögeler, her biri iki öge veya üyeden oluşan ikinci aday öge kümelerini oluşturmak için birleştirilir. Tablo 11’de de görüleceği üzere bütün öge kümeleri destek sayısı ya da değerinin üzerinde olduğu için ikinci aşamaya herhangi bir öge kümesi elenmeden geçilecektir.

Tablo 11: Öge Kümeleri ve Destek Sayıları

Öge Kümeleri (C ₁)	Destek Sayısı	Minimum Destek Sayısı	Minimum Destek Değerini Karşılıyan Öge Kümeleri (L ₁)
{KİTAP}	6	9*(%20)= 1.8	{KİTAP}
{CD}	7		{CD}
{VIDEO}	2		{VIDEO}
{OYUN}	2		{OYUN}
{DVD}	6		{DVD}

Kaynak: Tudor, 2008: 51.

İkinci adım da 2 ögeli sık modellerin oluşturulmaktadır. Bir birleştirme işleminden sonra L₁ matrisi, C₂ matrisi için ögeleri sağlar. Sonraki adım, sık 2 öge kümesi L₂'yi keşfetmektir ve algoritma, 2 öge kümesinden oluşan bir aday kümesi (C₂) oluşturmak için L₁ Join L₁ prosedürünü kullanır. D'deki işlemler taranır ve C₂'deki her aday öge kümesi için destek sayısı toplanır. Daha sonra, C₂'deki minimum desteğe sahip aday 2 öge kümelerinden oluşan, sık görülen 2 öge kümesi L₂ belirlenir. Başka bir ifade ile veri tabanındaki her iki üye öge kümesinin destek sayısı hesaplanır ve minimum destek sayısından daha büyük veya buna eşit bir destek sayısıyla oluşan 2 üye öge kümesi, üçüncü aday öge kümelerini oluşturmak için kullanılır. Birinci ve ikinci adım, dördüncü ve beşinci aday öge kümelerini oluşturmak için tekrarlanır, bu işlemi durdurmak için kullanılan ölçüt, tüm öge kümelerinin destek sayısının değeridir (minimum destek sayısına sahip olması). Örnek uygulamamızda oluşturulan 2 öge kümeleri ve destek sayıları Tablo 12’de görülebilir.

Tablo 12: İki Öğe Kümeleri, Destek Sayıları ve Koşulları Sağlayan Öğe Kümeleri

Aday Öğe Kümeleri (C ₂)	Destek Sayısı	Minimum Destek Sayısı	Minimum Destek Değerini Karşılıyan Öğe Kümeleri (L ₂)
{KİTAP,CD}	4	9*(%20)= 1.8	{KİTAP, CD} {KİTAP,VIDEO} {KİTAP,DVD} {CD,VIDEO} {CD,OYUN} {CD,DVD} {VIDEO, OYUN} {VIDEO,DVD} {OYUN,DVD}
{KİTAP,VIDEO}	2		
{KİTAP, OYUN}	1		
{KİTAP,DVD}	4		
{CD,VIDEO}	2		
{CD,OYUN}	2		
{CD,DVD}	4		
{VIDEO, OYUN}	0		
{VIDEO,DVD}	1		
{OYUN,DVD}	0		

Kaynak: Tudor, 2008: 52.

Bir sonraki adım, 3 öğeli sık örüntü oluşturulmasından oluşur. Aday 3-öğe kümeleri kümesinin oluşturulması (C₃) Apriori özelliğinin kullanımını da içerir. İkinci adıma benzer şekilde C₃'ü bulmak için bir L₂ Join L₂ prosedürü kullanılır. Birleştirme adımı tamamlandıktan sonra ise C₃'ün boyutunu azaltmak için budama adımı kullanılır. Budama adımı, büyük C_k nedeniyle ağır hesaplamalardan kaçınmaya yardımcı olur. Bir sık öğe kümesinin tüm alt kümelerinin de sık olması gerektiği Apriori özelliğine dayanarak, son dört adayın muhtemelen sık olamayacağını belirleyebiliriz. Bu örneği göz önünde bulundurarak {KİTAP, CD, VIDEO} alalım. Bunun 2 maddelik alt kümeleri {KİTAP, CD}, {KİTAP, VIDEO} ve {CD, VIDEO}'dur. {KİTAP, CD, VIDEO} öğesinin 2 öğeli alt kümelerinin tümü L₂'nin üyeleri olduğundan, {KİTAP, CD, VIDEO} ögesini C₃'te tutulur. Ardından D'deki işlemler, C₃'teki minimum desteğe sahip olan bu aday 3 öğe kümelerinden oluşan L₃'ü belirlemek için taranır. Bahsedilen üç öğe kümelerini oluşturma adımları Tablo 13'te görülebilir.

Dördüncü adımda, 4 öğeli sık kümelerin oluşturulması için algoritma C₄'ü oluşturmak için L₃ JoinL₃ prosedürünü kullanır. Birleştirme sonucu bir aday küme oluşsa da ({KİTAP, CD, VIDEO, DVD}), bu öğe kümesinin, {CD, VIDEO, DVD} alt kümesi L₂'de sık görülmediği için budanır. Böylece, C₄= ∅ olur ve Apriori algoritması sık kullanılan öğelerin tümünü bularak tamamlanır.

Tablo 13: Üç Öğe Kümeleri, Destek Sayıları ve Koşulları Sağlayan Öğe Kümeleri

Aday Öğe Kümeleri (C ₃)	Destek Sayısı	Minimum Destek Sayısı	Minimum Destek Değerini Karşıllayan Öğe Kümeleri (L ₃)
{KİTAP, CD, VIDEO}	2	9*(%20)= 1.8	{KİTAP, CD, VIDEO} {KİTAP, CD, DVD}
{KİTAP, CD, DVD}	2		
{KİTAP, CD, OYUN}	Budandı		
{CD, VIDEO, OYUN}	Budandı		
{CD, OYUN, DVD}	Budandı		
{CD, DVD, VIDEO}	Budandı		

Kaynak: Tudor, 2008: 54.

Minimum destekten daha büyük bir destekle oluşturulan tüm aday öğe kümeleri, sık görülen bir öğe kümeleri kümesi oluşturur. Bu sık öğe kümeleri, hem minimum desteğin hem de minimum güvenin sağlandığı güçlü birliktelik kuralları oluşturmak için kullanılır.

Son adım ise, sık kullanılan öğe kümelerinden birliktelik kurallarını sağlamaktır. Prosedür şunlardan oluşur:

- Her sık öğe kümesi “l” için, l'nin tüm boş olmayan alt kümelerini oluşturun;
- l'nin boş olmayan her s alt kümesi için, $\text{support_count}(l) / \text{support_count}(s) \geq \text{min_conf}$ ise “s (l-s)” kuralını çıkartın (min_conf minimum güven eşiğidir ya da değeridir).

Verilen örnek için, $L = \{\{KİTAP\}, \{CD\}, \{VIDEO\}, \{OYUN\}, \{DVD\}, \{KİTAP, CD\}, \{KİTAP, VIDEO\}, \{KİTAP, DVD\}, \{CD, VIDEO\}, \{CD, OYUN\}, \{CD, DVD\}, \{KİTAP, CD, VIDEO\}, \{KİTAP, CD, DVD\}\}$.

Örnek olarak bir 3 öğe kümesi seçecek olursak, $L = \{KİTAP, CD, VIDEO\}$. Bu öğe kümesinin tüm boş olmayan alt kümeleri $\{KİTAP, VIDEO\}, \{KİTAP, CD\}, \{CD, VIDEO\}, \{KİTAP\}, \{VIDEO\}, \{CD\}$ 'dir.

%60 olarak belirlenen minimum güven değeri (eşiği) ile ortaya çıkan birliktelik kuralları ve güven değerleri Tablo 14'te listelenmiştir. Bu 3 öğe kümesi için toplam üç adet güçlü birliktelik kuralı çıkmıştır. Örneğin R1 kuralını yorumlamak gerekirse, kitap ve video alan bir kişi %100 olasılıkla CD de almaktadır.

Tablo 14: Oluşturulan Birliktelik Kuralları ve Güven Değerleri

Kural No	Önce Gelen (antecedent)	Sonuç (consequent)	Güven Değeri	Kurallın seçimesi/seçilmemesi
R1	KİTAP ve VIDEO	CD	2/2= %100	Seçildi
R2	VIDEO ve CD	KİTAP	2/2= %100	Seçildi
R3	KİTAP ve CD	VIDEO	2/4= %50	Seçilmedi
R4	KİTAP	VIDEO ve CD	2/6= %33	Seçilmedi
R5	VIDEO	KİTAP ve CD	2/2= %100	Seçildi
R6	CD	KİTAP ve VIDEO	2/7= %28	Seçilmedi

Kaynak: Tudor, 2008: 54.

3.2.4.2. Lojistik Regresyon

Bir önceki bölümde de bahsedildiği gibi regresyon bir veya birden çok bağımsız değişkenin bir bağımlı değişken üzerine etkisini inceleyen bir analiz yöntemidir. Regresyon analizlerinde kullanılan değişkenler nicel yani sürekli değişkenlerdir. Ancak gerçek dünyada karşılaşılan sorunların ya da yapılan araştırmalarda analize konu olan değişkenler nitel değişkenler olabilmektedir. Buna örnek olarak cinsiyet, göz rengi, eğitim durumu, karşılığı evet ya da hayır, var ya da yok olan değişkenler (bir bireyin ya da durumun riskli olup olmaması, havanın yağışlı olup olmaması vb.) verilebilir. Değişkenler kategorik olduğunda ölçülmek ya da açıklanmak istenen durum Doğrusal Regresyon analiz yöntemleriyle çözülememektedir. Lojistik Regresyon (LR) da regresyona benzer yapıda bir analizle bağımlı değişkenin iki ya da daha fazla kategoriye sahip bir değişken olması durumunda kullanılmak için geliştirilmiş bir yöntemdir. Bu yöntem hem her bir bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerine etkisini ölçmekte hem de veri madenciliğinde sınıflandırma ve tahminleme yöntemlerden biri olarak kullanılmaktadır (Aykaç Alp, 2019: 145-146). Bunun yanı sıra bağımsız değişkenlerin önem derecelerini tespit etmek, değişken değerleri arasındaki etkileşimi analiz etmek ve bağımlı değişkenin ya da sonucun 1'e eşit olma olasılığını hesaplamak için de kullanılmaktadır (Garson, 2014: 73; Hilbe, 2016; Çakır, 2019: 110).

LR, Doğrusal Regresyon üzerinden geliştirilmiş olmasına karşın, tahminleme ve değerlendirmede kullanılan yöntemler açısından değerlendirildiğinde iki yöntem arasında farklılıklar bulunmaktadır. (Abdulhafedh, 2022: 8). Ayrıca Doğrusal Regresyon'da aranan normal dağılıma uyma, doğrusallık, eş varyanslık gibi

varsayımlar LR’de aranmamaktadır (Tabachnick ve Fidell, 2007: 437). Bu avantajlarından dolayı LR araştırmacılar tarafından tıp, biyoloji, sağlık bilimleri, tarım, ekonomi, sosyal bilimler gibi birçok alanda sıklıkla kullanılan yöntemlerden biri olmuştur (Güner, 2014: 69).

3.2.4.2.1. Lojistik Regresyon Modelleri

Kategori sayısı, kategorilerin sıralı olup olmama durumu gibi bağımlı değişkene ait yapılar LR analizlerinde oldukça önemlidir. Bu yüzden LR modellerinin sınıflandırmasında da bağımlı değişkene göre yapılmakta ve bağımlı değişkenin sahip olduğu yapıya göre “İkili (Binary) Lojistik Regresyon Modeli”, “Çok Kategorili (Multinomial) Lojistik Regresyon Modeli” ve “Sıralı (Ordinal) Lojistik Regresyon Modeli” olmak üzere üç sınıfa ayrılmaktadır (Şenel ve Alatl, 2014: 36; Davidson ve MacKinnon, 2021: 451). Bu modellerde kullanılan gruplama stratejisi ve ki-kare referans dağılımı için serbestlik dereceleri gibi farklılıklardan dolayı analiz yöntemlerinde de farklılıklar bulunmaktadır (Fagerland ve Hosmer, 2017: 671).

Bağımlı değişkenin sadece iki kategoriye ya da duruma sahip olduğu “dichotomous” olarak da nitelendirilen durumlarda kullanılan model İkili Lojistik Regresyon modelidir (Warner, 2008: 169; Balaban ve Kartal, 2018: 74). Bağımlı değişkende analiz edilen olgu 1 değeri alırken diğer durumda 0 değeri almaktadır. Bu yüzden İkili Lojistik Regresyon analizinde bağımlı değişken kategorilerinin analizde 0 ve 1 olarak kodlanması esastır (Çokluk, 2010: 1401). Örneğin, bir geminin kaza yapmaması durumu 0, kaza yapması ise 1 olarak kodlanabilir. Doğrusal Regresyondaki değer tahmini yerine bağımsız değişkenler aracılığıyla bir olgunun hangi gruba (0 ya da 1) ait olduğu olasılık üzerinden belirlenir (Aykaç Alp, 2019: 150).

Çok Kategorili Lojistik Regresyon Modeli’nde ise İkili Lojistik Regresyon Modeli’ndeki bağımlı değişkenin iki kategoriye sahip olmasının aksine bağımlı değişkenin ikiden daha çok ve sırasız kategori tarafından açıklandığı durumlarda kullanılır (Aykaç Alp, 2019: 151). Örneğin, bir kişinin medeni durumunun “evli”, “bekar” ve “boşanmış” olarak kategorilendirilmesi ve bağımlı değişken medeni durum olması durumunda yapılacak analizde Çok Kategorili Lojistik Regresyon Model

kullanılır (Şener ve Alatlı, 2014: 36). Bağımlı değişkendeki bu kategoriler gerçekten ayrık, çok değişkenli ve sırasızdır (Kwak ve Clayton-Matthews, 2002: 405).

Sıralı Lojistik Regresyon Modeli ise aynı Çok Kategorili Lojistik Regresyon Modeli gibi ikiden çok kategori içermekte bununla birlikte bu kategorilerin de büyükten küçüğe, azdan çoğa, likert ölçeği gibi herhangi bir şekilde sıralanabilir olması durumunda uygulanan bir yöntemdir (Balaban ve Kartal, 2018: 74). Sıralı kategoriler, ayrı uç noktalardan oluşan bir hiyerarşi belirtilerek oluşturulur (Frank, 2015: 311).

3.2.4.2.2. Lojistik Regresyon Modeli'nin İnşası

Bu bölümde bu araştırma kapsamında da kullanılan İkili Lojistik Regresyon Modeli'nin kapsamlı analizi yapılmıştır. Daha önceki bölümlerde de bahsedildiği gibi LR ile Doğrusal Regresyon arasındaki ilk fark, sonuç ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin doğasıyla ilgilidir. Birçok regresyon probleminde anahtar nicelik, sonuç değişkeninin ortalama değeridir. Bu nicelik "koşullu ortalama" olarak adlandırılır ve Y'nin sonuç değişkenini ve x'in bağımsız değişkenin bir değerini gösterdiği $E(Y|x)$ olarak ifade edilir. $E(Y|x)$ miktarı "x değeri verildiğinde Y'nin beklenen değeri" olarak okunur. Doğrusal Regresyon'da, bu ortalamanın x'te doğrusal bir denklem olarak ifade edilebileceğini varsayılır. Doğrusal Regresyon'un koşullu ortalaması Denklem 6'daki gibi gösterilir (Hosmer ve Lemeshow, 2000: 4-5);

$$E(Y|x) = \beta_0 + \beta_1 x \quad (6)$$

Bu denkleme göre $-\infty$ ve $+\infty$ arasında değer alabilen x'ten dolayı $E(Y|x)$ 'te herhangi bir sayısal değere sahip olabilir. Bağımlı değişken iki kategoriye sahip olduğu için koşullu ortalama sıfırdan büyük veya sıfıra eşit ve 1'den küçük veya ona eşit olmalıdır (Hosmer ve Lemeshow, 2000: 5). Diğer bir ifadeyle 0 ve 1 değerlerini alan iki kategorili bağımlı değişkenlerin bağımsız değişken/ler ile açıklanması durumunda $0 \leq E(Y|x) \leq 1$ şartının sağlanması için geliştirilen bir modeldir (Aykaç Alp, 2019: 151). Bu şartı sağlamak için ise sınırları kaldırmaya yönelik bazı işlemlerin yapılması gerekmektedir. Üstünlük (odds) değeri olarak nitelendirilen değere dönüştürülen

olasılıkta üst sınır kaldırılmış olur. Ardından logaritması alınan üstünlük (odds) değerinin alt sınırı da artık ortadan kalkar. Bu işlemlerin sonrasında elde edilen sonuç bağımsız değişkenlere ait doğrusal fonksiyonla eşitlendiğinde ise lojit model olarak adlandırılan model elde edilmiş olur (Allison, 2012: 13; Çakır, 2019: 111). Denklemin daha rahat anlaşılması için $E(Y|x) = \pi(x)$ olarak alırsak $\pi(x)$ 'e ait lojit model dönüşümü Denklem 7'deki gibi olacaktır;

$$g(x) = \ln \left[\frac{\pi(x)}{1-\pi(x)} \right] = \beta_0 + \beta_1 x \quad (7)$$

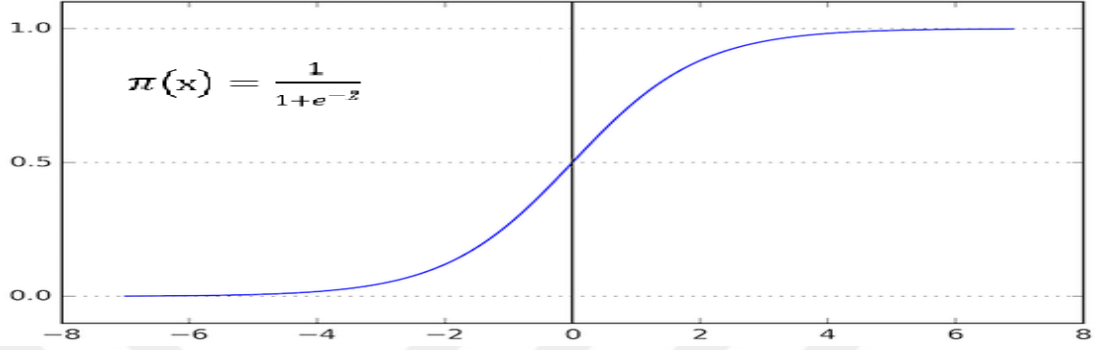
Denklemdaki $\pi(x)$ değeri bir olayın gerçekleşme olasılığını temsil eder, payda kısmı ise bir olayın gerçekleşmeme olasılığına eşittir ($1-\pi(x)$). Bir deniz kazasının gerçekleşme olasılığı yani $\pi(x)$ 'i 0.1 ise kazanın gerçekleşmeme olasılığı ($1-\pi(x)$) 0.9 olacaktır. Bu durumun üstünlüğü (odds) ise $\pi(x)/1-\pi(x)$ eşitliğine göre 0.1/0.9 yani 0.11 olarak hesaplanır. Olasılık ile üstünlük (odds) arasındaki ilişki incelenecek olursa üstünlüğü (odds) 1'in altında olduğu durumlarda olayın gerçekleşme olasılığı 0.5'in altındadır ve lojit değeri negatif olmaktadır, tam aksine üstünlük (odds) 1'in üstündeyse olayın gerçekleşme olasılığı 0.5'in üzerinde ve lojit değeri pozitif değer almaktadır. Eğer bir olayın gerçekleşme olasılığı ile gerçekleşmeme olasılığı eşit yani her iki değer de 0.5 ise üstünlük (odds) değeri 1'e eşit olur. Olasılıktaki gibi üstünlüğün (odds) alt sınırı 0 olmasına karşın üst sınırı bulunmamaktadır (Hair ve diğerleri, 2013: 321; Balaban ve Kartal, 2018: 75). Bir olayın üstünlük (odds) değerini O olarak alınırsa, olasılık ve üstünlük arasındaki ilişki Denklem 8'deki gibi gösterilir;

$$O = \frac{\pi(x)}{1-\pi(x)} \quad \text{ve} \quad \pi(x) = \frac{O}{1+O} \quad (8)$$

Bu bilgiler doğrultusunda verilen bir x değerine karşılık Y'nin gerçekleşme olasılığını ($\pi(x)$) tahminlemede kullanılan sigmoid fonksiyon olarak nitelendirilen lojistik fonksiyon Denklem 9'daki gibi gösterilir. Ayrıca $z = \beta_0 + \beta_1 x$ olarak alınırsa, lojistik fonksiyona ait grafik de Şekil 9'da gösterilmiştir.

$$\pi(x) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 x}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 x}} = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 x)}} \quad (9)$$

Şekil 9: Lojistik Fonksiyon



Kaynak: Sharma, 2017.

Şekil 9’da da görüldüğü üzere lojistik fonksiyonun çizimi S şekline veya sigmoid bir eğriye benzetilebilir. Bu lojistik eğri yavaş, doğrusal bir büyüme ile başlar, ardından üstel büyüme izler ve daha sonra tekrar sabit bir hızla yavaşlar. Bağımsız x değişkeninin $-\infty$ ve $+\infty$ arasında almış olduğu değerler doğrultusunda $\pi(x)$ 0 ile 1 arasında değerlere sahip olmaktadır. Lojistik fonksiyon değerinin 0.5 ve üzerinde olması halinde 1’e yaklaştığı, tersi durumda ise 0’a yaklaştığı varsayılmaktadır. Böylelikle sınıf değerinin 1’e yakınsama olasılığı tespit edilmektedir. Değer 1’e yaklaştıkça Y ’nin meydana gelme ihtimali artmakta, 0’a yaklaşma durumunda ise tam tersi yani Y ’nin meydana gelme ihtimali azalmaktadır. Denklem 9’da e değeri doğal logaritmayı, β_0 regresyonun sabit katsayısını, β_1 ise x bağımsız değişkeninin katsayısını ifade etmektedir. β_0 ve β_1 katsayıları lojistik kesişimi ve kesişimi belirler. $\pi(x)$ ’e ait fonksiyonda tek bağımsız değişken olabileceği gibi iki ve daha fazla değişkene de sahip olabilmektedir. Bu durumda da çok değişkenli bir LR denklemi oluşmaktadır. LR’deki katsayıların değerleri bilinmediği için bunların değerlerini tespit etmeye yönelik bazı hesaplamaların yapılması gerekmektedir. Doğrusal Regresyon’da kullanılan *en küçük kareler (least squares)* yaklaşımına karşın LR’de en büyük olabilirlik (maximum likelihood estimation) en sık kullanılan yöntemdir. Bu yöntem parametre tahminleri verilen verileri yeniden üretme olasılığını en üst düzeye çıkarmak için tasarlanmıştır. Veriler ikili sonuç için 0 veya 1 kodlama, sürekli tahmin ediciler için sürekli değerler ve kategorik tahmin ediciler için dummy kodlamalar

yapılarak analize girmektedir. En büyük olabilirlik yaklaşımının diğer istatistiksel modeller gibi LR modellerinde de yaygın olarak kullanılmasının nedeni bu tahmin edicinin büyük örneklerde iyi sonuçlara ve tutarlılığa sahip olmasıdır (Peng ve diğerleri, 2002: 5; Allison, 2012: 20; Park, 2013: 155; Çelik ve diğerleri, 2017: 86; Balaban ve Kartal, 2018: 75).

3.2.4.3. Naive Bayes Sınıflayıcılar

Naive Bayes algoritmaları, Bayes Teoremi'ni kullanarak bir dizi koşulu verilen bir sonucun olasılığını belirleyen güçlü ve eğitilmesi kolay bir sınıflandırıcılar ailesidir. Bu dinamik, sorgunun ölçülebilir niceliklerin bir fonksiyonu olarak ifade edilebilmesi için (nedenlerle ilişkili olan) koşullu olasılıkların tersine çevrilmesine dayanır. Bu durum koşullu olasılıkların hesaplanmasında büyük kolaylık getirir. Ayrıca kök değişkenler hedef düğümün ebeveyni olarak tanımlanırsa, ilgili Koşullu Olasılık Tabloları'nın (Conditional Probability Tables-CPT) boyutu çok büyük olmaktadır (Likun ve Zaili, 2018: 280; Liu ve diğerleri, 2021: 12). Naive Bayes algoritmaları çok amaçlı sınıflandırıcılardır ve birçok farklı bağlamda uygulamaları bulunmaktadır. Bununla birlikte, özellikle bir sınıfın olasılığının bazı nedensel faktörlerin olasılıkları tarafından belirlendiği tüm durumlarda performansları oldukça iyidir (Bonaccorso, 2018: 185).

Bu bölümde öncelikle Naive Bayes Sınıflayıcıların dayandığı temeller olan koşullu olasılık, Bayes Teoremi ve Bayes Ağları hakkında bilgi verildikten sonra bu sınıflayıcıların türlerinden bahsedilmiştir.

Olasılık bir olayın ortaya çıkma şansı ya da belirsizliğin ölçüsü olarak tanımlanabilir. Rassal olaylara yönelik kuralların matematiksel yöntemlerle bilimsel olarak incelenmesi olasılık teorisinin kapsamındadır. Olasılıkla ilgili hesaplamalar çeşitli şekillerde yapılabilir. Temel olarak üç sınıfa ayrılan bu hesaplama yöntemlerinden ilki klasik olasılık yaklaşımıdır. Bu yaklaşım kesinliği olan ve herhangi bir deney, gözlem gerektirmeyen durumlarda söz konusudur. Tesadüfi olarak yapılan deneylerin bağımsız olacağı varsayımına dayanır. Olasılık değeri istenen birimlerin toplam birime bölünmesiyle elde edilir. Zar atışı ya da iskambil kağıdından istenilen bir değerin elde edilmesi klasik olasılığa örnek olarak verilebilir. İkinci

olasılık hesaplama yöntemi olan deneysel olasılık varsayımı ise sonuçların sayısının belli olmadığı durumlarda olasılığın tespit edilebilmesi için gözlem yapılması mümkünse bu şekilde veriler toplayarak olasılığın hesaplamaya dayanmaktadır. Klasik olasılıktan farkı gözlemlenen ya da ölçülen her bir olayın sonucunun ya da olasılığının bilinmemesidir. Son varsayım olan sübjektif olasılıkta ise hem klasik yaklaşım hem de sübjektif yaklaşımda olasılık hesaplama yöntemleri ile veri sağlanamıyorsa yani olayların sonuçlarının olasılığı bilinmiyor ve bunun için de gözlem yapılamıyorsa bu olasılıkların hesaplanması için konu ile ilgili alanda uzman kişilerin deneyimlerine dayanarak olasılıklar tespit edilmesidir. Koşullu olasılık ise bir olayın gerçekleşme durumunun bazı koşullara bağlı olması durumunda karşımıza çıkmaktadır. Yani B gibi bir olayın gerçekleştiği bilindiği durumda A olayının gerçekleşme olasılığının bulunmasıyla ilgilidir. Burada A ve B olayları bağdaşan iki olay olur ($A \cap B \neq \emptyset$). A ve B olaylarının S örneklem uzayında tanımlanan iki olay olması ve $P(B) > 0$ varsayımları ile birlikte B olayının gerçekleştiği bilindiği durumlarda A olayının gerçekleşme olasılığı yani koşullu olasılığı Denklem 10'daki gibi gösterilmektedir (Harrington, 2012: 62-64; Sevimli Saitoğlu, 2019: 39-43);

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)} \quad (10)$$

Bu olayın tam tersi yani A olayı gerçekleştiği varsayıldığında B'nin gerçekleşme olasılığı da Denklem 11'deki gibi olacaktır.

$$P(B|A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)} \quad (11)$$

Bu iki denklem $P(A \cap B)$ değeri aracılığıyla eşitlenir ve Denklem 12 elde edilir.

$$P(A|B).P(B) = P(B|A).P(A) \quad (12)$$

Bayes teoremi ise olasılıkların yeniden incelenmesine ilişkin bir teoremdir. Koşullu olasılığın genelleştirilmiş bir hali olarak tanımlanabilecek bu teorem, inançları güncellemek için yeni kanıtların (bilgi) nasıl kullanılabileceğini ilk kez

gösteren İngiliz istatistikçi ve filozof Thomas Bayes (1701-1761) tarafından geliştirilmiş ve onun adını almıştır. Ardından Bayes teoreminin geleneksel formülasyonunu 1812 yılında Fransız matematikçi Pierre-Simon Laplace (1749-1827) tarafından daha da geliştirilmiştir. Yeni bilgilerin olasılıklara dahil edilmesiyle, koşullu olasılıkların kullanılması bu teoremi meydana getirmiştir. Yani bir olayın gerçekleşme olasılığına ilişkin öncül olasılıkların yeni bilgilerle güncellenerek soncul olasılıkların bulunmasını sağlayan bir teoremdir. Koşullu olasılıkların kullanılması da yeni ve farklı uygulamaların yapılabilmesi sağlamıştır. Bir felsefi akıma da dönüşen bu teorem subjektivist olasılık düşünürleri için yeni kanıtlar ile olasılık değeri hakkında sübjektif inanışların güncellenmesini sağlayan sonsal bir yaklaşımdır. Bayes teoremi başta istatistiksel olasılık hesaplama testleri ve makine öğrenmesi algoritmalarında olmakla birlikte bilim, sağlık, teknoloji, mühendislik, sosyal bilimler gibi hemen hemen bütün alanlarda belirsizliğin tespit edilmesinde kullanılmaktadır. (Akıncı ve diğerleri, 2014: 6; Josang, 2016: 136; Yüksel ve diğerleri, 2018: 56; Sevimli Saitoğlu, 2019: 45).

Bir rassal değişkenin olasılık dağılımı içinde koşullu olasılıkları ve marjinal olasılıkları arasındaki ilişkiyi gösteren Bayes teoreminin denklemi aşağıdaki adımlardan geçilerek elde edilmektedir. X bir veri demeti olarak varsayalım. Bayes teoreminde X , "kanıt" olarak kabul edilir. Bir dizi n nitelik üzerinde yapılan ölçümlerle tanımlanır. H , veri demeti X 'in belirli bir C sınıfına ait olduğu gibi bir hipotez olarak kabul edilsin. Sınıflandırma problemleri için, H hipotezinin "kanıt" veya gözlenen X veri demeti verildiğinde meydana gelme olasılığı olan $P(H|X)$ belirlenmek istenilmektedir. Başka bir deyişle, X 'in öznelite tanımlı bilindiğine göre, X kümesinin C sınıfına ait olma olasılığı aranmaktadır. $P(H|X)$, X üzerinde koşullandırılmış H 'nin sonsal olasılığı veya bir posteriori olasılığıdır. Örneğin, veri demetleri dünyamızın sırasıyla yaş ve gelir özellikleriyle tanımlanan müşterilerle sınırlı olduğunu ve X 'in 40000 \$ geliri olan 35 yaşında bir müşteri olduğunu varsayalım. H 'yi müşterinin bir bilgisayar alacağı hipotezi olduğunu varsayalım. O halde $P(H|X)$, müşterinin yaşını ve gelirini bildiğimize göre X müşterisinin bir bilgisayar satın alma olasılığını yansıtır. Buna karşılık, $P(H)$, H 'nin öncül olasılığı veya apriori olasılığıdır. Örneğimiz için, bu, yaş, gelir veya önemli bilgilerinin ne olursa olsun, herhangi bir müşterinin bir bilgisayar satın alma olasılığıdır. Sonsal olasılık, $P(H|X)$, X 'ten bağımsız olan önceki

olasılık olan $P(H)$ 'den daha fazla bilgiye (örneğin müşteri bilgileri) dayanır. Benzer şekilde, $P(X|H)$, H 'ye bağlı olarak X 'in sonsal olasılığıdır. Yani, bir X müşterisinin 35 yaşında olması ve müşterinin bir bilgisayar satın alacağını bildiğimize göre 40000 \$ kazanması olasılığıdır. $P(X)$, X 'in önceki olasılığıdır. Örneğimizi kullanarak, müşteri grubumuzdan bir kişinin 35 yaşında olması ve 40000 \$ kazanması olasılığıdır. Bu olasılığın tahmin edilmesinde Denklem 13'teki görüleceği üzere $P(H)$, $P(X|H)$ ve $P(X)$ verilerinden faydalanılmaktadır. Bayes teoremi sonsal olasılığı ($P(H|X)$), $P(H)$, $P(X|H)$ ve $P(X)$ 'den hesaplamanın bir yolunu sağladığı için kullanışlı bir teoremdir (Han ve Kamber, 2006: 310-311).

$$P(H|X) = \frac{P(X|H) P(H)}{P(X)} \quad (13)$$

Bu formül birbirinden ayrık n olayla ($H_1, H_2, H_3, \dots, H_n$) ile ve $P(H_i) \neq 0$ koşulu ($1 \leq i \leq n$) ile Denklem 14'teki gibi genişletilebilir (Neapolitan, 2004: 12).

$$P(H_i|X) = \frac{P(X|H_i) P(H_i)}{P(X|H_1)P(H_1)+P(X|H_2)P(H_2)+ \dots + P(X|H_n)P(H_n)} \quad (14)$$

İnanç ağı olarak da adlandırılan Bayes Ağları (Bayesian Networks-BN), belirsizlik bilgisi temsili ve muhakeme sorunları için güçlü bir teorik model sağlar ve eksik verileri işleyebilen ve belirsiz bilgilerden yargılarda bulunabilen etkili bir araçtır. BN, olasılıklı bir ağ model olup muhakeme ve öğrenme sürecini yürütmek için yön verilmiş döngüsel olmayan grafiklerle (directed acyclic graph-DAG) kurallar kullanmaktadır. BN fonksiyonları kullanılarak tahmin, sınıflandırma vb. birçok görev gerçekleştirilebilmektedir (Zou ve Yue, 2017: 3). Bu yöntem; kaza analizi, emniyet ya da güvenlik değerlendirmesi, risk tahmini, tıbbi teşhis ve karar verme gibi çeşitli problemler için modeller oluşturmada yaygın ve başarılı bir şekilde kullanılmaktadır.

BN teorisindeki temel tanımlara değinilecek olursa, ağ düğümleri araştırmadaki ilgili zaman, koşul veya olay gibi değişkenlerdir. Aynı anda ağdaki her düğümün koşullu olasılığı hesaplanabilir. Yönlendirilmiş bağlantılar ise ağ düğümleri arasında olası bir ilişkiyi gösterir. İlişkili olan düğümlerden okun çıktığı düğüm ebeveyn (parent) düğüm olarak nitelendirilirken, okun vardığı düğüm çocuk (child)

düğüm olarak nitelendirilir. Bir düğümden çıkan bağlantılardaki ok yönleri takip edilerek başlangıçtaki düğüme tekrar varılamadığı için döngüsüz bir yapıya sahiptir. Yönlendirilmiş bağlantılar ve ağ düğümleri BN yapısını oluşturur. Öncül olasılık veya marjinal olasılık, düğümlerin veri istatistiklerinden veya uzman bilgisine dayalı olarak elde edilebilen koşulsuz olasılığıdır (yani başlangıç oranı). Koşullu olasılık, çocuk düğümlerin olasılık değerini ifade eder. Bu değer tamamen ebeveyn düğümünün oluşup oluşmadığına bağlıdır. Bayes ağlarında kök (root) ve çocuk düğümlerin başlangıç parametreleri CPT olarak adlandırılan tablolar şeklinde ifade edilir. Ortak olasılık da birden fazla koşulun aynı anda geçerli olma olasılığını ifade eder.

Daha önce de bahsedildiği gibi BN, bir dizi ağ düğümü (değişkenler), düğümleri birbirine bağlayan yönlendirilmiş bağlantıları ve CPT'leri içeren yönlendirilmiş döngüsel olmayan grafik (DAG) ağıdır. DAG modeli, yönlendirilmiş bir döngüsel olmayan ağda bu düğümleri birbirine bağlayan düğümleri ve bağlantıları içeren BN'de uygulanmaktadır. DAG, bir $G = (X, E)$ çiftidir; burada E, bir dizi yönlendirilmiş bağlantıyı temsil eder ve X, bir dizi düğümü belirtir. Ağdaki her düğüm bir değişkeni ifade eder ve düğümler arasındaki karşılıklı korelasyon, yönlendirilmiş bağlantılarla temsil edilir. Nedensel ilişkiyi de temsil eden bu yön, ebeveyn düğümden düğümden çocuk düğümlere doğrudur. Değişkenler arasındaki ilişkinin gücü ve modelin parametreleri koşullu olasılık tarafından belirlenir. DAG'daki tüm değişkenlerin ortak dağılımı BN ile temsil edilir. Ağdaki her bir düğüm için marjinal olasılık ve koşullu olasılık belirlenebilir. Ortak olasılık ve koşullu olasılık dağılımı Denklem 15 ve 16'daki gibi ifade edilmektedir. $U, U = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$ olarak temsil edilen bir değişkenler evrenidir ve U'nun koşullu olasılığı Denklem 15 ile tanımlanır.

$$P(U|x) = \prod_i P(X_i|x) \quad (15)$$

U'nun ortak olasılığı daha sonra Denklem 16 ile tanımlanır.

$$P(U) = \prod_i P(X_i | \text{Parent}(X_i)) \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (16)$$

Burada X_i değişkeni, n değişken sayısını, $P(U)$ ortak olasılık fonksiyonunu, $P(U/X)$ koşullu olasılığı, “parent(X_i)” düğümü X_i 'nin ebeveyn düğümlerini gösterir.

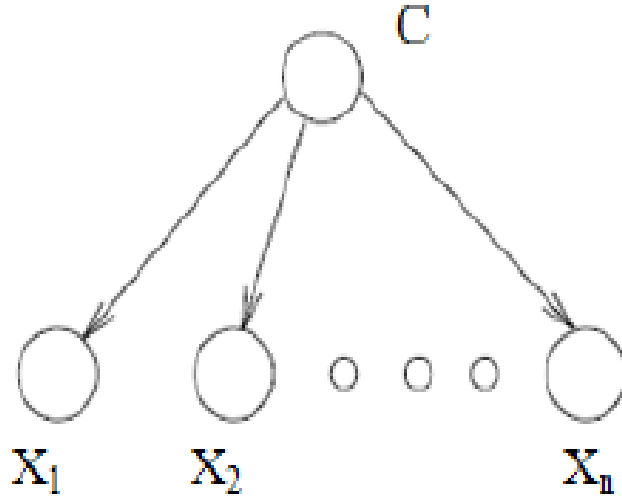
BN temelde ağ yapısı ve parametre öğrenme olarak iki aşamadan oluşmaktadır. Bunlardan ilki ağ yapısının oluşturulmasıdır. Ağ yapısını oluşturmada kullanılan yöntemlerden birisi konu üzerine tecrübeli uzmanların bilgisine dayanarak oluşturulan ağlardır. Diğer yöntem ise örnek bir veri seti üzerinden algoritmalar aracılığıyla ağ yapısının oluşan veri güdümlü yaklaşımıdır. Burada algoritmalar genel olarak bir dizi koşullu bağımsızlık testine (CI testleri) dayalı olarak bağlantıları ortadan kaldıran ve yönlendiren “kısıtlamaya dayalı” yöntemlere ve bir amaç fonksiyonunu maksimize eden farklı grafikler üzerinde arama yapan geleneksel bir makine öğrenimi yaklaşımını temsil eden “arama ve puanlamaya” dayalı yöntemlere dayanmaktadır. Ek olarak, bu iki yaklaşımı birleştiren hibrit algoritmalar da geliştirilmiştir (Kitson ve Constantinou, 2021: 3). İkinci aşama ise parametre öğrenme aşamasıdır. Yani ağdaki düğümlere ait durumların olasılık değerlerinin belirlenmesi aşamasıdır. Olasılıkları belirleme uzman bilgisine dayanarak ya da çeşitli algoritmalar aracılığı ile örnek veri setindeki değerlerden elde edilmektedir. En sık kullanılan parametre öğrenme algoritmaları Sayma Öğrenme (Counting Learning) Algoritması, Dereceli Azalma (Gradient Descent) Algoritması ve Beklenti Maksimizasyonu (Expectation Maximization-EM) Algoritması’dır. Sayma-Öğrenme Algoritması bir veri setinden CPT'lerin parametre öğrenmesi için kullanan en basit ama oldukça etkili algoritmalarından biridir. Öğrenme başlamadan önce, bir uzman tarafından önceden öğrenilmemiş veya olasılık girişi yapılmamış olması şartıyla ağ bir bilgisizlik durumunda başlar. Her düğümde, tüm CPT olasılıkları tek tip olarak başlar ve her deneyim en düşük değerinden (normalde 1.0) başlar. Yalnızca vakanın bir değer (bulma) sağladığı ve tüm üst öğeleri için değerler sağladığı düğümlerin deneyimleri ve koşullu olasılıkları değiştirilir. Bu yüzden algoritma eksik veri olmayan veri setleri için kullanılmaktadır. Eğer veri setinde eksik veri varsa Dereceli Azalma (Gradient Descent) Algoritması ve Beklenti Maksimizasyonu (Expectation Maximization-EM) Algoritması kullanılarak eksik verilerin yerine atamalar yaparak parametre öğrenmesini tamamlamaktadır. Hem EM hem de Dereceli Azalma öğrenme, bir aday ağ ile başlar, log-olasılığını bildirdiği ve daha sonra daha iyi bir ağ bulmak için tüm veri setini yinelemeli olarak işleyen bir süreçle çalışır. Her algoritmanın doğası gereği, yeni ağın log olasılığı her zaman bir önceki kadar veya ondan daha iyidir. Bu işlem, log-olasılık sayıları artık yeterince gelişmeye kadar (belirtebileceğiniz bir toleransa göre) veya istenen yineleme

sayısına ulaşılan kadar tekrarlanır. Dereceli Azalma öğrenme, minimize etmeye çalıştığı bir amaç fonksiyonu olarak negatif log-olasılığını kullanarak BN parametrelerinin uzayını araştırır. Bir BN verildiğinde, en dik eğim yönüne gitmek için parametreleri nasıl değiştireceğini hesaplamak adına BN çıkarımını kullanarak daha iyisini bulabilir. Aslında, önceki yolunu dikkate alarak her zaman en dik yolu almaktan çok daha verimli bir yaklaşım kullanır, bu nedenle buna eşlenik gradyan inişi denir. Bu yöntem Yapay Sinir Ağları algoritmalarının çoğunda kullanılan bir yaklaşımdır. EM öğrenme bir BN'yi alır ve bunu bir beklenti (E) adımı ve ardından bir maksimizasyon (M) adımı uygulayarak daha iyisini bulmak için kullanır ve bu işlemi sürekli tekrarlar. E adımında, tüm eksik verilerin beklenen değerini hesaplamak için mevcut BN ile düzenli BN çıkarımını kullanır ve ardından M adımı ile verilen genişletilmiş verilerin (yani orijinal veriler artı eksik verilerin beklenen değeri) maksimum olabilirlik BN'yi bulur. Uygulamada Dereceli Azalma (Gradient Descent) Algoritması'nın daha hızlı çalışmasına karşın Beklenti Maksimizasyonu (Expectation Maximization) Algoritması'nın daha sağlam ve iyi sonuçlar veren bir algoritma olduğu bilinmektedir (Norsys, 2022).

3.2.4.3.1. Naive Bayes Sınıflayıcı

Naive Bayes sınıflandırıcısı araştırmacılar tarafından tahminlemede en sık kullanılan, en temel ve etkili sınıflandırıcılardan biridir (Friedman ve diğerleri, 1997: 131; Njah ve diğerleri, 2016: 1772). Naive Bayes algoritması, Bayes kuralına ve bir dizi koşullu bağımsızlık varsayımına dayanan bir sınıflandırma algoritmasıdır (Mitchell, 2017: 3). Her öznitelik düğümü, ebeveyni olarak sınıf düğümüne sahiptir, ancak öznitelik düğümlerinden herhangi bir ebeveyni yoktur (Şekil 10). Başka bir ifade ile sınıf değişkeni, kalan tüm özellik değişkenlerinin tek ebeveynidir ve ağın düğümleri arasında başka bağlantı yoktur. $P(H_i|X)$ değerleri eğitim örneklerinden kolayca tahmin edilebildiğinden, bu sınıflandırıcının oluşturulması kolaydır. Koşullu bağımsızlık varsayımı, çoğu gerçek dünya uygulamasında nadiren doğruluk gösterirken, şaşırtıcı şekilde bu algoritma diğer makine öğrenmesi yöntemleri ve algoritmaları ile karşılaştırıldığında oldukça başarılı sonuçlar elde ettiği görülmüştür (Zhang ve Ling, 2001a: 617; Zhang, 2004: 1).

Şekil 10: Bir Naive Bayes Ağı Örneği



Kaynak: Zhang ve Ling, 2001a: 617.

Şekil 10’da C, her örneğin sınıflandırılması gereken bir sınıf etiketini temsil eder. Sınırlı sayıda sınıf etiketi $\{C_1, \dots, C_m\}$ tutabilir ve $\{x_1, \dots, x_n\}$ sistemde yer alan n adet rastgele örnek ya da durum değişkenlerdir. Bu modeldeki bağımsızlık varsayımı, sınıf değişkeni verildiğinde tüm rastgele değişkenlerin birbirinden bağımsız olmasıdır. Ancak bir önceki paragrafta bahsedildiği gibi bu varsayım gerçekte nadiren doğru olmasına rağmen algoritma ilginç şekilde iyi performansa sahiptir. Herhangi bir gerçek zamanlı sistemde, sisteme dahil olan değişkenler birbirleriyle ilişkilidir. Örneğin, günün belirli koşullarına göre tenis oynayıp oynamamaya karar veren bir model üzerinden konuyu inceleyelim. Sisteme dahil olan değişkenler havanın görünümü, nemi, sıcaklığı, rüzgar durumu ve konum olduğu varsayalım. Sınıf değişkeni, havanın tenis oynamaya uygun olup olmadığını tahmin eden 2 değer {evet, hayır} olabilir. Bu örnekte, hava güneşliyse, sıcaklığın yüksek olması ve nem oranı yüksekse sıcaklığın yüksek olması daha olasıdır. Bu sınıflandırıcı temel olarak, sınıf etiketi C_1 verilen her x değişkeninin sınıf koşullu olasılıklarını $P(X_i = x_i | C = c_1)$ öğrenir. Yeni bir test durumu $(X_1 = x_1, \dots, X_n = x_n)$ daha sonra, gözlenen değişken değerlerinin vektörü verilen her bir c_1 sınıfının sonsal olasılığını hesaplamak için Bayes kuralı kullanılarak sınıflandırılır (Padmanaban, 2014: 20).

$$P(C = c_1 | X_1 = x_1, \dots, X_n = x_n) = \frac{P(C = c_1)P(X_1 = x_1, \dots, X_n = x_n | C = c_1)}{P(X_1 = x_1, \dots, X_n = x_n)} = \frac{P(X|C_1).P(C_1)}{P(X)} \quad (17)$$

NB sınıflandırıcısının arkasındaki basitleştirici varsayım, daha sonra, sınıf etiketi verilen değişkenlerin koşullu olarak bağımsız olduğunu varsayar. Hesaplama yükünü azaltmak için $P(X|C_1)$ olasılığını basitleştirme yoluna gitmek için x_1 değerlerinin birbirinden bağımsız olduğu kabul edilerek Denklem 18 elde edilir (Verbraken ve diğerleri, 2014: 7-8; Sevimli Saitoğlu, 2019: 50).

$$P(X_1 = x_1, \dots, X_n = x_n | C = c_1) = \prod_{i=1}^n P(X_i = x_i | C = c_1) = \prod_{i=1}^n P(X_i | C_1) \quad (18)$$

Bu varsayım, eğitim verilerinden sınıf-koşullu olasılıkların tahminini basitleştirir. Denklem 17’de verilen eşitliğin paydalarına bakıldığında eşit olduğu için paydanın tahmin edilmesine gerek olmadığı görülebilir. Yani sadece pay değerlerinin karşılaştırılması hesaplama için yeterlidir. Algoritma ardından hesaplanmış olduğu değerler içerisinde en büyük olanı seçerek bilinmeyen örneğin sınıfına karar vermektedir. Sonsal olasılıklarla hesaplanan değerler sonucunda en yüksek çıkana göre sınıfı belirlemeye yönelik bu yöntem en büyük sonsal sınıflandırma yöntemi (Maximum A Posteriori classification-MAP) olarak adlandırılmaktadır ve Denklem 19’daki gibi gösterilmektedir (Sevimli Saitoğlu, 2019: 50; Chitrakant ve Srinivasu, 2020: 7).

$$C_{map} = \arg \max_{c_i} \prod_{i=1}^n P(X_i | C_i) \quad (19)$$

Bayes sınıflandırıcısının nasıl çalıştığının daha iyi anlaşılması için bir örnek üzerinden hesaplamalar yapılmıştır. Örnek olarak verilen kişisel bilgilere göre bankaların kredi verme durumuna dair veriler Tablo 15’te gösterilmiştir.

Tablo 15: Kredi Uygulama Verisi

Gözlem	Kredi Geçmişi	Yaş	Gelir	Kredi
1	İyi	Genç	Yüksek	Pozitif
2	İyi	Orta	Yüksek	Pozitif
3	Kötü	Genç	Orta	Negatif
4	İyi	Yaşlı	Yüksek	Negatif
5	Kötü	Orta	Orta	Negatif

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 15’te gösterilen veriler doğrultusunda kredi geçmişi iyi orta yaşlı ve orta gelir grubuna dahil bir kişinin kredi verilme konusunda hangi sınıfa dahil olduğunu bulmak isteyelim. Hesaplamalara başlamadan önce değişkenlere ait frekans ve olasılık tablolarının elde edilmesi gerekir (Tablo 16).

Tablo 16: Değişkenlerin Frekans ve Olasılık Tablosu

		Kredi Verme Durumu			
		Negatif		Pozitif	
Değişkenler	Kategoriler	Frekans	Olasılık	Frekans	Olasılık
Kredi Geçmişi	İyi	1	1/3	2	1
	Kötü	2	2/3	0	0
Yaş	Genç	1	1/3	1	1/2
	Orta Yaşlı	1	1/3	1	1/2
	Yaşlı	1	1/3	0	0
Gelir	Orta	2	2/3	0	0
	Yüksek	1	1/3	2	1

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Kredi verme durumu sınıfına ait sonuçlarımız negatif (C_1) ve pozitifdir (C_2). Tüm verilerindeki kredi verme durumunun negatif olma olasılığı ($P(C_1)$) 3/5, pozitif olma olasılığı ise ($P(C_2)$) 2/5 olduğu görülmektedir. Burada öncelikle sonucunu bulunmak istenen değişkenlerin her bir sınıfa ait olma durumlarını tespit edimelidir. Yani $P(X|C_1)$, $P(C_1)$ ve $P(X|C_2)$, $P(C_2)$ olasılıkları bulunmalıdır. Negatif (C_1) sınıfına ait $P(X|C_1)$ koşullu olasılığı x_1 : kredi geçmişi iyi, x_2 : orta yaşlı ve x_3 : orta gelir düzeyine sahip değişkenleri doğrultusunda hesaplanır.

$$P(x_1|C_1) = P(\text{iyi}/\text{negatif}) = 1/3$$

$$P(x_2|C_1) = P(\text{orta yaşlı}/\text{negatif}) = 1/3$$

$$P(x_3|C_1) = P(\text{orta}/\text{negatif}) = 2/3$$

Elde edilen bu koşullu olasılıklar Denklem 18 aracılığıyla $P(X|C_1)$ hesaplanır.

$$P(X|C_1) = P(\text{iyi}/\text{negatif}) \cdot P(\text{orta}/\text{negatif}) \cdot P(\text{orta yaşlı}/\text{negatif}) = (1/3) \cdot (1/3) \cdot (2/3) = 2/27$$

Ardından $P(X|C_1) \cdot P(C_1)$ değerini elde edilir;

$$P(X|C_1) \cdot P(C_1) = P(X|\text{negatif}) \cdot P(\text{negatif}) = (2/27) \cdot (3/5) = 2/45 = 0.044$$

$P(X|C_1) \cdot P(C_1)$ olasılığının bulunduktan sonra aynı şekilde $P(X|C_2) \cdot P(C_2)$ olasılığı da hesaplanır.

$$P(x_1|C_2) = P(\text{iyi}/\text{pozitif}) = 1$$

$$P(x_2|C_2) = P(\text{orta yaşlı}/\text{pozitif}) = 1/2$$

$$P(x_3/C_2)= P(\text{orta} / \text{pozitif})= 0$$

Yine koşullu olasılıklar Denklem 18 aracılığıyla $P(X/C_2)$ hesaplanır.

$$P(X/C_2)= P(\text{iyi}/\text{pozitif}). P(\text{orta}/ \text{pozitif}). P(\text{orta yaşlı}/ \text{pozitif})= 1.(1/2).0=0$$

Ardından $P(X/C_2).P(C_2)$ değeri elde edilir;

$$P(X/C_2).P(C_2)=P(X/\text{pozitif}).P(\text{pozitif})=0.(2/5)=0$$

Bulunan olasılık değerleri Denklem MAP'daki en büyük sonsal sınıflandırma yöntemi (MAP) ile hesaplanarak incelenen durumun hangi sınıfa ait olduğuna karar verilir.

$$\text{argmax}_c\{P(X/C_i).P(C_i)\}= \max \{0.044, 0\}=0.044$$

0.044 ve 0 değerlerinden büyük olan 0.044 negatif sınıfın olasılık değeri olduğu için kredi geçmişi iyi orta yaşlı ve orta gelir grubuna dahil bir kişinin kredi başvuru sonucu negatif olarak sonuçlanacaktır.

Bu algorithmada karşılaşılan bir problem ise koşullu olasılıklardan bir ya da daha fazlasının 0 olmasıdır. Bu durumda, modeldeki diğer rastgele değişkenler örneğin C_i olarak sınıflandırılmasını ne kadar tercih ederse etsin, test örneği verilen son sınıf olasılığının sıfır olmasına yol açacaktır. Gelecekte meydana gelebilecek gözlemlenmemiş örneğe uyum sağlamak için, değişkenin bu değerlerine küçük bir olasılık atanabilir. Laplace sabiti de denilen bu değer, değişkenlerin tüm değerlerinin bir sabitle artırılmasıyla elde edilebilir .

Yukarıda bahsedilen işlemlerin yapıldığı NB sınıflandırıcısının algoritmasının eğitim ve test aşamalarına ait bir kod yazımı Tablo 17'de gösterilmiştir.

Tablo 17: Naive Bayes Algoritması

attrList = Veri kümesindeki niteliklerin listesi attrStates[i] = 'i' özneliğinin alabileceği olası değerlerin listesi. N = eğitim setindeki toplam örnek sayısı C = olası sınıf etiketlerinin listesi lc = Laplace sabiti tst [x1,...xn] = [x1,...xn] öznelik değerlerine sahip test örneği Not : len(C) = C ve len(attrStates[i]) içindeki değerlerin sayısı = attrStates[i] içindeki değerlerin sayısı olmak üzere;
Eğitim için for each c in C Nc = total number of occurrences of c Nr = Nc + lc Dr = N + (lc · len(C)) prior[c] = Nr / Dr for each i in attrList Count[i,c] = total number of combined occurrences of 'i' and 'c' Nr = Count[i,c] + lc Dr = Nc + (lc · len(attrStates[i])) CondProb [x c] = Nr / Dr return prior, CondProb
Test için; for each c in C posterior(c [x1,...xn]) = log(prior[c]) + $\sum_1^n \log(\text{CondProb } [x_i c])$ testClass = max { posterior[c] }

Kaynak: Padmanaban, 2014: 24.

3.2.4.3.2. Tree Augmented Naive Bayes Sınıflayıcı

Önceki bölümde açıklanan NB modeli, sınıf etiketi verildiğinde niteliklerin birbirinden bağımsız olduğuna dair yanlış bağımsızlık varsayımlarını kodlamaktaydı. Önceden de bahsedildiği gibi gerçek dünyada, herhangi bir sistemin nitelikleri çoğunlukla ilişkilidir. Dolayısıyla model, nitelikler arasındaki korelasyonları da hesaba katarsa, sınıflandırma doğruluğu iyileştirilebileceği düşünülebilir.

Bayes ağları, rastgele değişkenlerdeki tüm korelasyonları bir grafik şeklinde yakalar. Böyle bir Bayes ağı kullanarak, ilk olarak, ebeveynleri verilen tüm rastgele değişkenlerin koşullu olasılıklarını hesaplanabilir. Daha sonra ağda kodlanmış bağımsızlık ifadelerini kullanarak, yerel koşullu olasılıkları aracılığıyla ortak dağılım (joint distrubition) da hesaplanabilir. Ancak böyle bir Bayes ağının öğrenilmesi çok karmaşıktır, çünkü bir ağda birçok rastgele değişken olabilir ve her rastgele değişken birçok değer alabilir. Ayrıca tek bir rastgele değişkenin birçok ebeveyni olabilir ve

tüm bu ebeveynlerin koşullu dağılımını bulmak karmaşıklığı artırır. Her şeyden önce, bir NB modelinde sınıflandırmayı belirleyen ana parametre olan $P(C | X_1, \dots, X_n)$ tüm değişkenleri hesaba katar. Ancak genel bir Bayes ağı, sınıf düğümünden tüm değişkenlere kadar uzanan bir bağlantı ağına sahip olmayabilir. Bu bazen sınıflandırmada daha düşük doğruluğa yol açabilir. Bu yüzden, daha iyi sınıflandırma performansı için NB modelinin yapısını kodlayan ve buna ek olarak sistemdeki değişkenler arasındaki korelasyonları da yakalayan bir Bayes ağının oluşturulmasına ihtiyaç duyulmuştur. Bu durumu Friedman ve diğerleri (1997) Tree Augmented Naive (TAN) Bayes algoritması adını verdikleri bir yarı saf yapıda öğrenme yaklaşımına sahip bir algoritma ile hem tanımlanmış hem de kapsamlı bir şekilde değerlendirmiştir (Keogh ve Pazzani, 1999: 1).

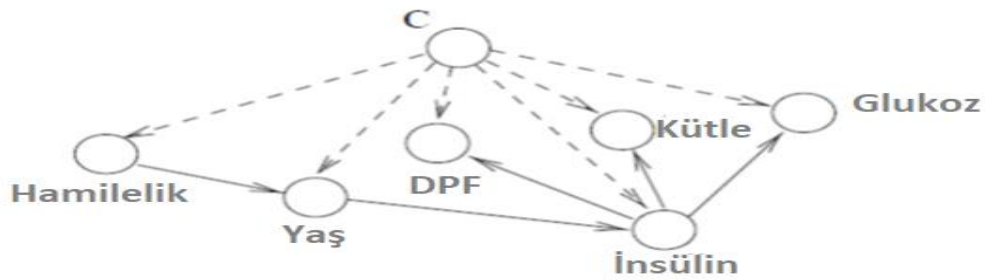
Geliştirilen bu artırılmış NB modeli, NB ağının yapısını korur ve nitelikler arasındaki korelasyonları yakalamak için değişkenler arasına bağlantılar ekleyerek onu büyötmektedir. Ancak bu işlemler hesaplama karmaşıklığını arttırmaktadır. NB sınıflandırıcının indüksiyonu sadece basit defter tutmayı (etiket verilen koşullu olasılıkları depolamayı) gerektirirken, Bayes ağlarının indüksiyonu, tüm olası ağların alanını, yani tüm olası bağlantı kombinasyonlarının alanını aramayı gerektirmektedir. Bu yüzden, hesaplama karmaşıklığını azaltmak ve değişkenler arasındaki korelasyonları da hesaba katmak için değişkenler arasındaki etkileşim düzeyine kısıtlamalar getirilmesi gerekli olabilmektedir. Bunu karşılayan modellerden biri Tree Augmented Naive (TAN) Bayes modelidir. Bu model, değişkenler arasındaki etkileşim düzeyine bir sınırlama getirir. Bir TAN modelinde, tüm değişkenler doğrudan bağlantılar aracılığıyla sınıf değişkenlerine bağlanmaktadır. Dolayısıyla, $P(C | X_1, \dots, X_n)$ değerini belirlerken tüm değişkenleri hesaba katar. Buna ek olarak, her değişken ağdaki başka bir değişkene bağlanabilir. Bir diğer ifadeyle, grafikteki her değişkenin iki ebeveyni olabilir, bunlardan biri sınıf düğümü diğeri ise ağdaki başka bir değişken düğümüdür. Bu model ile hesaplama karmaşıklığı, her değişkenin en fazla iki ebeveyne sahip olması nedeniyle büyük ölçüde azaltılmıştır. Böylelikle TAN, NB modelinin sağlamlığını ve hesaplama karmaşıklığı seviyesini korurken aynı zamanda daha iyi doğruluk gösteren bir modele dönüşmüştür. Bu modele ayrıca 1-bağımlı (1-dependence) Augmented Naive Bayes ağı da denilmektedir ve aşağıdaki koşulları kapsamaktadır (Keogh ve Pazzani, 1999: 1);

- Her öznitelik, ebeveyn olarak sınıf özniteliğine sahiptir.
- Nitelikler, ebeveyn olarak başka bir niteliğe sahip olabilir.

Yukarıdaki iki maddenin kısıtlamasının iki nedeni vardır. İlk olarak, göz önünde bulundurulması gereken sınıflandırıcıların arama alanını azaltmaktadır. İkinci olarak, bir düğüm için olasılık tahminleri, ek üst öğeler eklendikçe daha güvenilmez hale gelebilir, çünkü CPT'lerin boyutu üstel olarak artmaktadır (Wang ve Webb, 2002: 492).

TAN değişkenler arasındaki etkileşimi tek bir düzeyle sınırlayarak Naive Bayes modeline bir ağaç yapısı empoze eder. Bir tıbbi teşhis sistemi için geliştirilen TAN modeli Şekil 11'de görülebilir. Bu şekilde bir hastanın diyabet test sonucunu pozitif veya negatif olduğunu sınıflandırmak için geliştirilmiş bir TAN modelini göstermektedir. Bu veri setinde, glikoz ve insülin değişkenleri, sınıf değişkeninin belirlenmesinde yakından ilişkilidir. Örneğin, çok düşük glikoz seviyesi, bağımsız olarak görülmesi şaşırtıcıdır. Ancak insülin seviyesinin de yüksek olduğu gerçeği göz önüne alındığında bu şaşırtıcı bir durum değildir. Bu korelasyon TAN modeli geliştirilirken algoritma tarafından yakalanabilecek bir bağlantıdır. Ancak NB modelinde bunlar iki ayrı anormal olay olarak kabul edilir ve aralarındaki ilişki göz ardı edilerek sınıf değişkeninin performansına doğrudan olumsuz şekilde etki eder (Wang ve Webb, 2002: 492).

Şekil 11: Örnek Bir TAN Ağı



Kaynak: Friedman ve diğerleri, 1997: 140.

Şekil 11'de, hamile özniteliği (düğümü ya da değişkeni) dışındaki tüm özniteliklerin sınıf düğümü ve başka bir öznitelik olmak üzere iki ebeveyni olduğu görülür. Nitelikler arasındaki etkileşimler düz bağlantılar kullanılarak, sınıf ile bir

nitelik arasındaki etkileşim ise noktalı kenarlar kullanılarak gösterilmiştir. Hamile özniteliği ağacın kök (root) düğümüdür ve yalnızca sınıf düğümü olan bir ebeveyne sahiptir. Hamilelik gibi sınıf düğümü dışında herhangi bir ebeveyni olmayan düğüme yetim (orphan) düğüm de denilmektedir. Sınıf düğümünden tüm niteliklere olan bağlantılar (tüm noktalı kenarlara) kaldırılarak bir ağaç yapısı görselleştirilebilir. Ayrıca, ağaçtaki tüm bağlantıların hamile kök düğümünden dışarı doğru baktığı gözlemlenebilir. Bu, bir TAN modelinde sistemin öznitelikleri arasında oluşturulmuş bir ağaç yapısı örneğidir (Wang ve Webb, 2002: 492).

TAN modelindeki anahtar özellik ağaç yapısıdır. Bir ağaç inşa etmek için, her bir özniteliğin ebeveyni tanımlanmalıdır. Bunun yanı sıra, yalnızca en ilişkili öznitelikler birbirine bağlı olmalıdır. Bu algoritma, maksimum olabilirlik ağacı yapılı Bayes ağları hesaplamak için Chow ve Liu (1968) tarafından önerilen algoritmanın bir uzantısıdır. Algoritma ilk olarak, düğümleri X'e karşılık gelen ve bağlantı ağırlıkları koşullu karşılıklı bilgi tarafından belirlenen tam bağlantılı bir grafikte maksimum yayılan ağacı hesaplar, ardından elde edilen yönsüz ağacı yönlendirilmiş bir ağaca dönüştürür (Roth ve Pernkopf, 2020: 4). Ağacın oluşturulmasında kilit rol oynayan bir diğer önemli kavram da karşılıklı bilgidir (mutual information). Ağacı oluşturmak için, sistemdeki her bir değişken çifti arasındaki korelasyonun ölçülmesi ve yalnızca yüksek korelasyonlu değişkenler arasına bağlantılar eklenmesi gerekir. Bir sistemde N değişken varsa, karşılık gelen ağaç yapısı N düğüme sahip olacaktır. Bu nedenle, grafikteki tüm düğümleri birbirine bağlayan bir ağaç yapısı elde etmek için N-1 bağlantı eklenmelidir. Ayrıca, tüm bu bağlantıların ağırlıklarının toplamı, bu tür tüm ağaç yapıları arasındaki maksimum ağırlık olmalıdır. Grafikte bir kenarın ağırlığını oluşturan iki değişken arasındaki ilişkinin ölçüsüne karşılıklı bilgi (mutual information) denir. İki rastgele X ve Y değişkeni arasındaki karşılıklı bilgi Denklem 20'deki gibi tanımlanmaktadır.

$$I_p(X;Y)=\sum_{x,y} P(x,y)\log\left(\frac{P(x,y)}{P(x).P(y)}\right) \quad (20)$$

Bu fonksiyon, bir çift değişken verildiğinde, bir değişkenin diğeri hakkında ne kadar bilgi sağladığını ölçmektedir. TAN modelinde bir ağaç oluşturmada, ağacı

oluşturacak bağlantıları belirlemek için iki öznitelik arasındaki Denklem 21 gösterilen koşullu karşılıklı bilgi kullanılmaktadır. Temel fikir, koşullu karşılıklı bilgi ile temeldeki olasılık dağılımına yaklaşımdır (Zhang ve Ling, 2001b: 582).

$$I_p(X;Y|Z)=\sum_{x,y,z} P(x,y,z)\log\left(\frac{P(x,y|z)}{P(x|z).P(y|z)}\right) \quad (21)$$

TAN modeli için bir ağaç oluşturma algoritmasının temel adımlardan oluşan prosedürü aşağıdaki gibidir:

1. Her bir $i \neq j$ öznitelik çifti arasında $I_p(X_i; X_j | C)$ hesapla.
2. Bağlantıların $X_1, \dots, X_n$ öznitelikleri olduğu tam bir yönsüz grafik oluştur. Ayrıca X_i 'yi X_j 'ye bağlayan bir bağlantının ağırlığını $I_p(X_i; X_j | C)$ ile açıkla.
3. Maksimum ağırlıklı kapsayan bir ağaç oluştur.
4. Rastgele bir kök değişkeni seçerek ve tüm kenarların yönünü kökten dışa doğru ayarlayarak, elde edilen yönsüz ağacı yönlendirilmiş olana dönüştür.
5. C ile etiketlenmiş bir tepe noktası ekleyerek (sınıf düğümü) ve her özniteliğe C'den bir bağlantı ekleyerek bir TAN modeli oluştur.

Ağacın oluşturulmasından sonra, ebeveyn ve sınıf etiketinde koşullandırılan her bir özniteliğin koşullu olasılığı hesaplanır ve saklanır. Ayrıca, sınıf üzerinde koşullandırılan kök değişkenin koşullu olasılığı da hesaplanır ve saklanır. Ardından, sınıf etiketinin her biri için sonsal olasılığı ($P(C|X_1, \dots, X_n)$) öncül olasılığın, kök değişkenin koşullu olasılığının ve tüm özniteliklerin koşullu olasılığının bir ürünü olarak hesaplanır. Maksimum sonsal olasılık değerine sahip sınıf etiketi, test örneğine atanır. TAN uygulamasında ayrıca NB modeli için uygulanan Laplace düzeltmesi ve akış altında işleme teknikleri kullanılır. Modelde kök değişken her zaman veri kümesinde bulunan ilk değişkendir. TAN modeli için sınıflandırma yapmada kullanılan hesaplama yöntemi Denklem 22'de gösterilmiştir.

$$P(C|X_1, X_2, \dots, X_n)=P(C). P(X_{root}|C) \prod_i P(X_i|C, X_{parent}) \quad (22)$$

Aslında, bir Bayes ağını öğrenmenin en çok zaman alan adımı yapıyı öğrenmektir (yapı öğrenmesi). Uygulamada, TAN gibi Bayes ağlarının yapılarına

kısıtlamalar getirmek, kabul edilebilir hesaplama karmaşıklığına ve NB'ye göre önemli bir gelişmeye yol açmaktadır. TAN'ı öğrenmedeki ana sorunlardan biri, diğer özniteliklerden gelen etkileri göz ardı ederek her öznitelik için yalnızca bir öznitelik ebeveynine izin verilmesidir. Ayrıca NB sınıflandırıcıya göre daha fazla hesaplama gerektirdiği için daha maliyetli bir yöntemdir (Vogel, 2013: 11; Zhang ve diğerleri, 2005: 920). TAN Algoritması'nın kod yazımı Tablo 18'de gösterilmiştir;

Tablo 18: TAN Algoritması Kodu

```

Input: Training data set D with attribute set  $X = \{X_1, \dots, X_n\}$  and the class C.
Output: TAN
    Let G be a directed graph  $G = (U, V)$ , in which U is a set of attributes and V is a set of arcs.
     $U = \{C\}$ ,  $X^* = \emptyset$ ,  $V = \emptyset$ , where  $X^*$  represents a set of attributes in G.
    Calculate  $I(X_i; X_j | C)$  from D for each pair of attributes.
    Select attribute pair  $\{X_i^*, X_j^*\} = \arg \max I(X_i; X_j | C)$ , where  $X_i, X_j \in X$ .
     $X^* = X^* \cup \{X_i^*, X_j^*\}$ ,  $X = X \setminus \{X_i^*, X_j^*\}$ ,  $V = V \cup \{C \rightarrow X_i^*, C \rightarrow X_j^*, X_i^* \rightarrow X_j^*\}$ .
    while  $X \neq \emptyset$  do
        Select  $\{X_m^*, \pi_m^*\} = \arg \max I(X_m; \pi_m | Y)$ , where  $X_m \in X$ ,  $\pi_m \in X^*$ .
         $X^* = X^* \cup X_m^*$ ,  $X = X \setminus X_m^*$ ,  $V = V \cup \{C \rightarrow X_m^*, \pi_m^* \rightarrow X_m^*\}$ .
    end
    Calculate conditional probability distribution for a Bayesian network parameter  $\Theta$  with G.
    Let TAN be a BNC with  $\Theta$  and G.
return TAN.

```

Kaynak: Zhang ve diğerleri, 2005: 920.

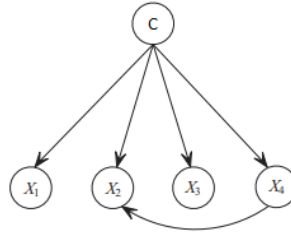
TAN'ın öğrenme sürecini göstermek için, örnek olarak Balance-Scale veri seti incelenmiştir. Balance-Scale, California Irvine Üniversitesi (UCI) makine öğrenimi deposunda bulunan ve 625 örneğe, 4 özniteliğe ve 3 sınıf etiketine sahip bir veri setidir. 1-bağımlı Naive Bayes ağı olarak TAN, her özniteliğin en fazla 1 ebeveyne sahip olması gerekliliği daha önce belirtilmişti. İlk adımda, nitelikler arasındaki en önemli bağımlılığın bulunması gerekmektedir. Şekil 12a'da gösterildiği gibi, $I(X_2; X_4 | C)$, herhangi bir öznitelik çifti için maksimum $I(X_i; X_j | C)$ değerine karşılık gelir. Daha sonra TAN topolojisine X_2 - X_4 bağlantısı eklenir. İkinci adımda, nitelikler arasındaki bir sonraki önemli bağımlılık ilişkisini bulunur. Şekil 12b'de gösterildiği gibi, $I(X_1; X_4 | C)$, $\Pi_i \in \{X_2, X_4\}$ ve $X_i \notin \{X_2, X_4\}$ olmak üzere $I(X_i; \Pi_i | C)$ 'nin maksimum değerine karşılık gelir. Daha sonra X_1 - X_4 bağlantısı eklenir. Ardından bir sonraki iterasyon (yineleme) başlar. Şekil 12c'de gösterildiği gibi, $I(X_2; X_3 | C)$, $\Pi_i \in \{X_1, X_2, X_4\}$

ve $X_i \notin \{X_1, X_2, X_4\}$ koşulunda maksimum $I(X_i; \Pi_i | C)$ 'ye karşılık gelir. Daha sonra topolojiye X_2-X_3 bağlantısı eklenir. Son olarak, herhangi bir X_i niteliği ile diğer nitelikler arasında en az 1 bağımlılık ilişkisi elde edilir ve TAN'ın öğrenme prosedürü durmaktadır (Long ve diğerleri, 2019: 4-5).

Şekil 12: TAN'ın Balance-Scale Üzerinde Öğrenme Prosedürü

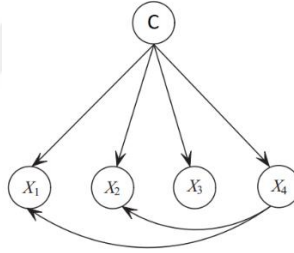
(a) $L = \{X_1, X_2, X_3, X_4\}$, $M = \{ \}$. $\{X_2, X_4\} = \arg \max I(X_i; X_j | C)$, where $\{X_i, X_j\} \in L$. Add an arc from X_4 to X_2 .

$$L = L / \{X_2, X_4\}, M = M \cup \{X_2, X_4\}.$$



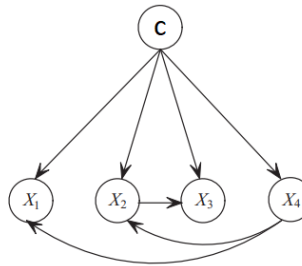
(b) $L = \{X_1, X_3\}$, $M = \{X_2, X_4\}$. $X_1 = \arg \max I(X_i; X_j | C)$, where $X_i \in L$, $X_j \in M$. Add an arc from X_4 to X_1 .

$$L = L / X_1, M = M \cup X_1.$$



(c) $L = \{X_3\}$, $M = \{X_1, X_2, X_4\}$. $X_3 = \arg \max I(X_i; X_j | C)$, where $X_i \in L$, $X_j \in M$. Add an arc from X_2 to X_3 .

$$L = L / X_3, M = M \cup X_3.$$



Kaynak: Long ve diğerleri, 2019: 5.

3.2.4.3.3. Augmented Naive Bayes Sınıflayıcı

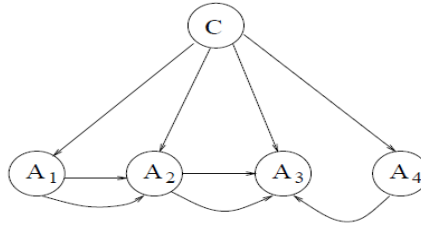
Augmented Naive Bayes (ANB) sınıflayıcısı, sınıf düğümünün doğrudan tüm öznitelik düğümlerine işaret ettiği ve öznitelik düğümleri arasında bağlantılar olduğu

genişletilmiş bir NB modelidir. Bu algoritma da TAN sınıflayıcısı gibi Friedman ve diğerleri (1997) tarafından önerilmiştir. TAN'dan farkı ise TAN ağında her değişken en fazla iki ebeveyne sahip iken bu sınıflayıcıda sınırsız sayıda ya da kullanıcının belirleyeceği bir değere göre (k-dependence) ebeveyne sahip olmasıdır. Bu bakımdan TAN sınıflayıcısı ANB sınıflayıcısının özel ya da sınırlandırılmış bir hali olarak görülebilir. Benzer özelliklere sahip olduğu için bu iki algoritmanın uygulama prosedürleri de benzer ilkelere sahiptir. Bu algoritma NB ve TAN sınıflayıcısından daha karmaşık hesaplamaya sahiptir. Buna karşın model değerlendirme aşamasında oldukça etkili tahminleme performansına sahiptir. Şekil 13'te bir ANB örneği gösterilmiştir. Olasılık açısından bir ANB'de G , Denklem 23'te temsil edilen ortak bir olasılık dağılımını temsil eder (Zhang, 2004: 2; Liang ve diğerleri, 2020: 4; Andersen, 2021: 34; BayesFusion, 2022).

$$pG(x_1, \dots, x_n, c) = p(c) \prod_{i=1}^n p(x_i | pa(x_i), c) \quad (23)$$

burada $pa(x_i)$, x_i 'nin ebeveynlerinin değerlerine bir atamayı gösterir. x_i 'nin ebeveynlerini belirtmek için $pa(x_i)$ kullanılmaktadır (Zhang, 2004: 2).

Şekil 13: Örnek Bir ANB Ağı



Kaynak: Zhang, 2004: 2.

Bu ağ yapısının oluşturulmasında NB ağı sabitlenir ve değişkenler arasındaki ilişkileri ifade eden genişletilmiş bağlantılar aranmaktadır. Bu süreçte ağları öğrenmek için çeşitli algoritmalar kullanılmaktadır. Bir BN yapısını öğrenmek için geliştirilen algoritmalar kısıtlamaya dayalı (constraint-based) yöntemlere ve ya arama ve puanlama (search and score-S&S) yöntemlerine dayanmaktadır. Bunun yanı sıra bu iki yöntemi sentezleyen hibrid yaklaşımların da mevcut olduğu önceki bölümlerde

bahsedilmişti. Puanlamaya dayalı algoritmaların kısıtlamaya dayalı algoritmalarından daha iyi performansa sahip olduğu gösterildiği için çalışmada puanlamaya dayalı K2 algoritması üzerinden açıklama yapılacaktır (Acid ve diğerleri, 2005: 217).

Kısıtlamaya dayalı yöntemler, değişkenler arasındaki koşullu bağımsızlık ilişkilerini bulmak için ki-kare ve ya karşılıklı bilgi gibi istatistiksel testleri kullanır ve BN'yi oluştururken bu ilişkileri ve nedenselliğe dayalı yönlendirme kurallarından faydalanır. Arama ve puanlama yöntemi, bir ağ yapısı için bir arama prosedürü ve aramada bulunan her yapıyı değerlendiren bir puan (metrik) olmak üzere iki unsurdan oluşur. Kaba kuvvet (kapsamlı) arama yaklaşımında, olası her DAG puanlanır. Bu yaklaşım, arama algoritmalarının karşılaştırılmasında bir "altın standart" sağlar, ancak olası yapıların sayısı yapı düğümlerinin sayısıyla katlanarak arttığından, az sayıda düğüme sahip yapılarla sınırlıdır (Cooper ve Herskovits, 1992). Her düğümün sahip olabileceği ebeveyn sayısını sınırlamadan, keşifsel arama algoritmaları kullanılarak gerçekleştirilebilmesine rağmen, bir yapıyı öğrenmek zorlu bir süreçtir (Heckerman ve diğerleri, 1995). Arama, uzayda belirli bir noktadan (yapı) başlayarak (rastgele seçilen veya ön bilgilere dayalı olarak) ve arama algoritmasının her yinelemesinde tek bir bağlantı ekleyerek, silerek ve ya tersine çevirerek mevcut yapıdan elde edilen tüm komşu yapıları göz önünde bulundurarak yapılabilir. Bu değer mevcut yapıdan yüksekse, arama en yüksek puan değerine sahip komşu yapıya ilerlemektedir. Tepe Tırmanma Araması (Hill Climbing Search-HCS) olarak adlandırılan bu prosedür yerel bir maksimuma ulaşıldığında durmaktadır. Yerel maksimumdan kaçmanın bir yöntemi ise, rastgele yeniden başlatmalarla açgözlü bir aramadır, yani, yerel bir maksimumda takılı kaldığında yapının rastgele bozulmasıdır. Alternatif olarak, düğümlerdeki toplam sıralamanın bilinmesi, optimal yapıyı bulmak, her bir düğüm için bağımsız olarak en iyi ebeveyn kümesinin seçimine eşdeğer olmasını sağlamaktadır. Bu araştırmada kullanılan arama algoritması olarak açgözlü algoritmalarından biri olan, BN yapısını etkili bir şekilde öğrenmede en iyi performansa sahip ve en çok kullanılan algoritmalarından biri olan sezgisel K2 Algoritması'nın da arkasındaki fikir budur (Lerner ve Malka, 2011: 79; Tabar ve diğerleri, 2018: 23).

Bir önceki paragrafta bahsedildiği gibi BN yapısını verilerden öğrenmek için sıklıkla kullanılan prosedürlerden biri K2 Algoritması'dır. Algoritma, Cooper ve Herskovits (1992) tarafından modellerin olasılık dağılımı hakkında tam bilgisizlik

varsayımının yapıldığı bir bayes algoritmasından türetilmiştir (Colace ve diğerleri, 2004: 528). İlk aşamada arama uzayını budayan ve ardından ikinci aşamada DAG kısıtını karşılayan bir ağ yapısı arayan iki aşamalı bir yaklaşıma dayanan açgözlü sezgisel bir algoritmadır. Doğru düğüm önceliği vaadi ile K2 Algoritması, küçük ölçekli veri kümelerine dayalı BN yapısını etkili bir şekilde öğrenebilir. Algoritma yapı öğrenmesi için verilere dayanan açgözlü bir arama algoritmasını temsil eder ve bir düğüm için ebeveyn sayısında herhangi bir kısıt bulunmamaktadır (Lerner ve Malka, 2011: 80). Girdi olarak düğüm sıralamasının sağlanması, prosedürün öğrenme etkinliğini iyileştirmesini sağlar. Ayrıca, hesaplama karmaşıklığını önemli ölçüde azaltma potansiyeline sahiptir. Bu algoritmanın ilkesi, her düğümün önce ebeveyni olmadığını varsaymak ve daha sonra bunları girdi sıralamasında önceki düğümlerde aramaktır. Ayrıca puanını yükselten ebeveynler de ebeveyn listesine eklenir. Şüphesiz, önceden verilen sıralama öğrenilen yapıyı etkiler. K2 Algoritması temel olarak her bir düğüm için sıralamadaki önceki düğümün onun ebeveyni olamayacağı varsayımına dayanmaktadır. K2 Algoritması girdi olarak, sonucu üzerinde büyük etkisi olabilecek değişkenlerin sırasını alır. Bu nedenle, düğümlerin iyi bir sıralamasını bulmak algoritmanın başarısı ve etkinliği için için çok önemlidir (Tabar ve diğerleri, 2018: 23; Benmohamed ve diğerleri, 2022: 1411). Çünkü bu yaklaşımın önemli dezavantajı olan, bir bağlantı ağı girdikten sonra o düğüm ve ona ait bağlantının silmenin imkansız olması durumu ağ yapısını oldukça önemli derecede etkilemektedir (Colace ve diğerleri, 2004: 528). K2 Algoritması'nın kodlaması Tablo 19'da gösterilmiştir.

Algoritmanın kodlamasından da anlaşılacağı üzere, K2 Algoritması aşağıdaki adımlardan oluşur:

1. X_i düğümü için aday ebeveynleri (P_{ai}) boş küme olarak ayarlama,
2. önceki düğüm sıralamasında ($j < I$) belirtilen sıraya göre her bir X_j düğümünü ziyaret etme,
3. puanı maksimize edilirse, P_{ai} 'yi ebeveyn setine ekleme,
4. Ebeveyn sayısı maksimum sayıya eşit olduğunda, eklenecek başka ebeveyn olmadığında veya puanı artıracı ebeveyn eklemesi olmadığında algoritmayı durdurma (Benmohamed ve diğerleri, 2022: 1412).

Bir veri tabanı D verildiğinde, bu algoritma maksimal $P(G^*|D)$ ile G^* Bayes ağ yapısını arar; burada $P(G|D)$, veri tabanı D 'de ağ yapısı G 'nin olasılığıdır. K2

Algoritması, girdi olarak bir düğüm sıralaması ile çalışan bir yöntemdir. Bu algoritma, verilen bir veri tabanındaki en olası BN yapısını keşifsel olarak aramaktadır. K2 Algoritması, bir düğümde ebeveyn bulunmadığını varsayarak başlar, ardından her adımda, eklenmesi sonuçta ortaya çıkan yapının olasılığını en çok artıran ebeveyni aşamalı olarak eklemektedir. K2 Algoritması, bir ebeveynin eklenmesi olasılığı artıramadığında düğümlere ebeveyn eklemeyi durdurmaktadır. K2 Algoritması, sonucu üzerinde büyük etkisi olabilecek değişkenlerin toplam sıralamasını girdi olarak almaktadır. Başka bir deyişle, K2 Algoritması, bir girdi olarak düğümlerin önceden sıralanmasını dikkate alarak hesaplama karmaşıklığını azaltır. Bunun anlamı, eğer x_i düğümü sıralamada x_j düğümünden önce gelirse, o zaman x_j düğümü, x_i düğümünün ebeveyni olamamaktadır. Düğüm sıralamasına dayalı olarak, K2 Algoritması, bir veri tabanındaki en olası inanç-ağ yapısını keşifsel olarak aramaktadır (Tabar ve diğerleri, 2018: 23; Ko ve Kim, 2014: 80).

Tablo 19: K2 Algoritması Kodu

```

procedure K2;
  Input: A set of n nodes, an ordering on the nodes, an upper bound u on the
        number of parents a node may have, and a database D containing m cases.
  {Output: For each node, a printout of the parents of the node.}
  for i ← 1 to n do
     $\pi_i \leftarrow \emptyset$ ;
     $P_{old} \leftarrow g(i, \pi_i)$ ;
    OKToProceed ← true;
    While OKToProceed and  $|\pi_i| < u$  do
      let z be the node in  $Pred(x_i) - \pi_i$  that maximizes  $g(i, \pi_i \cup \{z\})$ ;
       $P_{new} \leftarrow g(i, \pi_i \cup \{z\})$ ;
      if  $P_{new} > P_{old}$  then
         $P_{old} \leftarrow P_{new}$ ;
         $\pi_i := \pi_i \cup \{z\}$ ;
      else OKToProceed ← false;
    end {while};
    write('Node: ',  $x_i$ , ' Parent of xi:  $\pi_i$ ', );
  end {for};
end {K2};

```

Kaynak: Ruiz, 2005:2.

Olasılıksal ilişkiler incelenerek rastgele değişkenlerin birbirine göre sırası tespit edilmektedir. Sırasıyla her x_i rastgele değişkeni için x_i ' den daha küçük numaralı rastgele değişkenlerden ebeveyn kümesi oluşturulur. Hesaplamalar

sonucunda olasılık değeri büyük olan küme ebeveyn kümesi olarak seçilir. Bu prosedür her rastgele değişken için tekrarlanmaktadır. Değişkenlerin olasılık değerleri Denklem 24 yardımıyla hesaplanmaktadır. K2 Algoritması denklemin bu kısmını hesaplayan fonksiyonu $g(i; \pi_i)$ olarak tanımlar. Bu fonksiyon Cooper-Herskovits metriği olarak bilinir ve π_i üst kümesinin x_i düğümünün doğru ebeveyn olma olasılığını ölçer.

$$g(i, \pi_i) = \prod_{j=1}^{q_i} \frac{(r_i - 1)!}{\{(N_{ij} + r_i - 1)!\}} \prod_{k=1}^{r_i} N_{ijk}! \quad (24)$$

burada rastgele değişken için ebeveyn kümesi (başlangıçta boş küme olarak) seçilir ve algoritma kodlamasındaki 7. satırdaki işlem prosedürünün hesaplanma yöntemidir. Denklemde; D verilen bir veri tabanıdır. Ayrıca, “ n ” ağdaki düğüm sayısını, “ q_i ” bir düğümün üst öğeleri kümesinin örneklem sayısını başka bir ifade ile D kümesinin eleman sayısını, “ r_i ” düğüm tarafından kabul edilen tüm olası değerlerin sayısını temsil etmektedir. N_{ijk} , D 'deki düğümün k 'ncü değeriyle örneklendiği ve düğümün ebeveynlerinin j 'ncü örnekleme ile örneklendiği durumların sayısıdır (Souza de Abreu, 2019: 14). Bu değerlerin yanısıra algoritmanın işlem sürecinde ve örnek vakada da geçen “ z ” değeri i . değikenden önceki değişkenlerden oluşturulmuş ebeveyn kümesini ve “ u ” değeri de bir değişkenin kendinden önce gelen değişkenlerden oluşan ebeveyn sayısının en yüksek değerini ifade etmektedir.

K2 Algoritması'nı oluşturan prosedürlerin temel adımları aşağıdaki gibidir (Babacan ve Karaduman, 2018: 32-31);

1. $\pi_i = \emptyset$ olarak seçilmektedir.
2. $P_{eski} = f(i, \pi_i)$ olasılığı hesaplanmaktadır.
3. $|\pi_i| < u$ ise sırasıyla z kümeleri belirlenmektedir, ardından z kümelerinin $f(i, \pi_i \cup \{z\})$ fonksiyonları hesaplanmaktadır. Elde edilen en büyük fonksiyon değeri P_{yeni} olarak seçilmektedir.
4. Eğer $P_{yeni} > P_{eski}$ ise $P_{yeni} = P_{eski}$ olarak seçilmektedir ($\pi_i = \pi_i \cup \{z\}$ olmaktadır).
5. En büyük olasılık değerini sağlayan z kümesinin elemanı/ları X_i 'nin ebeveyni olmaktadır.

Aşağıda K2 Algoritması'nın nasıl çalıştığının gösterildiği bir örnek verilmiştir (Babacan ve Karaduman, 2018: 32-36). Bu örnek, drama derslerinin öğrencilerin bilişsel, sosyal, zihinsel ve kişisel gelişimleri üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğunu tespit etmeye yönelik yapılan anket cevapları üzerinden yapılmıştır. Drama derslerin öğrencinin özgüvenini geliştirir (X_1), cesaret ve ifade gücünü geliştirir (X_2) ve problemlerle baş etme ve çözüm üretme yeteneğini geliştirir (X_3) örneğin değişkenleri olarak belirlenmiştir. Ankete verilen cevaplar Tablo 20'de gösterilmiştir.

Tablo 20: K2 Algoritması Örneği Veri Seti

	X_1	X_2	X_3
1	hayır (0)	hayır (0)	hayır (0)
2	hayır (0)	hayır (0)	evet (1)
3	hayır (0)	hayır (0)	evet (1)
4	hayır (0)	hayır (0)	evet (1)
5	hayır (0)	evet (1)	evet (1)
6	hayır (0)	evet (1)	evet (1)
7	evet (1)	hayır (0)	hayır (0)
8	evet (1)	hayır (0)	hayır (0)
9	evet (1)	hayır (0)	hayır (0)
10	evet (1)	evet (1)	hayır (0)
11	evet (1)	evet (1)	hayır (0)
12	evet (1)	evet (1)	evet (1)
13	evet (1)	evet (1)	evet (1)
14	evet (1)	evet (1)	evet (1)
15	evet (1)	evet (1)	evet (1)

Kaynak: Babacan ve Karaduman, 2018:32.

$i=1$ durumu için algoritma süreci aşağıdaki gibi olmaktadır;

$r_1=2$ (X_1 ; evet ve hayır olarak iki değer aldığı için)

Başlangıç aşamasında başka değişkenle ilişki bulunmadığı için q_1 ve j ihmal edilmektedir.

$a_{1_1}=6$ (X_1 'de 6 tane hayır verisi bulunmaktadır)

$a_{1_2}=9$ (X_1 'de 6 tane hayır verisi bulunmaktadır)

$N_{1_1}=a_{1_1}+a_{1_2}=15$

Bu değerler kullanılarak Denklem 24 aracılığıyla $P_{eski}=1/80080$ olarak bulunur.

Aynı süreç $i=2$ için (X_2) yapıldığında, P_{eski} değeri $1/102960$ olarak hesaplanır.

Bu durumda, $Ebeveyn(X_2)=\{X_1\}$ olarak seçilir, bir diğer ifadeyle $z=\{X_1\}$ olur.

P_{yeni} 'yi hesaplamak için ise gerekli değerler;

$$q=2$$

$a_{211}=4$ (X_1 ve X_2 'nin hayır olduğu veri sayısı)

$a_{212}=2$ (X_1 'in hayır ve X_2 'nin evet olduğu veri sayısı)

$a_{221}=3$ (X_1 'in evet ve X_2 'nin hayır olduğu veri sayısı)

$a_{222}=6$ (X_1 ve X_2 'nin evet olduğu veri sayısı)

$$N_{21} = a_{211} + a_{212} = 6 \text{ ve } N_{22} = a_{221} + a_{222} = 9$$

olarak bulunur. Denklem 24 aracılığıyla P_{yeni} değeri $1/88200$ olarak hesaplanır ve $P_{\text{eski}} < P_{\text{yeni}}$ ($1/102960 < 1/88200$) olduğu için X_2 değişkeninin ebeveyni X_1 olmaktadır.

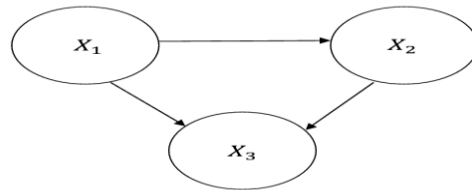
$i=3$ durumu için süreç tekrar başlar. Denklem 24 kullanılarak X_3 değişkeninin P_{eski} değeri $1/80080$ olarak hesaplanır.

Ebeveyn(X_3) sırasıyla $z=\{X_1\}$, $z=\{X_2\}$ ve $z=\{X_1, X_2\}$ olarak seçilmektedir.

$z=\{X_1\}$ durumu için P_{yeni} değeri $1/52920$, $z=\{X_2\}$ için P_{yeni} değeri $1/70560$ ve $z=\{X_1, X_2\}$ için ise P_{yeni} değeri $1/25200$ olarak hesaplanır.

$f(3, \emptyset) < f(3, \emptyset \cup \{X_2\}) < f(3, \emptyset \cup \{X_1\}) < f(3, \emptyset \cup \{X_1, X_2\})$ yani $1/80080 < 1/70560 < 1/52920 < 1/25200$ olduğundan dolayı, X_3 değişkeninin ebeveynleri X_1 ve X_2 değişkenleri olmaktadır. Bu üç değişkenin oluşturduğu BN yapısı Şekil 14'te gösterilmiştir.

Şekil 14: K2 Algoritması Kullanılarak Örnek Vaka İçin Oluşan BN Yapısı



Kaynak: Babacan ve Karaduman, 2018:36.

3.2.5. Birliktelik Kuralı Ve Bayes Sınıflayıcılar Kullanılarak Denizcilik Alanında Yapılan Araştırmalar

Denizcilik alanında Birliktelik Kuralı yöntemi ile yapılan çalışmalar incelendiğinde araştırma alanlarının özellikle deniz kazaları, liman devleti denetimleri

ve Otomatik Tanımlama Sistemi (AIS) verileri üzerine yapılan analizler olduğu görülmektedir. Deniz kazaları üzerine yapılan çalışmalarda (Yang ve diğerleri, 2018; Changhai ve Shenping, 2019; Weng ve Li, 2019; Shanshan ve diğerleri, 2020; Çakır ve diğerleri, 2021b; Lan ve diğerleri, 2022; Lan ve diğerleri, 2023) genellikle deniz kazalarını etki eden faktörler arasındaki gizli ilişkilerin ortaya çıkarılması üzerine olmuştur. Ayrıca çalışmalar belirli bir deniz bölgesindeki ya da belirli bir gemi tipiyle ilgili kazalar seçilerek yapılmıştır. Benzer şekilde liman devleti denetimi üzerine yapılan çalışmalar da (Tsou, 2019; Fu ve diğerleri, 2020; Chung ve diğerleri, 2020; Osman ve diğerleri, 2021) liman devleti denetimi sonucunu etki eden gemi ve eksiklik alanlarıyla ilgili veriler arasındaki ilişkiyi tespit etmeye yönelik olmuştur. Bu çalışmaların tamamının Tokyo MoU rejim bölgesindeki denetim sonuçları üzerine olduğu, bazılarının ise Tokyo MoU içerisindeki belirli bir ülke ya da limanlar ile kısıtlı kaldığı görülmüştür. Büyük veri kaynağı olan AIS de araştırmacılar için çalışılan alanlardan biri olmuştur (Tsou, 2010; Zhu, 2011; Deng ve diğerleri, 2014). Bu çalışmalarda elde edilen veriler doğrultusunda gemilerin hareket modelleri incelenmiş ve ilişkiler tespit edilmeye çalışılmıştır. Yapılan diğer çalışmalar ise risk değerlendirmesi (Wang ve Yin, 2020; Jia ve Zhang, 2021), liman lokasyonu (Van Nguyen ve diğerleri, 2020), liman müşteri ilişkileri (Ng ve diğerleri, 1998) konteyner taşımacılığında sürdürülebilirlik (Zhou ve diğerleri, 2021), deniz suyu kalitesi (Sun ve diğerleri, 2018), gemi emniyet alanı (Veerappa ve diğerleri, 2021), gemi makinelerinde arıza tespiti (Chengtao ve diğerleri, 2016) ve deniz olaylarındaki insan hatası (Lan ve diğerleri, 2022b) üzerine olmuştur.

NB sınıflayıcılar ile ilgili yapılan denizcilik çalışmaları yine çeşitli alanlara yayılmakla birlikte deniz kazaları, gemi tespiti/takibi, AIS ve rota tahminlemesi öne çıkan çalışma alanlarıdır. Deniz kazaları çalışmalarında (Kelangath ve diğerleri, 2012; Watawana ve Caldera, 2018; Wei, 2019; Fan ve diğerleri, 2020) da kazaları etkileyen faktörler kullanılarak şiddet, olasılık gibi çeşitli risk sınıflandırmaları yapılmıştır. Gemi tespiti/takibi çalışmalarında ise gemilerin çeşitli elektronik sistemlerden elde edilen görüntüler analiz edilerek gemilerin tespiti ve ya takibi üzerine sınıflayıcılar geliştirilmiştir (Teng ve Liu, 2014; Zhao Kun ve diğerleri, 2017; Wang ve diğerleri, 2021; Hashi ve diğerleri, 2022; Da Silva ve diğerleri, 2022). AIS verisi kullanarak gemilerin rota kümelemesi ve tahminlemesi de araştırmacıların çalışma alanlarından

biri olmuştur (Zhen ve diğerleri, 2017, Krüger, 2018; Wang ve diğerleri, 2019b; Lo Duca ve Marchetti, 2020). Yapılan diğer çalışmaların ise buz seyri (Montewka ve diğerleri, 2015), deniz emniyeti bilgilendirmeleri (Liu ve diğerleri, 2018), deniz seviyesinin yükselmesi-kıyı erozyonu (Sahin ve diğerleri, 2019), denizcilerin sağlığı (Chintalapudi ve diğerleri, 2021), dolandırıcılık tespiti (Triepels ve diğerleri, 2015), gemi makinelerinde arıza tespiti (Tsaganos ve diğerleri, 2020), liman devleti denetimleri (Fu ve diğerleri, 2020b) ve taşımacılık süresi (Hathikal ve diğerleri, 2020) alanları üzerine olmuştur.

TAN yöntemi kullanılarak yapılan çalışmalarda ise oldukça çeşitlilik mevcut olup, üzerine yoğunlaşılacak bir alan bulunmamaktadır. Bu çalışmalardan bazılarında değinilecek olursa, Fan ve diğerleri (2020b) ve Fan ve diğerleri (2020c) insan faktörü üzerinden deniz kazalarının analizini yapmışlardır. Wang ve diğerleri (2019) gemi denetim sonucunu tespit edebilmek için Tokyo MoU verilerini kullanarak bir model önermiştir. Bir diğer çalışmada İstanbul Boğazı'nda meydana gelen deniz kazalarının verileri kullanılarak kaza türlerine göre bir model geliştirilmiştir (Kamal ve Çakır, 2022). Yapılan diğer çalışmalar ise deniz seviyesinin yükselmesi-kıyı erozyonu (Sahin ve diğerleri, 2019), açık sondaj operasyonları (Adedigba ve diğerleri, 2018), deniz kirliliği (Çakır ve diğerleri, 2021), dolandırıcılık tespiti (Triepels ve diğerleri, 2015), enerji (Altarriba ve Halonen, 2020), kıyı balıkçılığı (Lehikoinen ve diğerleri, 2019) ve konteyner kaşımacılığında güvenlik (Abdolshah ve diğerleri, 2017) alanlarında olmuştur.

Denizcilik çalışmaları incelendiğinde K2 Algoritması'nın NB sınıflayıcısıyla entegre edilerek kullanıldığı bir araştırma bulunmamaktadır. Çalışmalardaki modellerin veriler ve uzman görüşleri doğrultusunda sadece K2 Algoritması kullanılarak geliştirildiği görülmektedir. Bu kapsamda bu tez uygulanan yöntemin ilk kez kullanılması açısından da denizcilik literatürüne katkı sağlayacaktır. Literatür incelendiğinde K2 Algoritması'nın en yoğun kullanıldığı denizcilik alanın liman planlaması olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmalarda liman planlaması ve yönetimini etkileyen çeşitli faktörler kullanılarak liman planlama etkinliğini geliştirecek modeller önerilmiştir (Rodriguez Garcia ve diğerleri, 2015; Serrano ve diğerleri, 2017; Serrano ve diğerleri, 2018). Günümüzde diğer sektörlerde olduğu gibi denizcilik sektörünün önemli problemlerinden biri olan sürdürülebilirlik de çalışma yapılan alanlardan biri

olmuştur. Bu kapsamda K2 Algoritması kullanılarak yapılan çalışmaların liman sürdürülebilirliğini analiz etmek için geliştirilen modeller olduğu görülmüştür (Awad-Nunez ve diğerleri, 2016; Serrano ve diğerleri, 2018b; Serrano ve diğerleri, 2020). Deniz kazalarını etkileyen faktörleri belirlemek ve risk modelleri oluşturmada K2 Algoritması kullanılan yöntemlerden biri olmuştur (Jiang ve diğerleri, 2020; Liu ve diğerleri, 2021). Deniz kirliliği ve emisyon (Serrano ve diğerleri, 2019; Sevgili ve diğerleri, 2022), korsanlara karşı güvenlik (Jiang ve Lu, 2020), radar görüntü işleme (Ma ve diğerleri, 2016), kargo hırsızlığı/dolandırıcılık tespiti (Song ve diğerleri, 2020) ve otonom gemiler (Zhao ve diğerleri, 2021) çalışma yapılan diğer alanları oluşturmaktadır.

Denizcilik alanlarında Birliktelik Kuralı ve Naive Bayes sınıflayıcılar kullanılarak yapılan çalışmalar ile ilgili detaylı bilgiler Ek 9'da gösterilmiştir. Birliktelik Kuralı ve Naive Bayes sınıflayıcılar üzerine yapılan araştırmalar genel olarak incelendiğinde yapılmış çalışmaların özellikle deniz kazaları üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Bu sorunun denizcilik açısından en büyük problemlerden biri olması ve kaza raporlarındaki verilerin özellikle veri madenciliği uygulamaları açısından oldukça kullanışlı olmasından dolayı araştırmacıların bu alana yönelmeleri olağan bir durumdur. Yine liman devleti denetimleri özellikle Birliktelik Kuralı açısından üzerine çalışmaların yoğunlaştığı bir alan olmuştur. Liman devleti denetim raporlarının deniz kazaları gibi veri madenciliği açısından analiz edilmeye uygun bir veri kaynağı olduğu söylenebilir. Buna paralel olarak Ek 8'de görülebileceği üzere son yıllarda yapılan çalışma sayısındaki artış trendi görülebilir. Ancak bu çalışmalar özellikle Naive Bayes sınıflayıcıların kullanıldığı çalışma sayısı oldukça kısıtlıdır.

3.3. BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ SÜRECİ YÖNTEMİ

Bu bölümde öncelikle Analitik Hiyerarşi Süreci, ardından Bulanık Mantık ve bu iki yöntemin entegre edilmiş hali olan Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi açıklanmıştır. Son olarak gemi denetim uzmanları üzerine yapılan uygulama süreci ve bulgular hakkında bilgiler verilmiştir.

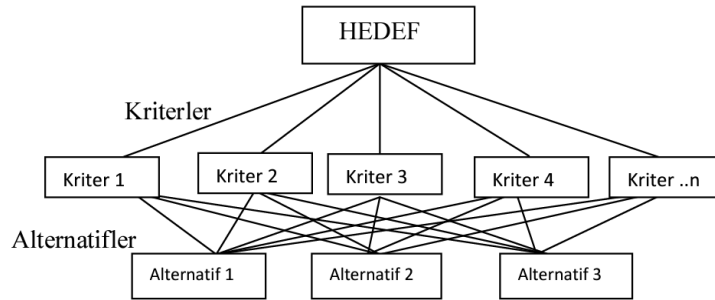
3.3.1. Analitik Hiyerarşi Süreci

Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process-AHP), T.L. Saaty tarafından geliştirilen birbiriyle çatışan birden çok kriterin veya amacın eş zamanlı değerlendirilmesi gereken karar verme durumu olarak tanımlanabilecek çok kriterli karar verme yaklaşımı yöntemlerinden biridir (Tütek ve diğerleri, 2012: 329-330). Bu yöntem subjektif yargı bakış açısıyla seçim, değerlendirme, planlama, geliştirme, tahminleme gibi karar verme süreçlerini ikili karşılaştırmaya dayalı modelleyen, alanında en popüler ve yaygın kullanılan tekniktir (Wang ve diğerleri, 2008: 735; Liu ve diğerleri, 2020: 1). AHP temel olarak aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır (Chiu ve diğerleri, 2014: 4);

Adım 1: Karar problemi tanımlanır, kriter, alt kriter ve alternatifler belirlenerek hiyerarşik bir sistemi kurulur (Şekil 15).

Adım 2: Karar öğelerinin nitelikleri arasındaki karşılaştırmalı ağırlığı bulmak için ikili karşılaştırma matrisinden oluşan girdi verileri oluşturulur. Her seviyedeki tüm öğeler birbiriyle karşılaştırılır.

Şekil 15: AHP'nin Hiyerarşik Yapı Örneği



Kaynak: Şahin ve Sara, 2019: 268.

Adım 3: Yargılar sentezlenerek matrislerin tutarlılığı test edilir ve öncelik değerleri hesaplanır (lokal öncelik).

Adım 4: Bir önceki aşamadaki öncelik değerleri kullanılarak, karar alternatifleri derecelendirilir (global öncelik).

AHP'nin ilk adımı, araştırma nesnesini, araştırma hedefinin farklı özelliklerine dayalı olarak çeşitli faktörlere ayırmaktır. Daha sonra bu faktörlerin baskınlık

ilişkisine göre hiyerarşik bir karar sistemi geliştirilir. Ardından ikili karşılaştırmaya dayalı olarak bu faktörlerin farklı göstergeler arasındaki ağırlıkları belirlenir. İkili karşılaştırma faktörü arasındaki göreceli önem, Tablo 21’de gösterilen yargı matrisinin değerleri aracılığıyla tespit edilmektedir (Liang ve diğerleri, 2015: 462).

Tablo 21: Göreceli Öneme Sahip Yargı Matrisi

Önem Değeri	Tanım	Anlamı (Y ile karşılaştırıldığında X)
1	Eşit önem	X, Y kadar eşit derecede önemlidir
3	Orta derecede önem	X, Y'den kısmen daha önemlidir
5	Güçlü önem	X, Y'den çok daha önemlidir
7	Çok güçlü önem	X, Y'den çok güçlü bir şekilde daha önemlidir
9	Aşırı önem	X, Y'den çok daha önemlidir

*2,4,6,8 değerleri arasında kaldıkları değerlerin ortalaması anlama eşdeğer anlam içermektedir.

AHP'nin hesaplama süreci de aşağıdaki şekilde açıklanabilir (Tütek ve diğerleri, 2012: 349; Liang ve diğerleri, 2015: 462; Zaralı ve diğerleri, 2018: 4; Kocakaya, 2021: 40);

1. İkili karşılaştırma matrisi Denklem 25’teki gibi oluşturulur:

$$A=(p_{ij})_{n \times n} = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & \cdots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & \cdots & p_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ p_{n1} & p_{n2} & \cdots & p_{nn} \end{pmatrix} \quad (25)$$

burada p_{ij} , j’inci faktöre kıyasla i’inci faktörün göreceli önem değeridir.

2. Matris A’nın ögesi daha sonra Denklem 26’ya göre normalize edilir:

j’inci sütun için ($1 \leq j \leq n$):

$$p_{ij}^* = \frac{p_{ij}}{\sum_{k=1}^n p_{kj}} \quad (26)$$

Normalize edilmiş matris p^* , $(p_{ij}^*)_{n \times n}$ şeklinde tanımlanabilir.

3. p^* matrisinin aynı satırının ögesini topladıktan sonra Denklem 27 ile aşağıdaki değer elde edilir:

i’inci satır için ($1 \leq i \leq n$);

$$w_i^* = \sum_{j=1}^n p_{ij}^* \quad (27)$$

4. $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ ağırlık vektörü Denklem 28 ile formüle edilir:

$$w_i = \frac{w_i^*}{\sum_{k=1}^n w_k^*} \quad (28)$$

5. Kriterlerin göreceli önemini göstermek için her bir kriterin bütün içerisindeki özvektör değeri elde edilir. Karşılaştırma matrislerindeki kriterlerin satır değerleri ile o matris kriterine ait göreceli önem değeri (w_i) çarpılmaktadır. Her satır için ayrı ayrı hesaplandıktan sonra matrisin satırları toplanır ve ağırlıklaştırılmış toplam vektörü ($p_{ij} \cdot w_i$) bulunur. Bu vektörün her ögesi göreceli önem vektöründe buna karşılık gelen öğeye (ağırlığa) bölünmektedir. Değerlerin bulunduğu sütun toplamının aritmetik ortalaması alınması ile $\lambda_{\max}$ elde edilmiş olur. $\lambda_{\max}$ 'ın matematiksel ifadesi ise Denklem 29'de gösterilmiştir.

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\sum_{j=1}^n p_{ij} w_j}{w_i} \quad (29)$$

6. $\lambda_{\max}$ 'ın n'den sapma durumu ($\lambda_{\max} - n$) matrisin tutarsızlık derecesi için bir ölçüt olarak nitelendirilir. Bu değer matris büyüklüğü ile normalize edilmesi sonucu ise Tutarlılık İndeksi (Consistency Index-CI) elde edilir. CI değerinin formüle edilmiş hali Denklem 30'da gösterilmiştir;

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (30)$$

7. Her matris büyüklüğü n için rassal matrisler oluşturularak ortalama CI değerleri hesaplanmış ve bu değer Rassal İndeks (Random Index-RI) olarak nitelendirilerek bir tablo oluşturulmuştur (Tablo 22). Bu değerler kullanılarak bir matrisin rassal bir matrisle tutarlılık indeks değerlerinin kıyaslanması sonucunu temsil eden Tutarlılık Oranı (Consistency Ratio-CR) elde edilir (Denklem 31). CR değeri 0,10'dan küçük olduğunda, ikili karşılaştırma matrisinin tutarlılığı kabul edilebilir.

$$CR=CI/RI$$

(31)

Tablo 22: Rassal İndeks Değerleri

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

Kaynak: Saaty, 2008: 264.

AHP'nin diğer çok kriterli karar verme yöntemlerine göre avantajları uygulamasının kolay, hızlı ve esnek olması, karar vericiler (uzmanlar ve paydaşlar) için sezgisel çekiciliği olması ve yargılardaki tutarsızlıkları tespit ve kontrol edebilmesi olarak sıralanabilir. AHP, hem nitel hem de nicel yönlerin dikkate alınması gereken karmaşık problemlerle başa çıkmak için güçlü ve esnek bir yöntemdir. AHP, analistlerin bir sorunun kritik yönlerini aile ağacı gibi bir hiyerarşi içinde düzenlemelerine yardımcı olur (Wang ve diğerleri, 1998: 424; Satty, 2000: 428; Ramanathan, 2001: 30; Bevilacqua ve diğerleri, 2004: 255; Özdağoğlu ve Özdağoğlu, 2007: 67). Değerlerin hiyerarşik yapının biçimine göre değişmesi ve karar vericilerden gelen cevaplar arasında tutarlılığın sağlanmasının zor olması gibi dezavantajlara sahiptir. Bu yüzden hiyerarşik yapının en uygun şekilde oluşturulması gerekmektedir. (Song ve Kang, 2016: 8). Yöntemdeki ölçeğin kullanımının yapay olarak sınırlandırılması da uygulamada karşılaşılan problemlerden biri olarak nitelendirilmektedir (Macharis ve diğerleri, 2004: 311; Özcan ve diğerleri, 2011: 9774). Yöntemin temel avantajı “uzman bilgisine bağlı” olmasına rağmen bu aynı zamanda ana dezavantajıdır. Uzman öznelliği, özellikle ikili karşılaştırmalarda, AHP'nin ana dezavantajını oluşturmaktadır. Bu öznelliği ele almak için bir sonraki bölümde açıklanacak Bulanık Mantık Yaklaşımı AHP (Fuzzy AHP-FAHP) ile entegre edilmiştir (Nefeslioğlu ve diğerleri, 2013: 2).

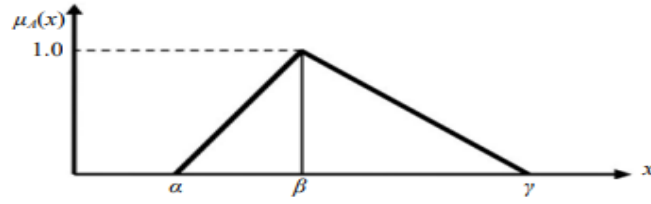
3.3.2. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci

Geleneksel AHP kesin kararlar gerektirmektedir. Buna karşın, gerçek dünyadaki karar problemlerinde yer alan karmaşıklık ve belirsizlik nedeniyle, karar vericiler bazen kesin karşılaştırmalardan ziyade bulanık yargılar sağlamada kendilerini

daha rahat ifade edebilmektedirler. Karar vericilerin sınırlı bilgi ya da yeteneği de kararlara kesin sayısal değerler atamasında zorluk yaşanmasına sebep olabilmektedir. AHP'deki bu zorluk ve belirsizlikleri gidermek için, tam sayılar, Bulanık AHP'de (FAHP) dilsel ifadeleri temsil eden bulanık sayılarla değiştirilmektedir. Bu durum da bu sayıların bir ifadeye ne ölçüde ait olduğunu açıklamak için tam sayılara üyelik dereceleri atayarak belirsiz yargıları tolere etmektedir (Wang ve diğerleri, 2008: 735; Liu ve diğerleri, 2020: 2). FAHP'nin uygulama sürecine geçmeden önce kısaca Bulanık Mantık Teorisi hakkında bilgi verilecektir.

Bulanık Mantık, L.Zadeh'in gerçek dünyadaki belirsizliklerden, insanların düşünce yapısındaki farklılık ve bulanıklıklardan yola çıkarak ikili mantık sisteminin (0-1) düşünceleri açıklamada yetersiz kaldığı veya doğru olmadığı yönündeki önermesi üzerine ortaya çıkmıştır (Zadeh, 1965: 339). Bu yüzden belirsizliği açıklama yeteneği bakımından üstün bir yaklaşımdır. Bulanık Mantık insanların gerçek düşünce sistemine daha yakındır, bu sayede daha gerçekçi sonuçlar elde edilebilmektedir. Bunun yanı sıra sistemin oluşturulması ve uygulanması kolay, maliyeti düşük ve esnektir. Bulanık Mantık yaklaşımında klasik yaklaşımdaki bir elemanın bir kümeye ait olma ya da olmama durumu yerine 0 ile 1 arasında değişen değerler almaktadır ($\mu_A(x): X \rightarrow [0,1]$). Bulanık kümede elemanların kümeye aitlik derecesi üyelik değeriyle tanımlanan kümeyi ifade etmektedir. 0 ve 1 değerleri sırasıyla kümeye kesin olarak ait olmamayı ve ait olmayı temsil etmektedir. Bu yumuşak geçiş, modellemede, özellikle dilsel ifadelerde bulanık bir küme esnekliği sağlar. Kümeye ait olma durumu ya da derecesi üçgen, yamuk, Gauss eğrisi gibi çok farklı fonksiyonlarla oluşturulmaktadır (Jang ve diğerleri, 1997: 13-14; Kıyak ve Kahvecioğlu, 2003: 64; Sevgili ve Zorba, 2018: 21). Şekil 16'da bu çalışmada da kullanılan üçgen üyelik fonksiyonu gösterilmiştir. Ayrıca üçgen üyelik fonksiyonunun matematiksel ifadesi de Denklem 32'de gösterilmiştir. Üçgen üyelik fonksiyonunda “ α ” olası en küçük değeri temsil etmekte iken “ β ” en olası değer ve “ γ ” ise olabilecek en büyük değerdir. Üyelik fonksiyonu belirlenip çıktılar elde edildikten sonra bulanık çıkarımdan net bir çıktı elde etmek için bulanık çıkarım sisteminin son adımı olan “durulaştırma (defuzzification)” işlemi yapılmaktadır. Durulaştırma işlemi için de maksima yöntemleri, dağıtım yöntemleri, alan yöntemleri gibi birçok farklı yöntem kullanılmaktadır (Van Leekwijck ve Kerre, 1999: 172).

Şekil 16: Üçgen Üyelik Fonksiyonu



Kaynak: Özdemir ve Kalınkara, 2020: 159.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & x < \alpha \\ (x-\alpha)/(\beta-\alpha) & \alpha \leq x \leq \beta \\ (\gamma-x)/(\gamma-\beta) & \beta \leq x \leq \gamma \\ 0 & x > \gamma \end{cases} \quad (32)$$

Bulanık Mantık yaklaşımı ile entegre edilmiş olan FAHP'nin uygulama süreci geleneksel AHP yöntemiyle neredeyse aynıdır. Geleneksel AHP'den farklı olarak FAHP uygulama sürecine bir önceki paragrafta bahsedilen bulanık bir kümeyi (bulanık ağırlığı) net bir değere (ağırlığa) dönüştüren durulaştırma uygulaması eklenmektedir. FAHP geleneksel AHP'deki bir ifadeye ne ölçüde ait olduğunu açıklamak için tam sayılara üyelik dereceleri atayarak belirsiz yargıları tolere etmesine karşın; bulanık kümelerin AHP'ye dahil edilmesi, farklı bulanık kümelerin mevcut olması ve ilişkili işlemlerin karmaşık olması nedeniyle hesaplama sürecini daha karmaşık hale getirmektedir. Özvektör yöntemi ve geometrik ortalama gibi AHP teknikleri, bulanık bir karşılaştırma matrisinden ağırlıkları/öncelikleri türetmek için doğrudan kullanılamamaktadır. Bu yüzden bu süreçlerin hesaplanması ve bulanık bir AHP modeli oluşturmak için araştırmacılar tarafından birçok teknik önerilmiştir. Bu tekniklerde uygulama süreci değişmemekle birlikte birbirlerine karşı güçlü ve zayıf yönleri bulunmaktadır (Liu ve diğerleri, 2020: 4). FAHP ile ilgili ilk çalışma Van Laarhoven ve Pedrycz (1983) tarafından yapılmakla birlikte yamuk bulanık sayılar kullanan Buckley (1985) farklı bir model geliştirmiştir. Chang (1996) ise ikili karşılaştırmada üçgen bulanık sayıları kullanarak Genişletilmiş Analiz Yöntemi olarak adlandırdığı bir yöntem önermiştir (Kaptanoğlu ve Özok, 2010: 199). İşlem basamaklarının daha net olması, anlaşılmasının kolay olması, daha az işlem gerektirmesi ve klasik AHP yaklaşımı adımlarına yakın işlem sürecinin olması bu çalışmada da kullanılacak yöntem olarak seçilen Genişletilmiş Analiz Yöntemi'nin

öne çıkan avantajlarıdır. Sadece üçgen bulanık sayılar üzerinden çalışıyor olması yöntemin kullanım alanını kısıtlayarak dezavantaj oluşturmaktadır (Şengül ve diğerleri, 2012: 150; Bulğurcu ve Çoşkun, 2016: 87).

Chang (1996) tarafından geliştirilen Genişletilmiş Analiz Yöntemi'nin işlem süreci aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır;

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ nesne kümesi ve $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ amaç kümesi olarak varsayılan bu yöntemde her bir nesne her bir amacı gerçekleştirmek üzere ele alınmaktadır. Bu sayede ikili karşılaştırma matrisi aracılığıyla m tane genişletilmiş (mertebe) analiz değerleri elde edilmektedir. Bu değerlerin gösterimi Denklem 33'teki gibidir;

$$\tilde{M}_{gi}^1, \tilde{M}_{gi}^2, \tilde{M}_{gi}^3, \dots, \tilde{M}_{gi}^m, \quad i=1,2,3, \dots, n \quad (33)$$

Her $\tilde{M}_{gi}^j$ üçgen bulanık sayıları temsil etmektedir. Genişletilmiş Analiz Yöntemi için dilsel ifadelerin bulanık önem dereceleri Tablo 23'te gösterilmiştir. Nesne i bakımından bulanık sentetik mertebenin değeri Denklem 34'teki gibi tanımlanmaktadır.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \times \left[\sum_{j=1}^m \sum_{j=1}^m \sum_{j=1}^m \right]^{-1} \quad (34)$$

$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j$ değerini elde edebilmek için ise m mertebe analiz değerine Denklem 35 ve 36'daki bulanık toplama işlemi uygulanmaktadır.

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{j=1}^m l_j \sum_{j=1}^m m_j \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (35)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{i=1}^n l_i \sum_{i=1}^n m_i \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (36)$$

Bulanık toplama işlemi ile mertebe analizleri yapıldıktan sonra ise vektörün tersi elde edilmektedir (Denklem 37).

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (37)$$

Bu aşamalardan sonra bulanık sayıların sıralanması/derecelendirilmesi aşamasına geçilmektedir. Elde edilen bulanık değerler karşılaştırılarak ağırlıklar elde edilmektedir. $M_1=(l_1, m_1, u_1)$ ve $M_2=(l_2, m_2, u_2)$ iki üçgen bulanık sayı olmak üzere $M_2 \geq M_1$ olasılık derecesi Denklem 38 ile hesaplanmaktadır.

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{M_1}(x)), \min(\mu_{M_2}(y))] \quad (38)$$

Tablo 23: Bulanık Önem Dereceleri

Sözel Önem	Bulanık Ölçek	Karşılık Ölçek
Eşit derecede önemli	(1,1,1)	(1,1,1)
Biraz daha fazla önemli	(2,3,4)	(1/4,1/3,1/2)
Kuvvetli derecede önemli	(4,5,6)	(1/6,1/5,1/4)
Çok kuvvetli derecede önemli	(6,7,8)	(1/8,1/7,1/6)
Tamamıyla önemli	(8,9,9)	(1/9,1/9,1/8)
Ara değerler	(1,2,3); (3,4,5); (5,6,7); (7,8,9)	(1/3,1/2,1); (1/5,1/4,1/3); (1/7,1/6,1/5); (1/9,1/8,1/7)

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Olasılık derecelerinin kıyaslanmasında ise Denklem 39 ve 40'tan faydalanılmaktadır.

$$V(M_2 \geq M_1) = \text{hgt}(M_2 \cap M_1) = \mu_M(d) \quad (39)$$

$$\mu_M(d) = \begin{cases} 1 & m_2 \geq m_1 \\ 0 & l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_1}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{diğer durumlarda} \end{cases} \quad (40)$$

d değeri M_1 ve M_2 bulanık sayılarının kesişim noktalarının ordinatını temsil etmektedir. Bu yüzden M_1 ve M_2 bulanık sayılarını karşılaştırmak için $V(M_1 \geq M_2)$ ve $V(M_2 \geq M_1)$ değerlerinin bulunması gerekmektedir.

Konveks bir bulanık sayının k tane bulanık sayı M_i ($i=1, 2, 3, \dots, k$)’dan büyük olabilirliğinin derecesi Denklem 41’de gösterilmiştir.

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = \min V[(M \geq M_i)] \quad (41)$$

$i=1, 2, \dots, n$ ve $k \neq i$ için $d^1(A_1) = \min V[(S_i \geq S_k)]$ varsayımıyla ağırlık vektörü Denklem 42’deki gibi elde edilmektedir.

$$W' = (d'(A_1), (d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (42)$$

W' üzerine yapılan normalizasyon işlemi sonucu artık bulanık sayı olmayan normalize edilmiş ağırlık vektörleri Denklem 43’te gösterilmiştir.

$$W = (d(A_1), (d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (43)$$

Genişletilmiş Analiz Yöntemi literatürde bulanık AHP problemleri için yaygın olarak kullanılan bir teknik olmasına karşın; yöntemin bulanık bir karşılaştırma matrisinden gerçek nihai ağırlıkları tahmin edemediği ve literatürde oldukça fazla yanlış uygulamaya yol açtığı belirtilmektedir. Ayrıca hesaplama yönteminden kaynaklı olarak bu yöntem, ağırlığı nispeten düşük değişkenleri analizden çıkararak önem derecesi yüksek değişkenleri baskın hale getirmektedir. Bulanık sayılar belirsiz koşullardaki belirsiz değerleri sayısallaştırmada kullanıldığından dolayı bulanık sayıların kendi içinde sıralanması ya da kıyaslanması önemli bir durumdur. Bu durum bulanık karar verme yöntemlerinin ortak sorunudur. Bulanık değerlerin sıralanması; üyelik derecesi fonksiyonu altındaki alan, çekim merkezi ve bazı kesişim noktaları gibi bulanık kümenin farklı özelliklerine göre elde edilebilmektedir. Bu yöntemlerin de kendilerine özgü avantaj ve dezavantajları bulunmakla birlikte hangi yöntemin daha iyi olduğuna karar vermek zordur ve bununla ilgili kesin bir literatür de bulunmamaktadır. Bu nedenle bu çalışmada, Genişletilmiş Analiz Yöntemi ile sentetik değerler hesaplandıktan sonra, üçgen bulanık sayıların sıralanması için geliştirilen ve sık kullanılan yöntemlerden biri olan Toplam Entegral Değer (Liou ve Wang, 1992) yaklaşımı ile entegral değerlerinin ağırlıklı indeks değerlerinden nihai ağırlıklar

hesaplanmıştır. Bu yaklaşımda üçgen bulanık sayılar ($\tilde{M} = (l, m, u)$) için toplam entegral değer Denklem 44'teki gibi hesaplanmaktadır (Aktepe ve Ersoz, 2011: 33; Şengül ve diğerleri, 2012: 150).

$$I_1^a(\tilde{M}) = \frac{1}{2} a(m+u) + \frac{1}{2} (1-a)(l+m) = \frac{1}{2} [a.u + m + (1-a).l] \quad (44)$$

denklemdaki α değeri $[0,1]$ arasında değer alan karar vericinin iyimserlik indeksidir. Bu değer 1'e yaklaşması iyimser karar vericiyi, 0'a yaklaşması ise kötümser karar vericiyi ifade etmektedir (Liou ve Wang, 1992: 247). Araştırmada ise bu değer, genellikle ılımlı karar verici değeri şeklinde nitelendirilen 0.5 olarak alınmıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMANIN BULGULARI

4.1. ANALİZLER SONUCU ELDE EDİLEN BULGULAR

4.1.1. Tanımlayıcı İstatistiksel Bilgiler

Bir önceki bölümde bahsedildiği gibi gemi denetimine etki eden değişkenler yazın taraması ve uzman görüşleri neticesinde belirlenmiştir. Bu bölümde bu değişkenler ışığında düzenlenen gemi denetim raporları üzerine tanımlayıcı istatistikler; liman devleti denetimlerinin yapıldığı mutabakat zaptlarının dağılımı, tespit edilen eksikliklerin frekansı, tutulmaya neden olan eksikliklerin frekansı ve denetim sonucuna etki eden değişkenlerin dağılımı olmak üzere dört kategori altında verilmiştir.

Türk bayraklı gemilere 2014-2019 yılları arasında uygulanan liman devleti denetimleri incelendiğinde toplam 6008 gemi denetim raporunun %44,06'lık kısmı Karadeniz MOU üyesi ülkelerin limanlarında olmuştur. Bunu 1978 gemi denetimi sayısı ve %32,92'lik oranla Paris MOU takip etmiştir. Tokyo MOU %5,28'lik oranla en düşük paya sahip olmasına karşın bu mutabakat zaptında Türk bayraklı gemiler uzun yıllar gri bayrak listesinde yer almış ve henüz 2023 yılında yayınlanan listede pandemi dönemindeki yapılan denetimlerdeki aksaklıkların da etkisiyle beyaz bayrağa geçiş yapmıştır. Bu yüzden, bu mutabakat zaptının da araştırmaya dahil edilmesi önem taşımaktadır. 6008 gemi denetimi raporu değerlendirildiğinde 2152 (%35,82) gemi denetiminde herhangi bir eksiklik tespit edilmemiştir. Gemilerde emniyet, güvenlik ve çevreyi riske atabilecek uygunsuzluk ya da eksikliklerin tespit edildiği gemi denetim sayısı 3647 (%60,70) olmuştur. Bunun yanı sıra geminin tutularak seyrini ve operasyonlarının kısıtlanmasını gerektiren eksiklik ve uygunsuzlukların tespit edildiği denetim sayısı 209'dur (%3,48). Eksiklik tespit edilmeyen denetimler incelendiğinde, eksiklik tespit edilmeme oranı mutabakat zaptındaki toplam denetim oranına göre en yüksek olan mutabakat zaptı %47,28'lik oranla Akdeniz MOU iken en düşük oran %28,88 ile Karadeniz MOU'na aittir. Eksiklik tespit edilen liman devleti denetimine ait gemi denetim raporu sonuçlarında ise en düşük orana Akdeniz MOU (%51,03)

sahip olmakla birlikte en yüksek oran Karadeniz MOU'dadır (%66,42). Gemilerin tutulma durumları analiz edildiğinde; Türk bayraklı gemilerin oransal olarak en fazla Paris ve Karadeniz MOU'nda tutulma durumuyla karşılaştığı görülmüştür. Araştırma kapsamında incelenen mutabakat zaptlarındaki Türk Bayraklı gemilere uygulanan liman devleti denetimlerine ait gemi denetim sonucu verileri Tablo 24'te gösterilmiştir.

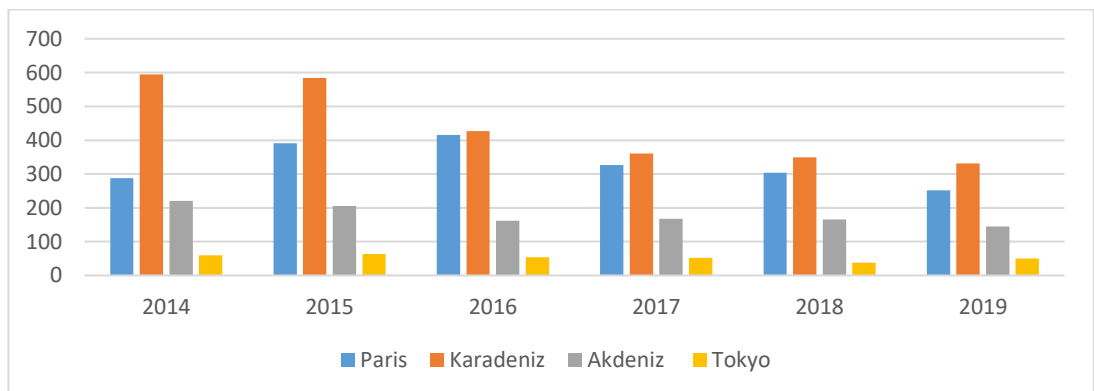
Tablo 24: Araştırmada Kullanılmış Türk Bayraklı Gemilere Uygulanan Liman Devleti Denetimlerinin Dağılımı

Mutabakat Zaptı	Eksiklik Tespit Edilmeyen	Eksiklik Tespit Edilen	Tutulma	Toplam
Paris	737 (%37,25)	1158 (%58,55)	83 (%4,20)	1978 (%32,92)
Karadeniz	791 (%28,88)	1758 (%66,42)	98 (%3,70)	2647 (%44,06)
Akdeniz	504 (%47,28)	544 (%51,03)	18 (%1,69)	1066 (%17,74)
Tokyo	120 (%37,85)	187 (%58,99)	10 (%3,16)	317 (%5,28)
Toplam	2152 (%35,82)	3647 (%60,70)	209 (%3,48)	6008

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Bunun yanı sıra yıllara göre gemi denetimlerinin dağılımı da Şekil 17'de gösterilmiştir. Grafik incelendiğinde denetim sayılarının genel olarak azalma eğiliminde olduğu görülmektedir.

Şekil 17: Türk Bayraklı Gemilere Uygulanan Liman Devleti Denetimlerinin Yıllara Göre Dağılımı



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 24 incelendiğinde, gemilerde eksiklik tespit edilen ve tutulma ile sonuçlanan toplam 3856 denetim sonucu bulunmaktadır. Bu denetimlerde tespit edilen toplam eksiklik sayısı 21236 olarak tespit edilmiştir. Denetimlerin bu şekilde sonuçlanmasına neden olan toplam 19 ana eksiklik alanı incelendiğinde ise en fazla frekansa sahip eksiklik alanı 3419 ile “seyir emniyeti” olmuştur. Bunu sırasıyla can “kurtarma araçları” (2732), “iş koşulları” (2471), “sertifika/dokümantasyon” (2366) ve “yangın emniyeti” (2131) alanları takip etmiştir. 2014-2019 yılları arasında araştırma kapsamında analiz edilen mutabakat zaptlarındaki Türk bayraklı gemilere ait gemi denetim sonuçlarında en az karşılaşılan eksikli alanları “gemi ekipmanları” (1), “tehlikeli maddeler” (43), “ISPS” (60) ve “yük operasyonları” olmuştur (100). Ana eksiklik alanı kapsamına giren bütün eksiklerin frekansları Tablo 25’te görülebilir.

Tablo 25: 2014-2019 Yıllarında Türk Bayraklı Gemilerde Tespit Edilen Eksikliklerin Ana Eksiklik Alanlarına Göre Frekans Dağılımı

Ana Eksiklik Alanı	Frekans (n)	Ana Eksiklik Alanı	Frekans (n)
01-Sertifika/dokümantasyon	2366	11-Can kurtarma araçları	2732
02-Yapısal koşullar	600	12-Tehlikeli maddeler	43
03-Su/Sızdırmazlık koşulları	834	13-Ana ve yedek makineler	1229
04-Acil durum sistemleri	1063	14-Yaşam ve çalışma koşulları	1615
05-Telsiz haberleşme	866	15-İş koşulları-MLC	2471
06-Gemi ekipmanları	1	16-Kirlilik önleme	692
07-Yangın emniyeti	2131	17-ISM	665
08-Alarmlar	112	18-ISPS	60
09-Seyir emniyeti	3419	99-Diğer eksiklikler	237
10-Yük operasyonları	100	Toplam	21236

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Gemilerin uygunsuzluklarının ve eksikliklerinin daha riskli olarak değerlendirildiği tutulma ile sonuçlanan 209 denetimde tespit edilen toplam eksiklik sayısı 2591 olmuştur. Tutulan gemilerde en fazla tespit edilen ana eksiklik alanları “seyir emniyeti” (451), “can kurtarma araçları” (339), “iş koşulları-MLC” (276) ve “yangın emniyeti” (270) olmuştur. Diğer ana eksiklik alanlarında tespit edilen eksikliklerin frekansı Tablo 26’da gösterilmiştir. Tutulma ile sonuçlanan gemilerde tespit edilen eksikliklerin tamamı tutulmaya sebep olan eksiklikler olmayabilir. Bu yüzden tutulmaya neden olan eksiklikleri de ayrıca incelemek faydalı olacaktır. Tablo 26’da frekans dağılımlarında kalın olarak parantez içinde vurgulanmış sayılar gemi denetimlerinde tutulmaya neden olan ana eksikliklerin frekans dağılımını

göstermektedir. Tutulmaya neden olan toplam eksiklik sayısı 776 olarak tespit edilmekle birlikte en yüksek frekansa sahip ana eksiklik alanları “yangın emniyeti” (124), “seyir emniyeti” (123), “acil durum sistemleri” (107) ve “can kurtarma araçları” (93) olmuştur. “Gemi ekipmanları”, “tehlikeli maddeler” ve “ISPS” alanlarında ise tutulmaya neden olacak bir eksiklik tespit edilmemiştir.

Tablo 26: 2014-2019 Yıllarında Tutulan Türk Bayraklı Gemilerde Tespit Edilen Toplam Eksiklik ve Tutulmaya Neden Olan Eksikliklerin Ana Eksiklik Alanlarına Göre Frekans Dağılımı

Eksiklik Alanı	Frekans (n)	Eksiklik Alanı	Frekans (n)
01-Sertifika/dokümantasyon	237 (46)	11-Can kurtarma araçları	339 (93)
02-Yapısal koşullar	67 (25)	12-Tehlikeli maddeler	0 (0)
03-Su/Sızdırmazlık koşulları	105 (36)	13-Ana ve yedek makineler	171 (45)
04-Acil durum sistemleri	184 (107)	14-Yaşam ve çalışma koşulları	143 (15)
05-Telsiz haberleşme	88 (23)	15-İş koşulları	276 (36)
06-Gemi ekipmanları	0 (0)	16-Kirlilik önleme	77 (19)
07-Yangın emniyeti	270 (124)	17-ISM	137 (77)
08-Alarmlar	13 (5)	18-ISPS	7 (0)
09-Seyir emniyeti	451 (123)	99-Diğer eksiklikler	17 (1)
10-Yük operasyonları	9 (1)	Toplam	2591 (776)

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Yazın taraması ve uzman görüşmeleri sonucunda analizlerde kullanılmasına karar verilen toplam 10 değişken, gemi profil değişkenleri ve denetim ile ilgili değişkenler olmak üzere iki sınıfa ayrılmıştır. Gemi profiline ait değişkenler; geminin tipi, geminin yaşı, geminin klas kuruluşu ve gemi tonajıdır. Denetim ile ilgili değişkenler ise denetimi yapan mutabakat zaptı/liman devleti, gemi eksiklik indeksi, geminin ait olduğu şirket performansı, son denetimden itibaren geçen süre, geminin tutulma geçmişi ve geminin kaza geçmişi olarak belirlenmiştir. Gemi tipi; dökme yük gemisi, genel yük gemisi, tanker, konteyner gemisi, Ro-Ro gemisi, yolcu gemisi ve geriye kalan frekans dağılımı çok düşük olan gemiler tek grup halinde “diğer gemiler” olmak üzere yedi farklı kategoriye ayrılmıştır. Gemi yaşı ise Türk bayraklı gemilerin yaş durumu (ortalama 23 yaş) göz önünde bulundurularak güncel koşullara en uygun sınıflandırma olan Karadeniz MOU yaş kriterine göre “12 yaş ve altı”, “13-24 yaş arası” ve “25 yaş ve üstü” olmak üzere üç kategori altında değerlendirilmiştir. Geminin klas kuruluşu değişkeni ise Türk bayrak devleti adına yetkilendirilmiş toplam sekiz klas kuruluşlarına göre kategorize edilmiştir (UAB, 2023). Bu kapsamda bu değişken;

Türk Loydu (TL), Det Norske Veritas- Germanische Lloyd (DNV-GL), American Bureau of Shipping (ABS), Lloyd's Register (LR), Nippon Kaiji Kyokai (NKK), Korean Register of Shipping (KRS), Registro Italiano Navale (RINA), Bureau Veritas (BV) ve diğer (bu klas kuruluşları dışında kalanlar) olmak üzere toplam dokuz farklı kategori altına alınmıştır. Dünya geneli ile kıyaslandığında Türk bayraklı deniz ticaret filosu daha küçük tonaja sahip gemilerden oluşmaktadır. Equasis gibi daha global gemi tonajı gruplandırma ölçütlerine göre gruplandırma yapılması, analiz için kullanılan verilerin dağılımına uygun olmayacağı için Türk bayraklı gemilerin tonajını gruplandırmada Statistical Package for Social Sciences (SPSS) Modeler 18.0 programı aracılığıyla Eşit Frekanslı Gruplandırma (Equal Frequency Binning) yöntemi uygulanmıştır. Yapılan analizler sonucunda gemi tonajı “3000 GRT altı”, “3000-10000 GRT arası” ve “10000 GRT üzeri” olmak üzere üç gruba ayrılmıştır.

Denetim ile ilgili eksiklikler altında sınıflandırılan gemi eksiklik indeksi ve şirket performansı bu değişkenleri hedef faktör sistemlerinde kullanan mutabakat zaptlarının hesaplama yöntemiyle yapılmıştır. Mutabakat zaptlarının paylaştığı gemi denetim sonuçlarında gemi eksiklik indeksi ya da şirket performansı ile ilgili bilgiler bulunmamaktadır. Bu yüzden araştırmacı önceden MS Office Excel dosyası içerisine aktarılan veri setine gerekli formüller ve kodlamalar uygulanarak analiz edilen yıllar içerisindeki gruplandırma verilerine ulaşılmıştır. Son denetimden itibaren geçen süre değişkeni ise yine dosya üzerinde kodlamalar yapılarak elde edilmiş ve bu değişkeni hedef faktör değişkeni olarak kullanan tek mutabakat zaptı olan Akdeniz MOU'nun gruplandırma şekline göre “0-6 ay arası”, “6-12 ay arası”, “12-24 ay arası” ve “24 ay ve üzeri/ilk denetim” olmak üzere 4 gruba uyarlanmıştır. Geminin tutulma geçmişi değişkeni ise geminin geçmişteki analiz edilen memrandumların bünyesindeki liman devleti denetimlerinde tutulma durumuna göre “var” ya da “yok” olarak kodlanmıştır. Gemi kaza geçmişi değişkeni de Global Integrated Shipping Information System (GISIS) veritabanından çekilen Türk bayraklı gemilere ait kaza istatistiklerinin araştırmanın ana veri seti üzerine kodlanmasıyla elde edilmiştir. Bir gemi geçmişte bir kazaya karıştıysa “var”, herhangi bir kazaya karışmamış ise “yok” olarak gruplandırılmıştır.

Analize giren gemi profil değişkenlerine ve denetim ile ilgili değişkenlere ait frekans ve yüzdelik dağılımları Tablo 27 ve Tablo 28’de gösterilmiştir. Gemi tipi

incelendiğinde (bkz. Tablo 27); en sık denetlenen gemilerin genel yük gemileri olduğu (%50,6) görülmektedir. Bu sonuç Türk bayraklı deniz ticaret filosunun da büyük kısmını genel yük gemileri oluşturduğu için olağan bir durumdur. Genel yük gemilerini sırasıyla dökme yük ve tanker tipi gemiler takip etmektedir. Gemi yaşı dağılımında üç grup arasındaki dağılım benzer olmakla birlikte denetlenen Türk bayraklı gemilerin %37,7'sini 12 yaş ve altındaki gemiler oluşturmuştur. 25 yaş ve üzeri gemiler %31,6'lık orana sahip iken 13-24 yaş arası gemiler %30,7'lik orana sahiptir. Gemilerin klas kuruluşunda ise büyük orana sahip yetkilendirilmiş kuruluşların BV (%27,8), TL (%27,3) ve NKK (%17,3) olduğu görülmektedir. Gemi tonajlarında ise 3000-10000 GRT arası gemiler %35,7'lik, 3000 GRT altı gemiler %35,3'lük orana sahip iken ve 10000 GRT üzeri gemiler %29 ile en düşük orana sahip gemi tonajı grubudur.

Tablo 27: Gemi Profil Değişkenlerine ait Kategoriler ve Frekans Dağılımları

Değişken	Kategori	Frekans (n)	Yüzde (%)
Gemi Tipi	Genel yük	3039	50,6
	Dökme yük	1156	19,2
	Tanker	810	13,5
	Konteyner	580	9,7
	Ro-Ro	165	2,7
	Yolcu	204	3,4
	diğer	54	0,9
Gemi Yaşı	12 yaş ve altı	2267	37,7
	13-24 yaş arası	1844	30,7
	25 yaş ve üzeri	1897	31,6
Geminin Klas Kuruluşu	Bureau Veritas (BV)	1672	27,8
	Türk Loydu (TL)	1643	27,3
	Nippon Kaiji Kyokai (NKK)	1041	17,3
	American Bureau of Shipping (ABS)	629	10,5
	Det Norske Veritas-Germanische Lloyd (DNV-GL)	458	7,6
	Lloyd's Register (LR)	204	3,4
	Korean Register of Shipping (KRS)	74	1,2
	Registro Italiano Navale (RINA)	146	2,4
	diğer	141	2,3
Geminin Tonajı	3000 GRT altı (<3000)	2120	35,3
	3000-10000 GRT arası ($3000 \leq \cdot \leq 10000$)	2146	35,7
	10000 GRT üzeri (>10000)	1742	29,0

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Denetimle ilgili değişkenler incelendiğinde (bkz. Tablo 28) ise denetlenen gemilerin %32,6'sı ortalama eksiklik indeksine sahiptir. Gemi eksiklik indeksi değişkeninde en düşük orana sahip grup ise ortalamanın altı indeksidir (%18,8). Denetlenen gemilerin şirket performansında en yüksek orana sahip grup orta performans (%46,4) olmakla birlikte çok düşük (%10,8) ve yüksek (%16,2) şirket performansına sahip gemilerin denetlenme oranlarının nispeten düşük olduğu görülmektedir. Denetlenen gemilerin ilgili mutabakat zaptı bünyesinde bulunan liman devletlerindeki son denetiminden itibaren geçen süreyi temsil eden son denetimden geçen süre değişkeni incelendiğinde denetlenen gemilerin yoğunlukla 0-6 ay arasında denetlendiği (%34,2) belirlenmiştir. Bu durumdan Türk bayraklı gemilerin liman devletleri tarafından yüksek riskli gemi kategorisinde değerlendirilerek kısa zaman aralıklarında denetlendiği çıkarımı yapılabilir.

Tablo 28: Denetim ile ilgili Değişkenlere ait Kategoriler ve Frekans Dağılımları

Değişken	Kategori	Frekans (n)	Yüzde (%)
Denetimi Yapan liman devleti/MOU	Karadeniz	2647	44,1
	Paris	1978	32,9
	Akdeniz	1066	17,7
	Tokyo	317	5,3
Gemi Eksiklik İndeksi	Ortalama altı	1127	18,8
	Ortalama	1958	32,6
	Ortalama üstü	1387	23,1
	-	1536	25,6
Şirket Performansı	Çok düşük	647	10,8
	Düşük	1127	18,8
	Orta	2785	46,4
	Yüksek	975	16,2
	-	474	7,9
Son Denetimden Geçen Süre	0-6 ay arası	2055	34,2
	6-12 ay arası	1503	25,0
	12-24 ay arası	752	12,5
	24 ay ve üzeri/ilk denetim	162	2,7
	-	1536	25,6
Geminin tutulma geçmişi	Yok	4548	75,7
	Var	1460	24,3
Geminin kaza geçmişi	Yok	5931	98,7
	Var	77	1,3

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Gemi denetim eksiklik indeksi, şirket performansı ve son denetimden geçen süre değişkenlerinde eksik verilerin bulunduğu gözlemlenmektedir. Önceki paragrafta da bahsedildiği gibi bu değişkenler mutabakat zaptlarının paylaştığı gemi denetim raporlarında bulunmadığı için değişkenlerin grupları analizlerde kullanılan veri setlerinden kodlanarak yapılmıştır. Bu yüzden özellikle gemilerin ve şirketlerin ilk denetimlerindeki bu hücreler boş hücre olarak kalmıştır. Model geliştirme sürecinde bu eksik verilerden oluşabilecek dezavantajın önüne EM algoritması kullanılarak geçilmiştir. Gerçekleştirilen denetimlerde gemilerin geçmiş denetimlerinde bir ya da daha fazla tutulma ile karşılaşma oranı %24,3 iken gemilerin %75,7'si daha önce tutulma yaşamamıştır. Denetlenen gemilerin sadece %1,3'ünün geçmişlerinde deniz kazası yaşadığı görülmektedir.

4.1.2. Veri Madenciliği Yöntemlerinin Uygulanması

Türk bayraklı gemilere uygulanan liman devleti denetimi raporları incelenerek oluşturulan veri seti yazın taraması ve uzman görüşleri neticesinde tespit edilen değişkenler ve bu değişkenlerin durumları doğrultusunda çeşitli ön işleme süreçlerinden geçirilerek nihai haline getirilmiştir. Microsoft (MS) Excel dosyası formatı üzerinde analiz edilen bu değişkenler toplam 270360 hücrelik (6008x45) bir veri seti oluşturmuştur. Yoğun bir ön işleme prosedürü gerektiren bu veri seti, yapılacak analizler doğrultusunda çeşitli alt veri setlerine ayrılmıştır. Öncelikle gemi denetim raporlarından oluşturulan veri setlerindeki gizli birliktelikleri ve ilişkileri ortaya çıkarmak için birliktelik kuralı yöntemi uygulanmıştır. Ardından Türk bayraklı bir gemiye uygulanacak bir liman devleti denetiminde denetim sonucu eksiklik oluşma durumunu tahmin eden makine öğrenmesi tabanlı farklı sınıflandırma yöntemleri kullanılarak en iyi performansa sahip model geliştirilmiştir. Bunun yanı sıra eksiklik tespit edilmesi olası gemilerin hangi alanlarda eksiklik tespit edilebileceğine yönelik on dokuz ana eksiklik alanı için ayrı ayrı modeller geliştirilmiştir. Ana model ile birlikte toplam yirmi adet sınıflandırma modelinin geçerliliği ve performansı gerek sınıflandırma yöntemleri ölçüm metrikleri ile gerekse senaryo analizleri ile değerlendirilmiştir.

4.1.2.1. Apriori Algoritması ile Birliktelik Kuralı Uygulaması

Birliktelik kuralları verilerdeki gizli kalmış ilişkileri ve birliktelikleri ortaya çıkararak karar vericilere büyük avantajlar sağlamaktadır. Tanımlayıcı bir veri madenciliği yöntemi olan birliktelik kurallarının hem uygulamasının kolay olması hem de oldukça kullanışlı sonuçlar vermesi popülerliğinin artmasını sağlamıştır. Market sepeti analizi olarak da literatürde bilinen bu yöntemin en bilinen ve sık kullanılan algoritma ise Apriori Algoritması'dır. Bu algoritma uygulanmasının ve sonuçlarının açıklanmasının kolay olmasının yanı sıra hızlı bir algoritma olduğu için araştırmada kullanılacak algoritma olarak seçilmiştir. Ardından veri seti denetimlerde tespit edilen eksiklikler arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılması, eksiklik tespit edilen ve eksiklik tespit edilmeyen denetimlerdeki değişkenlerin birlikteliklerinin tespiti ve çeşitli değişken koşulunda tespit edilen eksiklik ilişkilerini bulmak için analiz edilmiştir.

Birliktelik kuralı analizlerinin yapılmasında SPSS Modeler 18.0 paket programı ve R programlama dili (RStudio) kullanılmıştır. SPSS Modeler 18.0 paket programı birliktelik kurallarının oluşturulmasında kullanılırken R programlama dili özellikle tespit edilen kuralların görselleştirilmesinde kullanılmıştır. Birliktelik kurallarında analiz yapılabilmesi için değişkenlerin hepsinin kategorik değişken olması gerekmektedir. Araştırma veri setindeki sürekli değişken niteliğindeki veriler daha önceden veri ön işleme aşamasında kategorik hale getirildiği için ek bir işlem yapılmasına gerek kalmamıştır.

Birliktelik kuralı analizindeki ilk uygulama denetim sonucu eksiklik tespit edilen denetimlerdeki eksikliklerin arasındaki kuralların ortaya çıkarılması üzerine olmuştur. Veri setinin oluşturduğu toplam 6008 gemi denetim sonucunun 3857 tanesinde en az bir eksiklik tespit edilmiştir. Bu yüzden eksikliklerin arasındaki ilişki ve birlikteliklerin tespiti için bu 3857 gemi denetimi üzerinden analizler yapılmıştır. Birliktelik kurallarının oluşturulmasında minimum destek değeri 0.05 ve minimum güven değeri 0.6 olarak belirlenmiştir. Yapılan analiz sonucunda toplam 54 birliktelik kuralı oluşmuştur. Bu kuralların öge kümelerine incelendiğinde ise kuralların 2-öge kümeli, 3-öge kümeli ve 4-öge kümeli olduğu belirlenmiştir. Oluşan bu kurallar içerisinde destek değeri en yüksek olan 20 kural Tablo 29'da gösterilmiştir.

Tablo 29: Ana Eksiklik Alanlarında Oluşan Birliktelik Kuralı Sık Öğe Kümeleri

Kural No	Öğe Kümeleri	Destek
1	ana ve yardımcı makineler $\cap$ seyir emniyeti	0.123
2	telsiz haberleşme $\cap$ seyir emniyeti	0.120
3	iş koşulları-MLC $\cap$ can kurtarma araçları $\cap$ seyir emniyeti	0.115
4	iş koşulları-MLC $\cap$ seyir emniyeti $\cap$ can kurtarma araçları	0.115
5	yangın emniyeti $\cap$ can kurtarma araçları $\cap$ seyir emniyeti	0.109
6	sertifika/dokümantasyon $\cap$ can kurtarma araçları $\cap$ seyir emniyeti	0.092
7	ISM $\cap$ seyir emniyeti	0.091
8	iş koşulları-MLC $\cap$ yangın emniyeti $\cap$ seyir emniyeti	0.084
9	acil durum $\cap$ can kurtarma araçları $\cap$ seyir emniyeti	0.082
10	acil durum $\cap$ seyir emniyeti $\cap$ can kurtarma araçları	0.082
11	ana ve yardımcı makineler $\cap$ can kurtarma araçları $\cap$ seyir emniyeti	0.081
12	ana ve yardımcı makineler $\cap$ seyir emniyeti $\cap$ can kurtarma araçları	0.081
13	telsiz haberleşme $\cap$ seyir emniyeti $\cap$ can kurtarma araçları	0.079
14	telsiz haberleşme $\cap$ can kurtarma araçları $\cap$ seyir emniyeti	0.079
15	iş koşulları-MLC $\cap$ sertifika/dokümantasyon $\cap$ seyir emniyeti	0.074
16	acil durum $\cap$ yangın emniyeti $\cap$ can kurtarma araçları	0.071
17	acil durum $\cap$ can kurtarma araçları $\cap$ yangın emniyeti	0.071
18	yaşam ve çalışma koşulları $\cap$ yangın emniyeti $\cap$ seyir emniyeti	0.071
19	yaşam ve çalışma koşulları $\cap$ can kurtarma araçları $\cap$ seyir emniyeti	0.071
20	acildurum $\cap$ yangın emniyeti $\cap$ seyir emniyeti	0.070

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Destek değeri en yüksek olan birinci kural incelendiğinde “ana ve yardımcı makineler” ile “seyir emniyeti” eksikliğinin bir arada tespit edildiği denetim sonuçları eksiklik tespit edilen bütün denetim sonuçlarının %12,3’ünü oluşturduğu görülmektedir. Yine bir 2-öğe kümeli kural olan 2 numaralı kuralda ise “telsiz haberleşme” ve “seyir emniyeti” eksikliğinin bir arada tespit edildiği denetim sonuçları eksiklik tespit edilen tüm denetim sonuçlarının %12’sini oluşturmaktadır. En yüksek destek değerine sahip 3-öğe kümeli kuralı ise “iş kuralları-MLC”, “can kurtarma araçları” ve “seyir emniyeti” eksikliklerinin bir arada tespit edildiği denetimler oluşturmaktadır (%11,5). Özellikle, yüksek destek değerine sahip kuralların oluşmasında öne çıkan ana eksiklik alanlarının “seyir emniyeti”, “can kurtarma araçları” ve “iş kuralları-MLC” olduğu göze çarpmaktadır. “Gemi ekipmanları”, “tehlikeli maddeler” ve “ISPS” gibi diğer ana eksikliklere göre nispeten daha az tespit edilen eksikliklerin kural oluşumuna dahil olmadıkları gözlemlenmiştir. Oluşan birliktelik kuralları arasındaki ilişki de Şekil 18’de gösterilmiştir.

Güven değeri baz alınarak yapılan oluşturulan 20 kural ise Tablo 30’da verilmiştir. En yüksek güven değerine sahip 43 numaralı kuralda, “telsiz haberleşme”, “iş koşulları-MLC” ve “can kurtarma araçları” eksikliklerinin tespit edildiği

denetimlerin %82'sinde “seyir emniyeti” ile ilgili eksiklik tespit edilmiştir. Bu dört ana eksiklik türünün bir arada bulunduğu denetimler ise eksiklik tespit edilen bütün denetimlerin %5'ini oluşturmaktadır.

Şekil 18: Ana Eksiklik Alanları için Birliktelik Kuralları Arasındaki İlişki



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Güven değeri en yüksek ikinci kural olan 47 numaralı kuralda ise; “ana ve yardımcı makineler”, “iş koşulları-MLC” ve “can kurtarma araçları” tespit edilen denetimlerin %81’inde yine “seyir emniyeti” eksikliği tespit edilmiştir. Yüksek güven değerine sahip kuralların sonuçlarının “seyir emniyeti” ve “can kurtarma araçları” ana eksiklikleri olduğu göze çarpmaktadır. Ayrıca en yüksek ikinci ve üçüncü destek kuralındaki eksikliklerin oluşturduğu güven değerlerinin de yüksek olduğu görülmektedir.

Birliktelik kurallarında destek ve güven değerlerine ek olarak lift (ilginçlik-kaldıraç) değeri de anlamlı ve ilginç kuralların oluşumunda kullanılmaktadır. Veri setinde öncül ve sonuç öğelerin ne kadar bir arada olduğunu belirten bu değer 1’den ne kadar yüksekse o derece pozitif bağımlılık içermektedir. 1’e eşit değer bağımsızlığı ifade ederken, 1’den küçük değerler ise negatif bağımlılığı temsil etmektedir. Tablo 31’de en yüksek on kaldıraç değerini oluşturan kurallar verilmiştir.

Tablo 30: Ana Eksiklik Alanlarında Oluşan En Yüksek Güven Değerli Birliktelik Kuralları

Kural No	Öncül (Antecedent)	Sonuç (Consequent)	Güven	Destek
43	telsiz haberleşme $\cap$ iş koşulları-MLC $\cap$ can kurtarma araçları	seyir emniyeti	0.82	0.05
47	ana ve yardımcı makineler $\cap$ iş koşulları-MLC $\cap$ can kurtarma araçları	seyir emniyeti	0.81	0.05
54	ana ve yardımcı makineler $\cap$ acil durum	seyir emniyeti	0.80	0.05
44	telsiz haberleşme $\cap$ iş koşulları-MLC $\cap$ seyir emniyeti	can kurtarma araçları	0.78	0.05
31	telsiz haberleşme $\cap$ yangın emniyeti	seyir emniyeti	0.78	0.06
14	telsiz haberleşme $\cap$ can kurtarma araçları	seyir emniyeti	0.77	0.08
46	ana ve yardımcı makineler $\cap$ iş koşulları-MLC $\cap$ seyir emniyeti	can kurtarma araçları	0.77	0.05
29	telsiz haberleşme $\cap$ sertifika/dokümantasyon	seyir emniyeti	0.77	0.06
11	ana ve yardımcı makineler $\cap$ can kurtarma araçları	seyir emniyeti	0.76	0.08
22	telsiz haberleşme $\cap$ iş koşulları-MLC	seyi emniyeti	0.74	0.07
34	iş koşulları-MLC $\cap$ yangın emniyeti $\cap$ can kurtarma araçları	seyir emniyeti	0.74	0.06
35	iş koşulları-MLC $\cap$ yangın emniyeti $\cap$ seyir emniyeti	can kurtarma araçları	0.71	0.06
3	iş koşulları-MLC $\cap$ can kurtarma araçları	seyir emniyeti	0.71	0.11
38	su/sızdırmazlık koşulları $\cap$ can kurtarma araçları	seyir emniyeti	0.70	0.06
2	telsiz haberleşme	seyir emniyeti	0.70	0.12
21	ana ve yardımcı makineler $\cap$ iş koşulları-MLC	seyir emniyeti	0.70	0.07
26	telsiz haberleşme $\cap$ iş koşulları-MLC	can kurtarma araçları	0.70	0.07
9	acil durum $\cap$ can kurtarma araçları	seyir emniyeti	0.70	0.08
28	acil durum $\cap$ iş koşulları-MLC	seyir emniyeti	0.70	0.06
42	telsiz haberleşme $\cap$ yangın emniyeti	can kurtarma araçları	0.69	0.06

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Kural 44 incelendiğinde “telsiz haberleşme”, “iş koşulları-MLC”, “seyir emniyeti” eksiklikleri ile can kurtarma araçları eksikliği arasında yüksek bir ilişki vardır. Aynı şekilde Kural 47’de de “ana ve yardımcı makineleri”, “iş koşulları-MLC”, “can kurtarma araçları” eksiklikleri ile “seyir emniyeti” eksikliği arasında benzer seviyede bir ilişki bulunmaktadır.

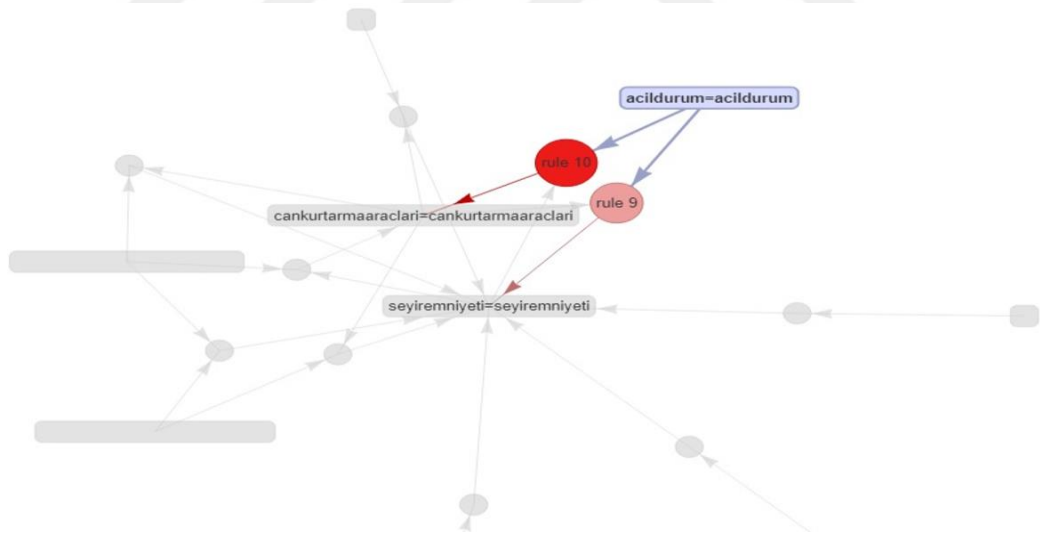
Ana eksiklik alanları arasındaki ilişkinin daha açık görülebilmesi için Şekil 19’da bir örnek gösterim verilmiştir. Örnekte “acil durum” ana eksiklik alanı ile en çok ilişkisi bulunan ana eksiklik alanları incelenmek istenmiştir. Şekil 19 incelendiğinde, “acil durum” eksikliği bulunan bir gemide “can kurtarma araçları” ya da “seyir emniyeti” ile ilgili eksiklik tespit edilme olasılığının yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 31: Ana Eksiklik Alanlarında Oluşan En Yüksek Lift Değerli Birliktelik Kuralları

Kural No	Öncül (Antecedent)	Sonuç (Consequent)	Kaldıraç (Lift)	Destek
44	telsiz haberleşme $\cap$ iş koşulları-MLC $\cap$ seyir emniyeti	can kurtarma araçları	2.05	0.05
47	ana ve yardımcı makineler $\cap$ iş koşulları-MLC $\cap$ can kurtarma araçları	seyir emniyeti	2.03	0.05
45	telsiz haberleşme $\cap$ can kurtarma araçları $\cap$ seyir emniyeti	iş koşulları-MLC	2.02	0.05
48	ana ve yardımcı makineler $\cap$ can kurtarma araçları $\cap$ seyir emniyeti	iş koşulları-MLC	1.94	0.05
27	telsiz haberleşme $\cap$ can kurtarma araçları	iş koşulları-MLC	1.89	0.07
35	iş koşulları-MLC $\cap$ yangın emniyeti $\cap$ seyir emniyeti	can kurtarma araçları	1.88	0.06
51	ISM $\cap$ yangın emniyeti	can kurtarma araçları	1.88	0.05
26	telsiz haberleşme $\cap$ iş koşulları-MLC	can kurtarma araçları	1.85	0.07
25	ana ve yardımcı makineler $\cap$ can kurtarma araçları	iş koşulları-MLC	1.82	0.07
42	telsiz haberleşme $\cap$ yangın emniyeti	can kurtarma araçları	1.82	0.06

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 19: Ana Eksiklik Alanları Arasındaki İlişki Üzerine Örnek Bir Uygulama



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

İkinci birliktelik kuralı analizi ise yazın taraması ve uzman görüşü ile elde edilen gemi denetimi sonucunu etkileyen değişkenler ile tespit edilen eksiklikler arasındaki ilişkileri ve birliktelikleri tespit etmek üzere yapılmıştır. Bu kapsamda Türk bayraklı gemilerde en çok tespit edilen ana eksiklik alanları olan “seyir emniyeti” ve “can kurtarma araçları” üzerinden analizler yapılmıştır. Bir önceki analizdeki eşik

değerleri değiştirilmeden yapılan analiz sonucunda 40 birliktelik kuralı elde edilmiştir. Tablo 32’de oluşan bu kurallar içerisinde en yüksek destek değerine sahip 10 birliktelik kuralı verilmiştir. Kural 1 incelenecek olursa denetimin Karadeniz MOU’nda yapıldığı, gemi tipinin genel yük gemisi olduğu ve denetimde “seyir emniyeti” eksikliğinin tespit edildiği denetimler bütün denetim sonuçlarının %19’unu oluşturmaktadır. Benzer şekilde Kural 2’de de son denetimden itibaren geçen süre 0-6 ay arası olan genel yük gemisinde “seyir emniyeti” eksikliği tespit edilmiş olan denetimler bütün denetimlerin %14’ünü oluşturmaktadır. Yüksek destek değerine sahip kuralların oluşumunda genel yük gemilerinin, son denetiminden itibaren 0-6 ay geçen denetimlerin, 3000 GRT altı gemilerin ve Karadeniz MOU’nın öne çıkan değişkenler olduğu görülmektedir.

Tablo 32: Seyir Emniyeti ile Gemi Denetimine Etki Eden Değişkenlerin Destek Değerine Göre Birliktelik Kuralları

Kural No	Öge Kümeleri	Destek
1	MOU = Karadeniz $\cap$ TİPİ = Genel yük $\cap$ seyir emniyeti	0.19
2	SON DENETİMDEN GEÇEN SÜRE = 0-6 ay arası $\cap$ TİPİ = Genel yük $\cap$ seyir emniyeti	0.14
3	SON DENETİMDEN GEÇEN SÜRE = 0-6 ay arası $\cap$ MOU = Karadeniz $\cap$ TİPİ = Genel yük $\cap$ seyir emniyeti	0.12
4	GRT = <3000grt $\cap$ MOU = Karadeniz $\cap$ seyir emniyeti	0.12
5	GRT = <3000grt $\cap$ MOU = Karadeniz $\cap$ TİPİ = Genel yük $\cap$ seyir emniyeti	0.11
6	GEMİ EKSİKLİK İNDEKSİ = ortalama üstü $\cap$ MOU = Karadeniz $\cap$ seyir emniyeti	0.11
7	KLAS = TL $\cap$ MOU = Karadeniz $\cap$ seyir emniyeti	0.11
8	KLAS = TL $\cap$ MOU = Karadeniz $\cap$ TİPİ = Genel yük $\cap$ seyir emniyeti	0.10
9	YAŞ = 25 yaş ve üstü $\cap$ MOU = Karadeniz $\cap$ TİPİ = Genel yük $\cap$ seyir emniyeti	0.09
10	SON DENETİMDEN GEÇEN SÜRE = 0-6 ay arası $\cap$ GRT = <3000grt $\cap$ seyir emniyeti	0.09

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

“Seyir emniyeti” eksiklikleri üzerine yapılan birliktelik kuralı analizinde en yüksek güven ve kaldırıcı değerine sahip on birliktelik kuralının aynı sıralamada olduğu tespit edilmiştir (Tablo 33). En yüksek güven ve kaldırıcı değerine sahip Kural 34 incelenecek olursa, “gemi eksiklik indeksi” ortalama üstü olan, “son denetimden itibaren geçen süresi” 0-6 ay arası olan, genel yük gemilerinin Karadeniz MOU’nda gerçekleşen denetimlerinin %68,0’inde “seyir emniyeti” eksikliği tespit edilmiştir. Bu değişkenler arasındaki 1.43 kaldırıcı değeri ise kuraldaki ilişki ve ilginçlik seviyesinin de yüksek olduğunu göstermektedir.

Tablo 33: Seyir Emniyeti ile Gemi Denetimine Etki Eden Değişkenlerin Güven ve Kaldıraç Değerine Göre Birliktelik Kuralları

Kural No	Öncül (Antecedent)	Sonuç (Consequent)	Güven	Destek	Kaldıraç (Lift)
34	GEMİ EKSİKLİK İNDEKSİ = ortalama üstü $\cap$ SON DENETİMDEN GEÇEN SÜRE = 0-6 ay arası $\cap$ MOU = Karadeniz $\cap$ TİPİ = Genel yük	seyir emniyeti	0.68	0.06	1.43
21	SON DENETİMDEN GEÇEN SÜRE = 0-6 ay arası $\cap$ GRT = <3000grt $\cap$ MOU = Karadeniz $\cap$ TİPİ = Genel yük	seyir emniyeti	0.68	0.07	1.42
14	SON DENETİMDEN GEÇEN SÜRE = 0-6 ay arası $\cap$ GRT = <3000grt $\cap$ MOU = Karadeniz	seyir emniyeti	0.67	0.07	1.42
15	GEMİ EKSİKLİK İNDEKSİ = ortalama üstü $\cap$ MOU = Karadeniz $\cap$ TİPİ = Genel yük	seyir emniyeti	0.66	0.07	1.40
30	YAŞ = 13-24 arası $\cap$ MOU = Karadeniz $\cap$ TİPİ = Genel yük	seyir emniyeti	0.66	0.06	1.39
40	GEMİ EKSİKLİK İNDEKSİ = ortalama üstü $\cap$ GEMİ TUTULMA GEÇMİŞİ = var $\cap$ SON DENETİMDEN GEÇEN SÜRE = 0-6 ay arası $\cap$ MOU = Karadeniz	seyir emniyeti	0.66	0.05	1.38
39	GEMİ TUTULMA GEÇMİŞİ = var $\cap$ SON DENETİMDEN GEÇEN SÜRE = 0-6 ay arası $\cap$ MOU = Karadeniz $\cap$ TİPİ = Genel yük	seyir emniyeti	0.66	0.05	1.38
11	GEMİ EKSİKLİK İNDEKSİ = ortalama üstü $\cap$ SON DENETİMDEN GEÇEN SÜRE = 0-6 ay arası $\cap$ MOU = Karadeniz	seyir emniyeti	0.65	0.09	1.37
27	KLAS = TL $\cap$ SON DENETİMDEN GEÇEN SÜRE = 0-6 ay arası $\cap$ MOU = Karadeniz $\cap$ TİPİ = Genel yük	seyir emniyeti	0.65	0.06	1.36
32	GEMİ EKSİKLİK İNDEKSİ = ortalama üstü $\cap$ GEMİ TUTULMA GEÇMİŞİ = var $\cap$ MOU = Karadeniz	seyi remniyeti	0.64	0.06	1.36

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

İkinci en yüksek kaldıraç seviyesine sahip kuralda ise ortalamanın üstü gemi eksiklik indeksinin yerine 3000 GRT altı büyüklüğündeki gemi değişkeninin geçtiği görülmektedir (Kural 21). Yüksek destek, güven ve kaldıraç değerleri incelendiğinde oluşan kurallarda genel yük gemileri, 3000 GRT altı büyüklüğe sahip gemiler, “son denetimden itibaren geçen süresi” 0-6 ay olan gemiler ve Karadeniz MOU’nun seyir emniyeti eksikliklerinde öne çıktığı göze çarpmaktadır.

Gemi denetim sonucuna etki eden değişkenler ile “can kurtarma araçları” ana eksiklik alanı üzerine yapılan analizi için ise önceki analizlerdeki eşik değerleri ile az sayıda birliktelik kuralı olduğu için sadece güven değeri 0.6’dan 0.5’e çekilmiştir. Analiz sonucunda toplam 33 birliktelik kuralı tespit edilmiştir. En yüksek destek değerine sahip on birliktelik kuralı Tablo 34’te gösterilmiştir. İlk kural incelendiğinde “can kurtatama araçları” eksikliği ile Karadeniz MOU’nda denetlenen gemilerin bir

arada olması bütün denetim verilerin %24'ünü oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra Kural 4 ve 5 incelendiğinde; Karadeniz MOU'nda denetlenen 25 yaş üstü gemiler ile 3000-10000 GRT arası büyüklüğe sahip gemilerin de “can kurtarma araçları” eksikliğine yakalanma olasılıklarının yüksek olduğu söylenebilir. Ayrıca, “seyir emniyeti” eksikliğinde olduğu gibi genel yük gemilerinin “can kurtarma araçları” eksikliğinde kural oluşturma öne çıktığı görülmektedir.

Tablo 34: Can Kurtarma Araçları ile Gemi Denetimine Etki Eden Değişkenlerin Destek Değerine Göre Birliktelik Kuralları

Kural No	Öge Kümeleri	Destek
1	MOU = Karadeniz $\cap$ can kurtarma araçları	0.24
2	MOU = Karadeniz $\cap$ TİPİ = Genel yük $\cap$ can kurtarma araçları	0.16
3	SON DENETİMDEN GEÇEN SÜRE = 0-6 ay arası $\cap$ MOU = Karadeniz $\cap$ can kurtarma araçları	0.14
4	GRT = 3000-10000grt arası $\cap$ MOU = Karadeniz $\cap$ can kurtarma araçları	0.10
5	YAŞ = ≥ 25 $\cap$ MOU = Karadeniz $\cap$ can kurtarma araçları	0.10
6	SON DENETİMDEN GEÇEN SÜRE = 0-6 ay arası $\cap$ MOU = Karadeniz $\cap$ TİPİ = Genel yük $\cap$ can kurtarma araçları	0.10
7	GEMİ EKSİKLİK İNDEKSİ = ortalama üstü $\cap$ SON DENETİMDEN GEÇEN SÜRE=0-6 ay arası $\cap$ can kurtarma araçları	0.10
8	GEMİ EKSİKLİK İNDEKSİ = ortalama üstü $\cap$ MOU = Karadeniz $\cap$ can kurtarma araçları	0.09
9	GEMİ TUTULMA GEÇMİŞİ= var $\cap$ MOU = Karadeniz $\cap$ can kurtarma araçları	0.09
10	YAŞ = ≥ 25 $\cap$ MOU = Karadeniz $\cap$ TİPİ = Genel yük $\cap$ can kurtarma araçları	0.08

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

“Seyir emniyeti” eksiklikleri analizinde olduğu gibi “can kurtarma araçları” eksikliklerinde de en yüksek on güven ve kaldırma (lift) değerine sahip birliktelik kurallarının aynı sıralamada olduğu tespit edilmiştir. En yüksek güven ve kaldırma (lift) değerine sahip on birliktelik kuralı destek değerleri ile birlikte Tablo 35'te gösterilmiştir. En yüksek güven ve kaldırma (lift) değerine sahip kural (Kural 28) analiz edildiğinde, Karadeniz MOU'nda denetlenen ortalama üstü eksiklik indeksine sahip gemi özelliklerine sahip denetlemelerin %58'inde “can kurtama araçları” eksikliği tespit edilmiştir.

Tablo 35: Can Kurtarma Araçları ile Gemi Denetimine Etki Eden Değişkenlerin Güven Değerine Göre Birliktelik Kuralları

Kural No	Öncül (Antecedent)	Sonuç (Consequent)	Kaldıraç (Lift)	Güven	Destek
28	GEMİ EKSİKLİK İNDEKSİ = ortalama üstü $\cap$ GEMİ TUTULMA GEÇMİŞİ = var $\cap$ MOU = Karadeniz	can kurtarma araçları	1.54	0.58	0.05
13	GEMİ EKSİKLİK İNDEKSİ = ortalama üstü $\cap$ SON DENETİMDEN GEÇEN SÜRE = 0-6 ay arası $\cap$ MOU = Karadeniz	can kurtarma araçları	1.53	0.58	0.08
20	ŞİRKET PERFORMANSI = düşük $\cap$ MOU = Karadeniz	can kurtarma araçları	1.49	0.56	0.06
16	GEMİ TUTULMA GEÇMİŞİ = var $\cap$ SON DENETİMDEN GEÇEN SÜRE = 0-6 ay arası $\cap$ MOU = Karadeniz	can kurtarma araçları	1.49	0.56	0.07
26	GEMİ EKSİKLİK İNDEKSİ = ortalama üstü $\cap$ GEMİ TUTULMA GEÇMİŞİ = var $\cap$ SON DENETİMDEN GEÇEN SÜRE = 0-6 ay arası	can kurtarma araçları	1.48	0.56	0.05
8	GEMİ EKSİKLİK İNDEKSİ = ortalama üstü $\cap$ MOU = Karadeniz	can kurtarma araçları	1.47	0.56	0.09
22	GEMİ EKSİKLİK İNDEKSİ = ortalama üstü $\cap$ MOU = Karadeniz $\cap$ TİPİ = Genel yük	can kurtarma araçları	1.46	0.55	0.06
9	GEMİ TUTULMA GEÇMİŞİ = var $\cap$ MOU = Karadeniz	can kurtarma araçları	1.44	0.55	0.09
32	GRT = >10000grt $\cap$ MOU = Karadeniz	can kurtarma araçları	1.44	0.54	0.05
19	GEMİ TUTULMA GEÇMİŞİ = var $\cap$ MOU = Karadeniz $\cap$ TİPİ = Genel yük	can kurtarma araçları	1.44	0.54	0.06

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

En yüksek güven ve kaldıraç değerlerine göre ortalama üstü eksiklik indeksine sahip gemiler, son denetimden itibaren 0-6 ay geçmiş gemiler, düşük şirket performansına sahip gemiler ve Karadeniz MOU’nun “can kurtarma araçları” eksikliği tespitinde farklılık göstererek öne çıkan değişkenler olduğu yorumunda bulunulabilir (Kural 28, 13, 20, 16). Bunun yanı sıra Karadeniz MOU’nda denetlenen 10000 GRT üstü gemilerde de “can kurtarma araçları” eksikliği tespit edilme oranının yüksek çıkması da ilginç bir bulgudur (Kural 32).

Birliktelik kuralına yönelik yapılan son analizler ise denetimler sonucu eksiklik tespit edilen ve denetimleri eksiksiz tamamlayan gemiler üzerine yapılmıştır. Bu analizlerde de eksikliklerle ilgili analizlerde kullanılan eşik değerleri olan 0.05 destek değeri ve 0.6 güven değeri kullanılmıştır. Denetimler sonucu eksiklik tespit edilen 3856 denetim raporunun analiz edildiği veri setinden 496 birliktelik kuralı oluşmuştur. Tablo 36’da en yüksek destek değerine sahip on birliktelik kuralı gösterilmiştir. Kural

1 incelendiğinde 3000 GRT altı büyüklükteki genel yük tipi gemiler eksiklik tespit edilen bütün denetimlerin %33'ünü oluşturmaktadır. Yine Karadeniz MOU'nda denetlenen ve 25 yaş üstü olan genel yük gemilerinin de destek değerlerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir (Kural 2 ve 3). Bulgulardan tespit edilen dikkat çekici bir kural ise “gemi eksiklik indeksi” ortalamada ve “şirket performansı” da orta seviyede olan gemiler eksiklik tespit edilen denetimlerin %22'sini oluşturmaktadır (Kural 8).

Tablo 36: Eksiklik Tespit Edilen Denetimlerin Destek Değerine Göre Birliktelik Kuralları

Kural No	Öge Kümeleri	Destek
1	$GRT = <3000grt \cap TİPİ = Genel yük$	0.33
2	$MOU = Karadeniz \cap TİPİ = Genel yük$	0.31
3	$YAŞ = \geq 25 \cap TİPİ = Genel yük$	0.30
4	$SON DENETİMDEN GEÇEN SÜRE = 0-6 \text{ ay arası} \cap MOU = Karadeniz$	0.28
5	$KLAS = TL \cap TİPİ = Genel yük$	0.28
6	$KLAS = TL \cap GRT = <3000grt$	0.24
7	$KLAS = TL \cap YAŞ = \geq 25$	0.23
8	$GEMİ EKSİKLİK İNDEKSİ = orta \cap ŞİRKET PERFORMANSI = orta$	0.22
9	$GRT = 3000-10000grt \text{ arası} \cap TİPİ = Genel yük$	0.22
10	$KLAS = TL \cap GRT = <3000grt \cap TİPİ = Genel yük$	0.20

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Eksiklik tespit edilen denetimlerde oluşan birliktelik kurallarındaki en yüksek 10 güven değerine sahip birliktelik kuralı Tablo 37’de verilmiştir. Oluşan birliktelik kurallarındaki değerlerin yüksek olduğu görülmekle birlikte en birliktelik kuralı incelendiğinde Karadeniz MOU’nda denetlenen 3000 GRT altı büyüklüğündeki ve klas kuruluşu TL olan ve son denetiminden itibaren geçen süre 0-6 ay olan gemilerin oluşturduğu eksiklik tespit edilen denetimlerin %99’unu genel yük gemileri oluşturmuştur. Güven değeri yüksek olan birliktelik kurallarının sonuç bölümünü oluşturan baskın kriterin genel yük gemileri olduğu görülmektedir. Bu sonuç Türk bayraklı deniz ticaret filosunun ve aynı şekilde denetlenen gemilerin büyük kısmının genel yük gemileri olmasından dolayı olağan bir sonuçtur. Bunun yanı sıra kuralların oluşumunda öncül bölümde yer alan baskın koşullar da 3000 GRT altı gemiler, 25 yaş üstü gemiler, Karadeniz MOU, TL klas kuruluşudur.

Tablo 37: Eksiklik Tespit Edilen Denetimlerin Güven Değerine Göre Birliktelik Kuralları

Kural No	Öncül (Antecedent)	Sonuç (Consequent)	Güven	Destek
299	KLAS = TL $\cap$ SON DENETİMDEN GEÇEN SÜRE = 0-6 ay arası $\cap$ GRT = <3000grt $\cap$ MOU = Karadeniz	TİPİ = Genel yük	0.99	0.06
473	MOU = TOKYO	GRT = >10000grt	0.99	0.05
64	KLAS = TL $\cap$ GRT = <3000grt $\cap$ MOU = Karadeniz	TİPİ = Genel yük	0.99	0.11
209	KLAS = TL $\cap$ YAŞ = ≥ 25 $\cap$ GRT = <3000grt $\cap$ MOU = Karadeniz	TİPİ = Genel yük	0.99	0.07
96	YAŞ = ≥ 25 $\cap$ GRT = <3000grt $\cap$ MOU = Karadeniz	TİPİ = Genel yük	0.97	0.10
435	GEMİ TUTULMA GEÇMİŞİ = var $\cap$ KLAS = TL $\cap$ YAŞ = ≥ 25 $\cap$ GRT = <3000grt	TİPİ = Genel yük	0.97	0.05
163	GEMİ TUTULMA GEÇMİŞİ = var $\cap$ KLAS = TL $\cap$ GRT = <3000grt	TİPİ = Genel yük	0.97	0.08
179	KLAS = NKK $\cap$ TİPİ = Dökme yük	GRT = >10000grt	0.97	0.08
360	GEMİ EKSİKLİK İNDEKSİ = ortalama üstü $\cap$ GRT = <3000grt $\cap$ MOU = Karadeniz	TİPİ = Genel yük	0.97	0.06
292	GEMİ TUTULMA GEÇMİŞİ = var $\cap$ GRT = <3000grt $\cap$ MOU = Karadeniz	TİPİ = Genel yük	0.97	0.07

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Yüksek güven değerine sahip önemli bir kural da eksiklik tespit edilen klas kuruluşu NKK olan dökme yük gemilerinin %97'sini 10000 GRT üzeri gemiler oluşturmaktadır (Kural 179). Bu kural 4.10 kaldırıcı (lift) değeri ve bu kurala benzer özellikteki bir kural da 5.32 ile en yüksek kaldırıcı (lift) değeri ile ilginç kurallar olarak karşımıza çıkmaktadır (Tablo 38).

Tablo 38: Eksiklik Tespit Edilen Denetimlerin Kaldırıcı Değerine Göre Birliktelik Kuralları

Kural No	Öncül (Antecedent)	Sonuç (Consequent)	Kaldırıcı (Lift)	Destek
178	KLAS = NKK $\cap$ GRT = >10000grt	TİPİ = Dökme yük	5.32	0.08
226	GRT = >10000grt $\cap$ SON DENETİMDEN GEÇEN SÜRE = 0-6 ay arası	TİPİ = Dökme yük	4.27	0.07
473	MOU = TOKYO	GRT = >10000grt	4.18	0.05
179	KLAS = NKK $\cap$ TİPİ = Dökme yük	GRT = >10000grt	4.10	0.08
295	GRT = >10000grt $\cap$ MOU = Karadeniz	TİPİ = Dökme yük	3.89	0.06
471	GRT = >10000grt $\cap$ GEMİ EKSİKLİK İNDEKSİ = ortalama	TİPİ = Dökme yük	3.87	0.05
470	TİPİ = Dökme yük $\cap$ GEMİ EKSİKLİK İNDEKSİ = ortalama	GRT = >10000grt	3.81	0.05
357	TİPİ = Dökme yük $\cap$ YAŞ = 13-24 yaş arası	GRT = >10000grt	3.74	0.06
158	TİPİ = Dökme yük $\cap$ YAŞ = ≤ 12	GRT = >10000grt	3.72	0.08
358	GRT = >10000grt $\cap$ YAŞ = 13-24 yaş arası	TİPİ = Dökme yük	3.67	0.06

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Kural 3 ise; eksiklik indeksi ortalama ve şirket performansı orta olan gemilerin bir arada bulunduğu denetimlerin eksiklik tespit edilmeyen denetimlerin %22'sini oluşturan oldukça ilginç bir birliktelik kuralı olduğu söylenebilir.

Tablo 39: Eksiklik Tespit Edilmeyen Denetimlerin Destek Değerine Göre Birliktelik Kuralları

Kural No	Öge Kümeleri	Destek
1	$GRT = >10000grt \cap YAŞ = \leq 12$	0.25
2	$GRT = >10000grt \cap ŞİRKET PERFORMANSI = orta$	0.23
3	$GEMİ EKSİKLİK İNDEKSİ = ortalama \cap ŞİRKET PERFORMANSI = orta$	0.22
4	$KLAS = BV \cap TİPİ = Genel yük$	0.22
5	$KLAS = BV \cap YAŞ = \leq 12$	0.21
6	$KLAS = BV \cap GRT = 3000-10000grt \text{ arası}$	0.20
7	$TİPİ = Dökme yük \cap GRT = >10000grt$	0.19
8	$GRT = <3000grt \cap TİPİ = Genel yük$	0.18
9	$GEMİ EKSİKLİK İNDEKSİ = ortalama altı \cap YAŞ = \leq 12$	0.18
10	$SON DENETİMDEN GEÇEN SÜRE = 6-12 \text{ ay arası} \cap ŞİRKET PERFORMANSI = orta$	0.18

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

En yüksek güven değerine sahip kurallar incelendiğinde birliktelik kurallarının sonuç bölümünü ağırlıklı olarak 10000 GRT ve üzeri gemiler oluşturmaktadır (Tablo 40). Bunun yanı sıra DNV-GL ve NKK klas kuruluşları, konteyner ve dökme yük gemileri ile 12 yaş ve altı gemiler birliktelik kurallarının öncül bölümünü oluşturduğu görülmektedir.

Tablo 40: Eksiklik Tespit Edilmeyen Denetimlerin Güven Değerine Göre Birliktelik Kuralları

Kural No	Öncül (Antecedent)	Sonuç (Consequent)	Güven	Destek
198	$KLAS = DNVGL \cap YAŞ = \leq 12 \cap ŞİRKET PERFORMANSI = orta$	$GRT = >10000grt$	1.00	0.05
82	$KLAS = NKK \cap TİPİ = Dökme yük \cap YAŞ = \leq 12$	$GRT = >10000grt$	0.99	0.08
83	$KLAS = NKK \cap GRT = >10000grt \cap YAŞ = \leq 12$	$TİPİ = Dökme yük$	0.98	0.08
25	$KLAS = NKK \cap TİPİ = Dökme yük$	$GRT = >10000grt$	0.97	0.12
127	$KLAS = NKK \cap TİPİ = Dökme yük \cap ŞİRKET PERFORMANSI = orta$	$GRT = >10000grt$	0.96	0.06
155	$TİPİ = Konteyner \cap YAŞ = \leq 12 \cap ŞİRKET PERFORMANSI = orta$	$GRT = >10000grt$	0.95	0.05
169	$MOU = TOKYO$	$GRT = >10000grt$	0.95	0.05
68	$KLAS = DNVGL \cap ŞİRKET PERFORMANSI = orta$	$GRT = >10000grt$	0.94	0.08
100	$KLAS = DNVGL \cap TİPİ = Konteyner$	$GRT = >10000grt$	0.94	0.07
140	$KLAS = DNVGL \cap TİPİ = Konteyner \cap ŞİRKET PERFORMANSI = orta$	$GRT = >10000grt$	0.93	0.06

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Kural 198 incelendiğinde, şirket performansı orta ve klas kuruluşu DNV-GL olan 12 yaş ve altı gemilerin oluşturduğu denetimlerin tamamı 10000 GRT ve üzeri gemilere yapılmıştır. Benzer şekilde klas kuruluşu NKK olan 12 yaş ve altı dökme yük gemilerinin oluşturduğu denetimlerin %99'unu da 10000 GRT ve üzeri gemiler oluşturmaktadır. Tokyo MOU'nda gerçekleştirilen denetimlerin de %95'i 10000 GRT ve üzeri gemilere yapılmıştır. Buradan Tokyo MOU'ndaki Türk bayraklı gemilerin büyük tonajlı gemiler olduğu çıkarımı yapılabilir.

Eksiklik tespit edilmeyen denetimlerde en yüksek kaldırma değerine sahip birliktelik kuralları Tablo 41'de verilmiştir. Bu birliktelik kurallarının kaldırma değerlerinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bu da birliktelik kuralları arasında yüksek ilişki ve ilginçlik seviyesini göstermektedir. En yüksek kaldırma değerine sahip olan birliktelik kuralı olan Kural 114'te şirket performansı orta ve klas kuruluşu DNV-GL olan gemiler ile konteyner gemileri arasında yüksek ilişki tespit edilmiştir. En yüksek kaldırma değerine sahip ikinci kuralda ise en yüksek kurala ek olarak 10000 GRT üzeri gemiler koşulunun da eklendiği görülmektedir. Diğer en yüksek kaldırma değerine sahip kurallar ise 12 yaş ve altı, 10000 GRT ve üzeri, klas kuruluşu NKK olan dökme yük gemileri arasında olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 41: Eksiklik Tespit Edilmeyen Denetimlerin Kaldırma Değerine Göre Birliktelik Kuralları

Kural No	Öncül (Antecedent)	Sonuç (Consequent)	Kaldırma (Lift)	Destek
114	KLAS = DNVGL $\cap$ ŞİRKET PERFORMANSI = orta	TİPİ = Konteyner	5.33	0.06
141	KLAS = DNVGL $\cap$ GRT = >10000grt $\cap$ ŞİRKET PERFORMANSI = orta	TİPİ = Konteyner	5.27	0.06
83	KLAS = NKK $\cap$ GRT = >10000grt $\cap$ YAŞ = $\leq$ 12	TİPİ = Dökme yük	4.50	0.08
101	KLAS = DNVGL $\cap$ GRT = >10000grt	TİPİ = Konteyner	4.29	0.07
26	KLAS = NKK $\cap$ GRT = >10000grt	TİPİ = Dökme yük	4.18	0.12
128	KLAS = NKK $\cap$ GRT = >10000grt $\cap$ ŞİRKET PERFORMANSI = orta	TİPİ = Dökme yük	4.02	0.06
77	KLAS = NKK $\cap$ YAŞ = $\leq$ 12	TİPİ = Dökme yük	3.70	0.08
129	TİPİ = Dökme yük $\cap$ GRT = >10000grt $\cap$ ŞİRKET PERFORMANSI = orta	KLAS = NKK	3.12	0.06
27	TİPİ = Dökme yük $\cap$ GRT = >10000grt	KLAS = NKK	3.04	0.12
61	GRT = 3000-10000grt arası $\cap$ TİPİ = Genel yük $\cap$ YAŞ = $\leq$ 12	KLAS = BV	2.87	0.08

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Eksiklik tespit edilmeyen denetimlerin analizi sonucu oluşan kurallar arasındaki ilişki Şekil 21’de gösterilmiştir.

Şekil 21: Eksiklik Tespit Edilmeyen Denetimlerin Birliktelik Kuralları Arasındaki İlişki



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

4.1.2.2. Sınıflandırma Algoritmaları Kullanarak Gemi Denetim Sonucu ve Tespit Edilebilecek Ana Eksiklik Alanlarının Tahminlemesi

Bu bölümde Türk bayraklı gemilerin dört farklı mutabakat zaptında girmiş oldukları toplam 6008 liman devleti denetimi raporundan oluşan veri seti üzerinden gemi denetimi sonucunda eksiklik tespit edilme durumunu tahmin edecek Bayes Teoremi tabanlı farklı modeller geliştirilmiştir. Elde edilen modeller arasından performansı en yüksek model seçilerek modeldeki değişkenler arasındaki ilişkilerin gerçek koşullarla uygunluğu uzmanların görüşüne sunulmuştur. Ardından denetim sonucu eksiklik tespit edilmesi muhtemel denetimlerin hangi ana eksiklik alanlarında eksiklik oluşacağını tahmin edecek on dokuz model geliştirilmiştir. Geliştirilen modellerin performansları ve geçerlilikleri üzerine gerekli parametreler üzerinden açıklamalar yapılmıştır. Bunun yanı sıra gerçek denetim sonuçları üzerinden senaryo analizleri gerçekleştirilmiştir.

4.1.2.2.1. Naive Bayes Tabanlı Sınıflandırma Algoritmaları Kullanılarak Gemi Denetim Sonucunu Tahmin Eden Modellerin Geliştirilmesi

Gemi denetim sonucunda eksiklik tespit edilme durumuna yönelik NB, TAN ve ANB sınıflandırma algoritmaları kullanılarak modelleri geliştirilmiştir. Sınıflandırma algoritmaları içerisinde NB tabanlı algoritmalarının seçilmesinin sebebi ise bu algoritmaların anlaşılmasının oldukça kolay olması, gerekli durumlarda uzmanlar tarafından model üzerinde düzeltmeler yapılabilmesi, doğrudan tahmin edebilmenin yanında olasılıksal değerlerle de tahmin yürütme imkanı sağlaması ve bu algoritmaların oldukça iyi performans göstermesidir. Yazın taraması ve uzman görüşleri neticesinde tespit edilen on değişken bağımsız değişkenler olarak belirlenirken denetim sonucunda gemide eksiklik tespit edilme durumu da sınıf (bağımlı) değişken olarak belirlenmiştir. Modellerin geliştirilme sürecinde Waikato Environment for Knowledge Analysis (WEKA) 3.6 ve Netica programları kullanılmıştır. Veri seti, en yüksek performansa sahip modelin elde edilebilmesi için eğitim ve test verisi %80-%20, %75-%25, %70-%30 ve %65-%35 olarak WEKA programında rastgele ayırma yöntemiyle ayrılmıştır. Ayrılan bütün veriler ayrı ayrı analiz edilmiştir. K2 tabanlı ANB algoritmasında maksimum ebeveyn sayısı dokuz olarak belirlenerek, olabilecek bütün optimum ilişkilerin tespit edilmesi sağlanmıştır. Her değişken NB algoritmasında tek bir ebeveyne ve TAN algoritmasında da en fazla iki ebeveyne sahip olabileceği için bu algoritmalar üzerinde herhangi bir parametre düzeltmesine gidilmemiştir. Ağ yapılarını (structure) öğrenme aşaması olarak nitelendirilen bu aşama da WEKA 3.6 programı kullanılarak oluşturulmuştur. Ardından, elde edilen NB, TAN ve ABN ağları Netica programına aktarılarak EM algoritması ile parametre öğrenme uygulaması yapılmıştır. Daha önceki bölümlerde de bahsedildiği gibi bu algoritmanın kullanılmasına veri setindeki eksik verileri optimal değerleri atayarak modeli güçlendirmesi nedeniyle karar verilmiştir. Yapı ve parametre öğrenmesi aşamalarının ardından, kullanılan üç farklı sınıflandırma ve dört farklı veri dağılımı neticesinde toplam 12 modelin teker teker performans değerlendirme ve geçerlilik parametreleri hesaplanmıştır.

Makine öğrenmesi sınıflandırma algoritmalarında geliştirilen modellerin performans ölçümleri için kullanılan çeşitli metrikler bulunmaktadır. Bu metriklerin

büyük kısmının tespit edilmesi ve modelin genel başarısının değerlendirilmesi Hata Matrisi (Confusion Matrix) üzerinden yapılmaktadır. Hata Matrisi modelin geliştirilmesinden sonra test verileri ile kontrol edilerek modelin tahmin ettiği ve gerçek verideki sonuçların karşılaştırılmasıyla elde edilmektedir. İkili sınıflandırma bulunan bir Hata Matrisi için tahmin edilen ve gerçekte var olan durumlara (pozitif-negatif) göre 2x2'lik bir matris oluşturulmaktadır. Bu matris; doğru pozitif (true positive-TP), doğru negatif (true negative-TN), yanlış pozitif (false positive-FP) ve yanlış negatif (false negative-FN) öğelerinden oluşmaktadır. TP ve TN doğru olarak sınıflandırılan pozitif ve negatif örneklerin sayısını, FN ve FP ise sırasıyla yanlış sınıflandırılan pozitif ve negatif örneklerin sayısını göstermektedir. Örnek bir ikili sınıflandırmaya ait Hata Matrisi yapısı Tablo 42'de gösterilmiştir. Sınıflandırma algoritmalarının performansında en sık kullanılan metrikler Doğruluk (Accuracy), Hassasiyet (Recall), Kesinlik (Precision), F-Ölçütü (F-Measurement) ve Alıcı İşlem Karakteristik Eğrisi'nin (ROC-Receiver Operating Characteristic) altında kalan alan (AUC-Area Under Curve) olarak sıralanabilir (Gu ve diğerleri, 2009: 462; Sendel ve Yıldırım, 2022; 3).

Tablo 42: İkili Sınıflandırmaya Ait Bir Hata Matrisi

Gerçek	Tahmin	Pozitif Sınıf olarak Tahmin Edilen	Negatif Sınıf olarak Tahmin Edilen
Gerçekte Pozitif Sınıf		Doğru Pozitif (TP)	Yanlış Negatif (FN)
Gerçekte Negatif Sınıf		Yanlış Pozitif (FP)	Doğru Negatif (TN)

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

$$\text{Doğruluk(Accuracy)} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (45)$$

$$\text{Hassasiyet(Recall)} = \frac{TP}{TP+FN} \quad (46)$$

$$\text{Kesinlik(Precision)} = \frac{TP}{TP+FP} \quad (47)$$

$$\text{F-Ölçütü (F-Measurement)} = \frac{2 * \text{Kesinlik} * \text{Hassasiyet}}{\text{Kesinlik} + \text{Hassasiyet}} \quad (48)$$

Doğruluk, modelin performansını ölçmede en temel ve sık kullanılan metriktir. Doğruluk, modelin doğru olarak tahmin ettiği değerlerin (TP+TN) eğitime sokulan bütün veri setine (TP+TN+FP+FN) bölünmesiyle elde edilir (Denklem 45). Ancak veri setindeki bağımlı değişkenin dengeli olmadığı durumlarda sadece Doğruluk değerine bakmak anlamlı değildir. Bu gibi durumlarda, Kesinlik, Hassasiyet ve F-Ölçütü değerlerinin de model performansını değerlendirmede dikkate alınması daha doğru sonuçlar vermektedir. Hassasiyet, gerçekte pozitif olan ve pozitif olarak tahmin edilen sınıflandırmaların sayısının (TP) gerçek değeri pozitif olan bütün verilere (TP+FN) bölünmesiyle elde edilmektedir (Denklem 46). Kesinlik, gerçekte pozitif olan ve pozitif olarak tahmin edilen sınıflandırmaların sayısının (TP) toplam pozitif olarak tahmin edilen sınıflandırmaların sayısına (TP+FP) oranını temsil etmektedir (Denklem 47). F-Ölçütü ise elde edilen Kesinlik ve Hassasiyet değerlerinin harmonik ortalamasıdır (Denklem 48). Harmonik ortalama alınarak iki değer bir arada değerlendirilmekte ve uç değerler göz ardı edilerek model seçiminde yanlış bir kararın önüne geçilmektedir. Sınıflandırma performansını ölçen bir diğer metrik olan Alıcı İşlem Karakteristik Eğrisi'nin altında kalan alan ise Hassasiyet (doğru pozitif) oranının Y eksen ve yanlış pozitif oranının (1-Özgüllük) X eksen üzerinde olduğu farklı kesme noktalarının oluşturduğu fonksiyon eğrisinin altında kalan alandır. Bu eğri faydalar (TP oranı) ve maliyetler (FP oranı) arasındaki göreceli değiş tokuşu göstermektedir. Bu oran ne kadar 1'e yakınsa modelin duyarlılık ve özgüllük değeri de optimum değere sahip olacağı için modelin performansının yüksek olduğunu göstermektedir (Gu ve diğerleri, 2009: 462-464).

Analizler sonucunda üç farklı sınıflandırma algoritmasının farklı eğitim-test veri oranlarındaki performans değerleri Tablo 43'te gösterilmiştir. Bütün analizler incelendiğinde bütün ölçüm değerlerinde en iyi sonucu veren algoritmanın ANB algoritması olduğu tespit edilmiştir. Yine bu algoritma içerisinde de en yüksek performansa sahip model ise %80 eğitim ve %20 test verisi dağılımına sahip model olmuştur. Bu model eğitim veri setinde bütün verilerin %80,6'sını doğru olarak sınıflandırmıştır. Bu oran test veri setinde %73,4 olmuştur. Modelin Kesinlik, Hassasiyet, F-Ölçütü ve Alıcı İşlem Karakteristik Eğrisi'nin altında kalan alan değerleri de sırasıyla %73,0, %73,4, %73,1 ve 0.781 olarak bulunmuştur. Bu yüzden gemi denetim sonucunda eksiklik tespit edilme durumuna yönelik sınıflandırma

modeli olarak bu model kullanılmıştır. Model, gemi denetim uzmanlarına danışılarak değişkenler arasında makine öğrenmesinin tespit ettiği ilişkilerin gerçek koşullar ile uyumu değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler sonucu tespit edilen ilişkilerinde herhangi bir sorun olmadığı ve gerçek koşullarla uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır.

Tablo 43: Üç Farklı Sınıflandırma Algoritmasının Performans Değerleri

Algoritma	Veri Dağılımı Eğitim-Test	Doğruluk (Acc.) Eğt.	Doğruluk (Acc.) Test	(Kesinlik) Precision	Hassasiyet (Recall)	F-Ölçütü (F-Measure)	AUC
NB	80-20	0.682	0.690	0.691	0.697	0.693	0.728
	75-25	0.688	0.693	0.700	0.693	0.696	0.726
	70-30	0.686	0.692	0.700	0.692	0.695	0.727
	65-35	0.685	0.685	0.694	0.685	0.689	0.725
TAN	80-20	0.717	0.696	0.691	0.696	0.692	0.741
	75-25	0.719	0.696	0.686	0.696	0.688	0.735
	70-30	0.717	0.697	0.689	0.697	0.691	0.739
	65-35	0.711	0.698	0.691	0.698	0.693	0.739
ANB	80-20	0.806	0.734	0.730	0.734	0.731	0.781
	75-25	0.774	0.716	0.710	0.716	0.712	0.761
	70-30	0.770	0.717	0.712	0.717	0.714	0.764
	65-35	0.760	0.711	0.705	0.711	0.707	0.759

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Analizler sonucu gemi denetim sonucunda eksiklik tespit edilme durumunu tahmin eden model olarak seçilen %80-%20 eğitim-test verisi dağılımlı K2 algoritması tabanlı ANB yönteminin Hata Matrisi Tablo 44'te gösterilmiştir. Hata matrisi ve performans metrikleri incelendiğinde seçilen modelin tatmin edici düzeyde tahminleme yaptığı görülmektedir. Model eğitim veri setinde 4806 denetiminden 3873'ünün sonucunu doğru olarak tahmin etmiştir. Eğitim veri setinde ise 1202 denetimin 882'sinin sonucu doğru olarak tahmin edilmiştir. Model gerçekte eksiklik tespit edilen 622 denetimi ve gerçekte eksiklik tespit edilmeyen 260 denetimin sonucunu doğru olarak sınıflandırmıştır. Buna karşın model gerçekte eksiklik tespit edilen 143 denetimi eksiklik tespit edilmeyecek ve gerçekte eksiklik tespit edilmeyen 177 denetimi de eksiklik tespit edilecek olarak yanlış sınıflandırmıştır. Tablo 43'te gösterilen performans metriklerinin değerleri, her modelin kendi eğitim veri seti Hata Matrisi üzerinden hesaplanarak elde edilmiştir.

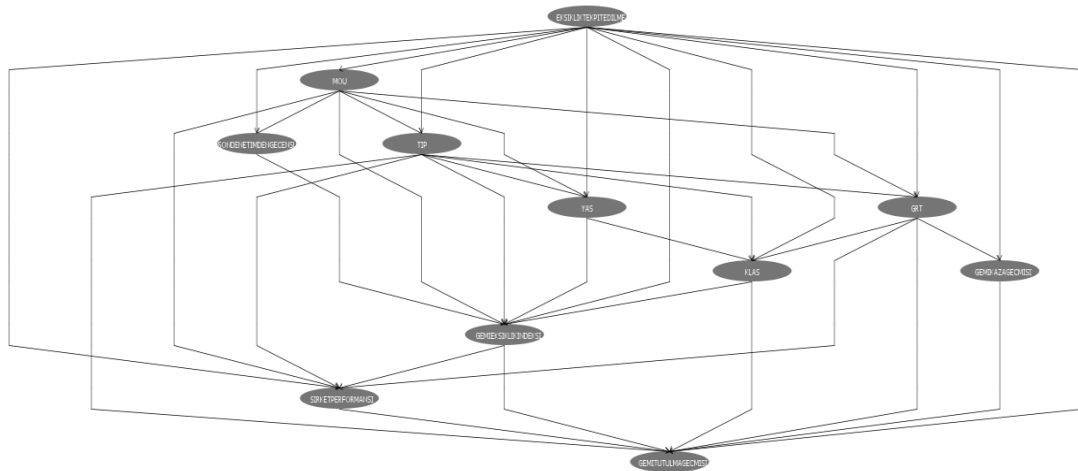
Tablo 44: Gemi Denetim Sonucunu Tahmin Etmeye Yönelik Geliştirilen Modelin Hata Matrisi

Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
Tahmin Gerçek	Eksiklik Var	Eksiklik Yok	Tahmin Gerçek	Eksiklik Var	Eksiklik Yok
Eksiklik Var	2686	395	Eksiklik Var	622	143
Eksiklik Yok	538	1187	Eksiklik Yok	177	260
<i>Doğruluk</i>	<i>0.806</i>		<i>Doğruluk</i>	<i>0.734</i>	

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

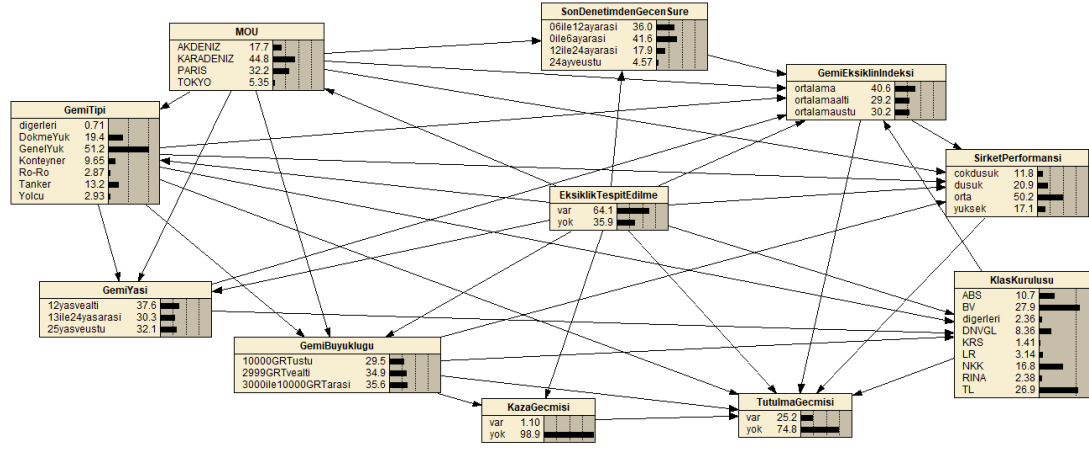
Geliştirilen modeller WEKA 3.6 programında oluşturulduktan sonra EM algoritması uygulaması yapılabilmesi için Netica programına aktarılmıştır. Netica programı ayrıca çok iyi bir kullanıcı dostu arayüze sahiptir. Bu program sayesinde geliştirilen modellerin marjinal ve soncul olasılıkları görülebilmektedir. Bu da kullanıcıya doğrudan tahminleme yapmak yerine olasılıksal değerlerden bir çıkarsamada bulunma fırsatı sunmaktadır. Araştırma için model olarak seçilen %80-%20 eğitim-test veri seti dağılımlı modelin WEKA 3.6 programında oluşturulma süreci ve Netica programına aktarılarak marjinal olasılıkların görülebileceği görselleri sırasıyla Şekil 22 ve Şekil 23'te gösterilmiştir. Bunun yanı sıra değişkenler arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde önemli rol oynayan değişkenler arası Koşullu Ortak Bilgi değerleri Tablo 45'te verilmiştir. Bu tablo incelendiğinde, modelin, karşılıklı bilgi düzeyi yüksek olan değişkenler arasında da ilişkiler oluşturduğu görülebilir.

Şekil 22: Modelin WEKA Programında Oluşturulmuş Yapısı



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 23: Modelin Netica Programındaki Görünümü ve Marjinal Olasılıkları



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 45: Değişkenler Arası Koşullu Karşılıklı Bilgi Değerleri

	Tip	Yaş	Gemi Byk.	Klas	Eks. Ind.	Şrk. Perf.	S.D. Geç.Süre	MOU	Tutulma Gçm.	Kaza Gçm.
Tip		0.135	0.611	0.613	0.027	0.046	0.008	0.173	0.032	0.001
Yaş			0.074	0.180	0.058	0.020	0.001	0.053	0.014	0.000
Gemi Byk.				0.413	0.016	0.014	0.001	0.061	0.004	0.005
Klas					0.034	0.033	0.003	0.052	0.022	0.001
Eks.Ind.						0.169	0.032	0.013	0.048	0.000
Şrk.Perf.							0.006	0.028	0.067	0.000
S.D.Geç.Süre								0.131	0.005	0.000
MOU									0.004	0.000
Tutulma Gçm.										0.819
Kaza Gçm.										

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

4.1.2.2.1.1. Değişkenlerin Gemi Denetim Sonucu Üzerine Etkisinin Analizi

Bu bölümde öncelikle gemi denetimi sonucuna etki eden değişkenlere duyarlılık analizi yapılarak, gemi denetiminde eksiklik tespit edilme durumu (sınıf/bağımlı değişken) üzerindeki etki dereceleri araştırılmıştır. Ardından bütün koşullar sabitken her bir değişkenin kategorisinin gemi denetim sonucu üzerinde nasıl bir değişime yol açtığı incelenmiştir. Tablo 46’da karşılıklı bilgi kullanılarak elde

edilmiş duyarlılık analizi sonuçları gösterilmiştir. Bu tablonun üçüncü sütununda yer alan değer entropi indirgeme oranını temsil etmektedir. Entropi arttıkça veri setinin belirsizliği arttığı için en büyük entropi indirgeme oranına sahip düğüm, sınıf değişkeni üzerinde en fazla etkiye sahip değişken olarak nitelendirilmektedir. Tablo 46 incelendiğinde, “gemi yaşı” değişkeni %6,62 entropi indirgeme oranı ile gemi denetiminde eksiklik tespit edilme durumu üzerinde en etkili değişken olarak bulunmuştur. “Klas kuruluşu” değişkeninin de %5,50 entropi indirgeme oranı ile sınıf değişkeni üzerinde en fazla etkiye sahip ikinci değişken olduğu görülmektedir. “Gemi eksiklik indeksi” de %3,30 entropi indirgeme oranı ile yüksek etkiye sahip bir diğer değişken olarak belirlenmiştir. Entropi indirgeme oranları incelendiğinde, “şirket performansı” (%2,66), “gemi büyüklüğü” (%2,56), “son denetimden itibaren geçen süre” (%2,39), “gemi tipi” (%2,27), “denetimi yapan MOU” (%1,50) ve “gemi tutulma geçmişi” (%1,29) değişkenlerinin sınıf değişkeni üzerinde orta düzeyde etkileri olduğu söylenebilir. Son olarak, “gemi kaza geçmişi” değişkeninin %0,07 entropi indirgeme oranı ile gemi denetimi sonucu üzerinde etkisinin çok düşük olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 46: “Gemi Denetimi Sonucu Eksiklik Tespit Edilme Durumu” Düğümünün Hassasiyet Analizi

Düğüm (Değişken)	Karşılıklı Bilgi (Mutual Info)	Entropi İndirgeme (Entropy reduction-%)	Variance of beliefs
Gemi Yaşı	0.06234	6,62	0.01903
Klas Kuruluşu	0.05137	5,45	0.01569
Gemi Eksiklik İndeksi	0.03015	3,20	0.09780
Şirket Performansı	0.02495	2,65	0.00768
Gemi Büyüklüğü (GRT)	0.02414	2,56	0.00768
Son Denetimden İtibaren Geçen Süre	0.02260	2,40	0.00710
Gemi Tipi	0.02137	2,27	0.00690
Denetimi Yapan Liman Devleti (LD)/MOU	0.01409	1,50	0.00457
Gemi Tutulma Geçmişi	0.01151	1,22	0.00354
Gemi Kaza Geçmişi	0.00066	0,07	0.00020

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Gemi denetimi sonucuna etki eden değişkenlerin denetim sonucu üzerine etkisini tespit etmek için duyarlılık analizinden ayrı olarak LR analizi de yapılmıştır. Önceki bölümlerde bahsedildiği gibi LR, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken

üzerine etkisini inceleyen bir yöntem olduğu gibi sınıflandırma algoritması olarak da çalışan bir yöntemdir. Bu kapsamda değişkenlerin denetim sonucu üzerine etkisini ve sınıflandırma performansını incelemek için SPSS Modeler 18.0 programı kullanılarak LR uygulaması yapılmıştır. Geliştirilen modelde olduğu gibi LR da %80-%20 eğitim-test veri seti ile değerlendirilmiştir. Sınıflandırma performansı olarak LR modelinin eğitim veri setinde %66,63 ve test veri setinde %68,69 performansa sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca eğitim veri seti için 0.635 ve test veri seti içinse 0.634 AUC değerleri elde edilmiştir. Bu değerler incelendiğinde geliştirilen modelin LR modelinden çok daha iyi performans metriklerine sahip olduğu görülmektedir. LR modelinden elde edilen değişkenlerin önem dereceleri ve Tablo 46'daki duyarlılık analizi sonuçlarının normalize edilmiş hali Tablo 47'de verilmiştir. Tablo incelenecek olursa “gemi yaşı” her iki analizde de ilk sırada olmakla beraber ikinci en etkili değişken LR modelinde “gemi eksiklik indeksi” değişkeni olmuştur. Ayrıca “gemi tipi” ve “denetimi yapan MOU” değişkenlerinin de sıralamadaki yerleri değişmiştir. Diğer değişkenlerin sıralaması aynı kalmasına karşın “klas kuruluşu”, “gemi eksiklik indeksi”, “gemi kaza geçmişi” değişkenlerinin oranlarındaki farklılıkların yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 47: Duyarlılık Analizi ve Lojistik Regresyona göre Değişkenlerin Gemi Denetim Sonucu Üzerine Etkisinin Karşılaştırmalı Analizi

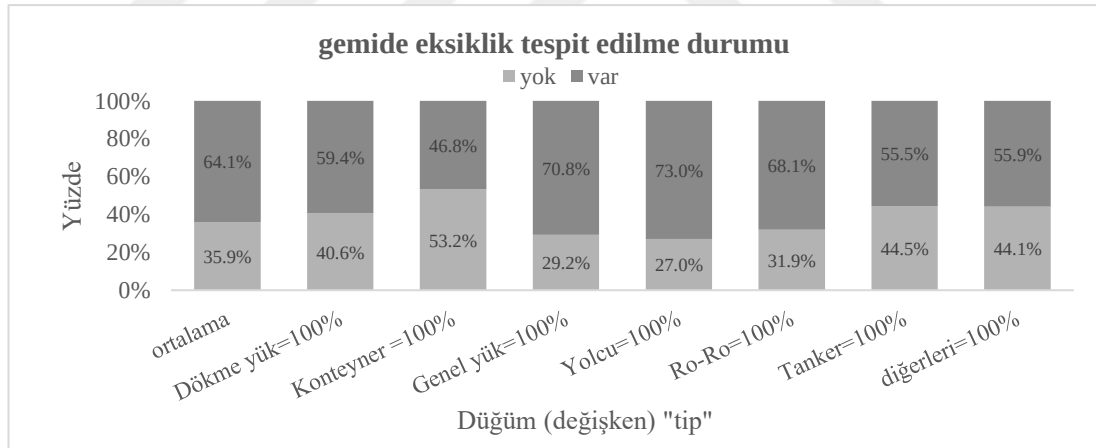
Değişkenler	Duyarlılık Analizi	Değişkenler	Lojistik Regresyon
Gemi Yaşı	0.24	Gemi Yaşı	0.22
Klas Kuruluşu	0.20	Gemi Eksiklik İndeksi	0.19
Gemi Eksiklik İndeksi	0.11	Klas Kuruluşu	0.15
Şirket Performansı	0.10	Şirket Performansı	0.10
Gemi Büyüklüğü (GRT)	0.09	Gemi Büyüklüğü (GRT)	0.10
Son Denetimden Geçen Süre	0.09	Son Denetimden Geçen Süre	0.07
Gemi Tipi	0.08	Denetimi Yapan MOU	0.05
Denetimi Yapan MOU	0.05	Gemi Tipi	0.05
Gemi Tutulma Geçmişi	0.04	Gemi Tutulma Geçmişi	0.04
Gemi Kaza Geçmişi	0.00	Gemi Kaza Geçmişi	0.03

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Gemi denetimi sonucuna etki eden değişkenlere ait her bir kategorinin denetim sonucu üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğunu tespit etmek için diğer koşullar sabitken değişkenin kategorisi seçilerek denetim sonucundaki değişimler

incelenmiştir. Yani marjinal olasılıklardaki diğer koşullar sabitken bir değişkene ait bir kategorinin değeri %100 olarak değiştirilmektedir. Örneğin, Şekil 24'teki ortalama sütunu, geliştirilen modelin marjinal olasılık değerlerini temsil etmektedir. Bu kapsamda bütün değişkenlerin kategorileri ayrı ayrı incelenerek analizler yapılmıştır. Gemi tiplerinin gemi denetim sonucuna etkisi incelendiğinde; yolcu gemileri, genel yük gemileri ve Ro-Ro gemilerin marjinal olasılığı yükselttiği görülmektedir. Diğer bir ifadeyle bu gemilerde eksiklik tespit edilme olasılığı daha yüksektir. Marjinal olasılıkta %64,1 olan gemi denetiminde eksiklik tespit edilme olasılığı yolcu gemilerinde %73, genel yük gemilerinde %70,8 ve Ro-Ro gemilerinde %68,1'e yükselmektedir. Diğer koşullar sabitken eksiklik tespit edilme olasılığını düşüren gemi tipleri ise konteyner gemileri, tankerler, diğer gemi tipleri ve dökme yük gemileridir. Örneğin, diğer koşullar sabitken konteyner gemilerinde ve tankerlerde eksiklik tespit edilme olasılığı sırasıyla %46,8'e ve %55,5'e düşmektedir.

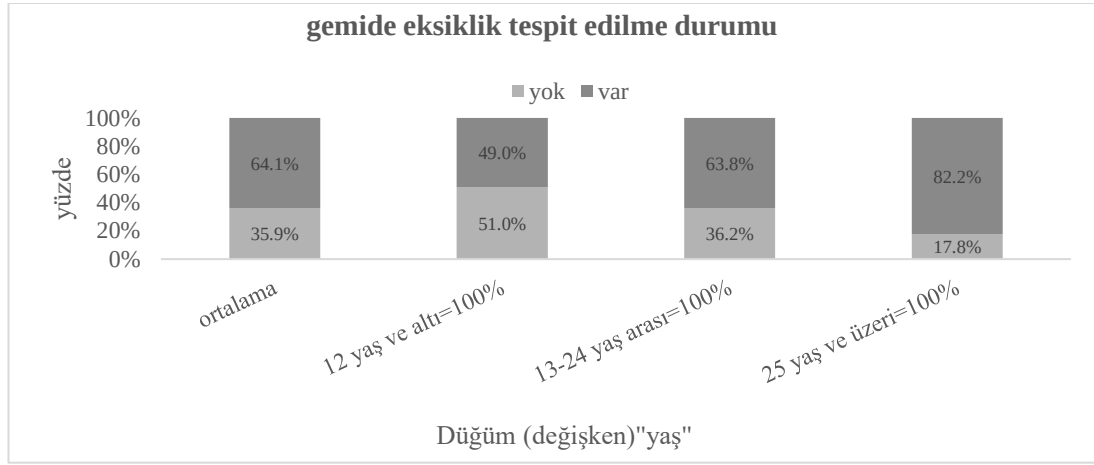
Şekil 24: Gemi Tiplerinin Gemi Denetim Sonucu Üzerine Etkisi



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

“Gemi yaşı” kategorilerinin denetim sonucuna etkisi incelendiğinde ise diğer koşullar sabitken 12 yaş ve altı gemilerde eksiklik tespit edilme olasılığı %49’a düşmektedir. 13-24 yaş arasındaki gemilerde ise eksiklik tespit edilme olasılığının %63,8 ile marjinal olasılığa yakın bir değerde olduğu görülmektedir. Gemi yaşı 25 ve üzerinde ise eksiklik tespit edilme olasılığı %82,2 gibi yüksek bir orana ulaşmaktadır (Şekil 25).

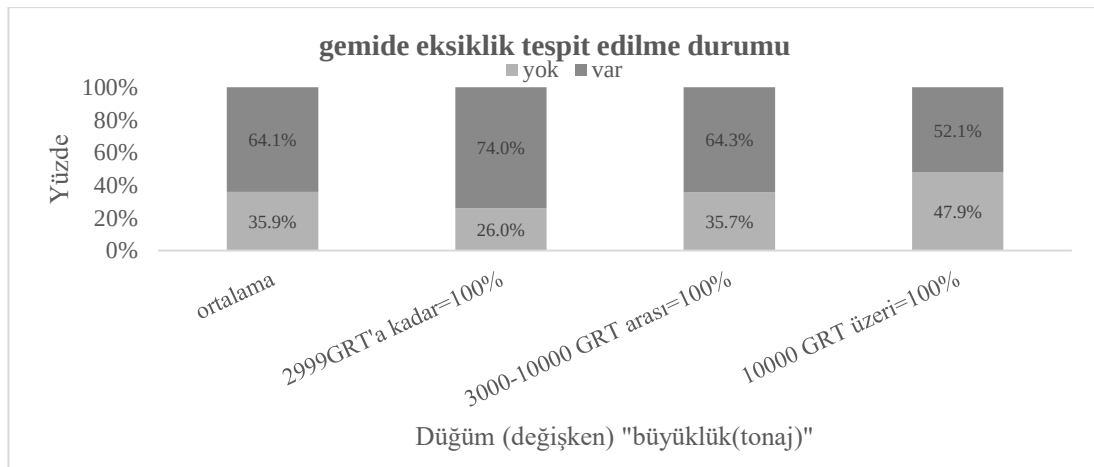
Şekil 25: Gemi Yaşı Kategorilerinin Gemi Denetim Sonucu Üzerine Etkisi



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Diğer koşullar sabitken tonajı 3000 GRT'a kadar olan gemilerde eksiklik tespit edilme olasılığının %74'e yüksediği tespit edilmiştir. Bu sonuçtan küçük tonajlı gemilerde eksiklik tespit edilme olasılığının daha yüksek olduğu çıkarımı yapılabilir. 3000-10000 GRT arası gemilerde ise olasılığın %63,8 olduğu ve marjinal olasılığı çok etkilemediği görülmektedir. 10000 GRT üzeri gemilerde eksiklik tespit edilme olasılığı %52,1'e düşmektedir (Şekil 26). Bu bulgudan, 10000 GRT üzeri Türk bayraklı gemilerde eksiklik tespit edilme olasılığının marjinal olasılık ve diğer gemi tonajı kategorilerinden daha düşük olduğu çıkarımı yapılabilir.

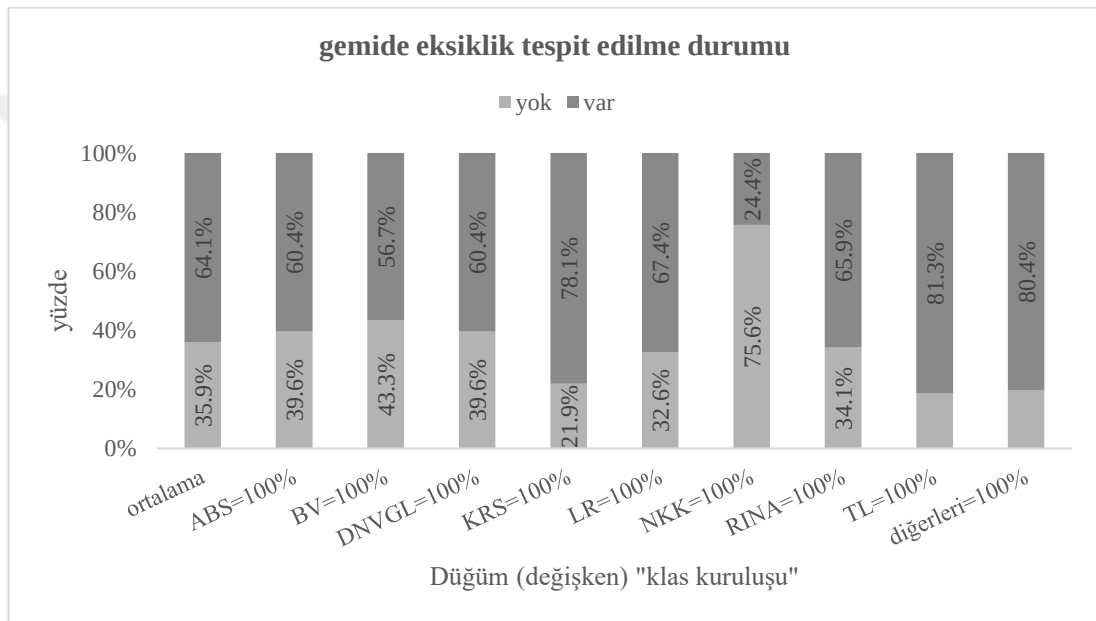
Şekil 26: Gemi Büyüklük (Tonaj) Kategorilerinin Gemi Denetim Sonucu Üzerine Etkisi



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Türk bayrak devleti adına yetkilendirilmiş klas kuruluşlarının diğer koşullar sabitken gemi denetim sonucunu nasıl etkilediği Şekil 27’de gösterilmiştir. KRS, LR, RINA, TL ve diğer klas kuruluşlarının eksiklik olasılığını arttırdığı görülmektedir. Buna karşın özellikle klas kuruluşu NKK olan gemilerde eksiklik tespit edilme olasılığı %24,4 seviyesine kadar düşmektedir. ABS, BV ve DNV-GL klas kuruluşlarında da eksiklik tespit edilme olasılığının düştüğü görülmektedir.

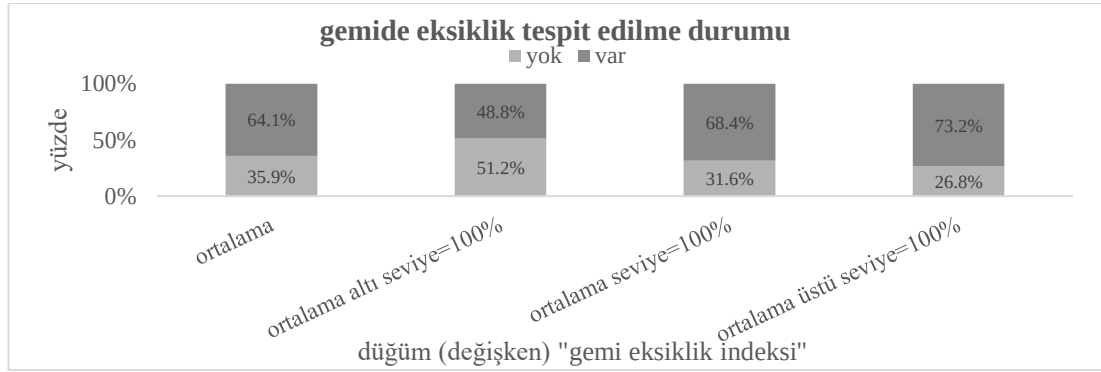
Şekil 27: Klas Kuruluşu Kategorilerinin Gemi Denetim Sonucu Üzerine Etkisi



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

“Gemi eksiklik indeksi” incelendiğinde ise ortalamanın altında eksiklik indeksine sahip gemilerde eksiklik tespit edilme olasılığı diğer koşullar sabitken %48.8 olarak tespit edilmiştir (Şekil 28). Marjinal olasılık değerinden düşük olan bu seviye ile, gemi eksiklik indeksi ortalamanın altında olan gemilerde eksiklik tespit edilme olasılığının nispeten daha düşük olduğu sonucuna varılabilir. Buna karşın, gemi eksiklik indeksi ortalama ve ortalamanın üstünde olan gemilerde eksiklik tespit edilme olasılığı marjinal olasılığın üstüne çıkmaktadır. Sırasıyla, %68,4 ve %73,2 olan olasılık değerle bu iki kategoriye ait gemilerde eksiklik tespit edilme riskinin daha fazla olduğu anlamına gelmektedir.

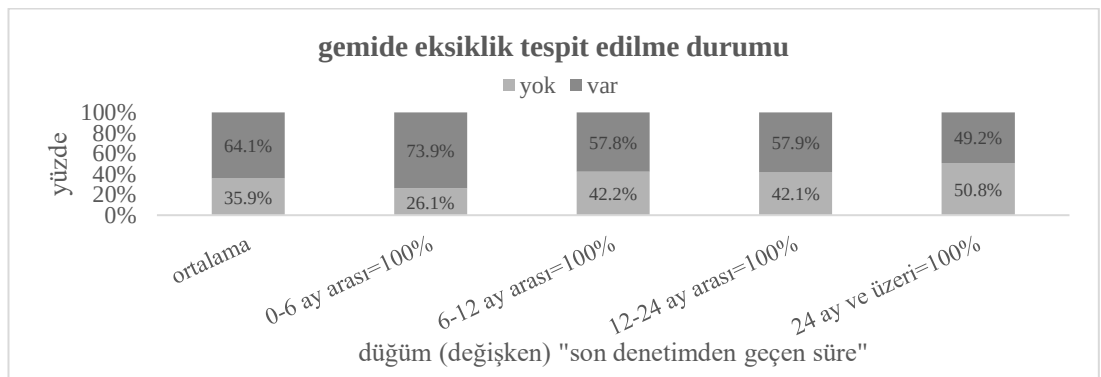
Şekil 28: Gemi Eksiklik İndeksi Kategorilerinin Gemi Denetim Sonucu Üzerine Etkisi



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

“Son denetimlerinden itibaren geçen süre” 0-6 ay arası olan gemilerde diğer koşullar sabitken eksiklik tespit edilme olasılığı %73,9 seviyesine ulaşarak marjinal olasılığın üstüne çıkmaktadır. Bu bulgudan son denetimi üzerinden 6 ay geçmemiş gemilerin eksiklik tespit edilme olasılığının daha yüksek olduğu sonucuna varılabilir. Bunun nedeninin riskli olarak görülen gemilerin daha sık aralıklarla denetlenmesi ve bu denetimlerde de eksiklik tespit edilmesi olarak yorumlanabilir. Son denetimden itibaren geçen süre değişkeninde 6 ay üzerindeki kategorilerde ise eksiklik tespit edilme olasılığının kademeli olarak düştüğü görülmektedir. Son denetimden itibaren geçen süre 6-12 ay, 12-24 ay ve 24 ay ve üzeri kategorilerinde eksiklik tespit edilme olasılıklarının sırası ile %57,8, %57,9 ve %49,2 olduğu ve bu değerlerin hepsinin marjinal olasılığın altında oranlar olduğu tespit edilmiştir (Şekil 29).

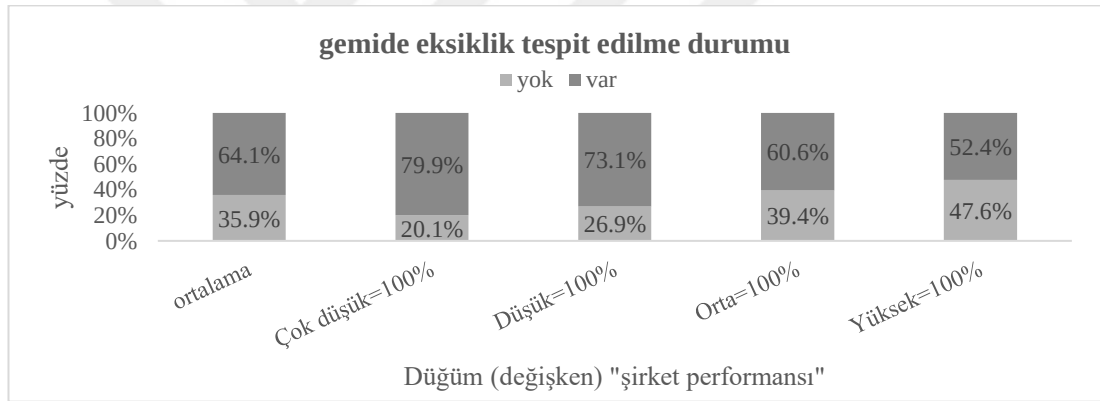
Şekil 29: Son Denetimden İtibaren Geçen Süre Kategorilerinin Gemi Denetim Sonucu Üzerine Etkisi



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

“Şirket performansı” açısından incelenildiğinde ise Şekil 30’da de görüleceği üzere çok düşük şirket performansına sahip gemilerde diğer koşullar sabitken eksiklik tespit edilme olasılığı %79,9’dur. Bunun yanı sıra şirket performansı düşük olan gemilerde de bu oran %73,1’dir. Bu oranlar marjinal olasılığın çok üstünde olduğu için şirket performansı çok düşük ve düşük olan gemilerde eksiklik tespit edilme olasılığının daha yüksek olduğu söylenebilir. Diğer yandan şirket performansı orta olan gemilerde eksiklik tespit edilme oranı %60,6, şirket performansı yüksek gemilerde ise %52,4 olarak elde edilmiştir. Bu oranların da marjinal olasılık değerlerinin altında kaldığı ve şirket performansının orta ve yüksek olma durumunun gemilerde eksiklik tespit edilme olasılığını düşürdüğü yorumu yapılabilir.

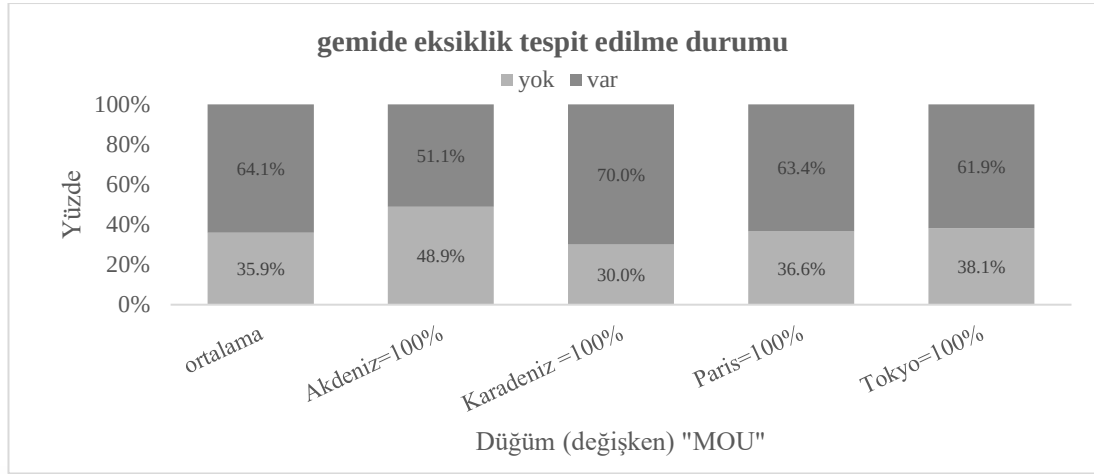
Şekil 30: Şirket Performansı Kategorilerinin Gemi Denetim Sonucu Üzerine Etkisi



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Gemi denetimini yapan mutabakat zaptlarının denetim sonucunu nasıl etkilediği Şekil 31’de gösterilmiştir. Diğer koşullar sabitken denetimi yapan mutabakat zaptı Karadeniz MOU olduğunda denetim sonucu eksiklik tespit edilme olasılığı %70’tir. Bu oran marjinal olasılıktan oldukça yüksek seviyede olduğu için Karadeniz MOU’da denetlenen gemilerde eksiklik tespit edilme olasılığının daha yüksek olduğu söylenebilir. Paris ve Tokyo MOU’da ise eksiklik tespit edilme olasılığı sırasıyla %63,4 ve %61,9 olarak marjinal olasılığın altında fakat çok yakın olarak bulunmuştur. Bunun yanı sıra Akdeniz MOU’da bu oranın %51,1’e gerilediği görülmektedir. Bu bulgudan da Akdeniz MOU’da denetlenen gemilerde eksiklik tespit edilme olasılığı daha düşüktür sonucuna varılabilir.

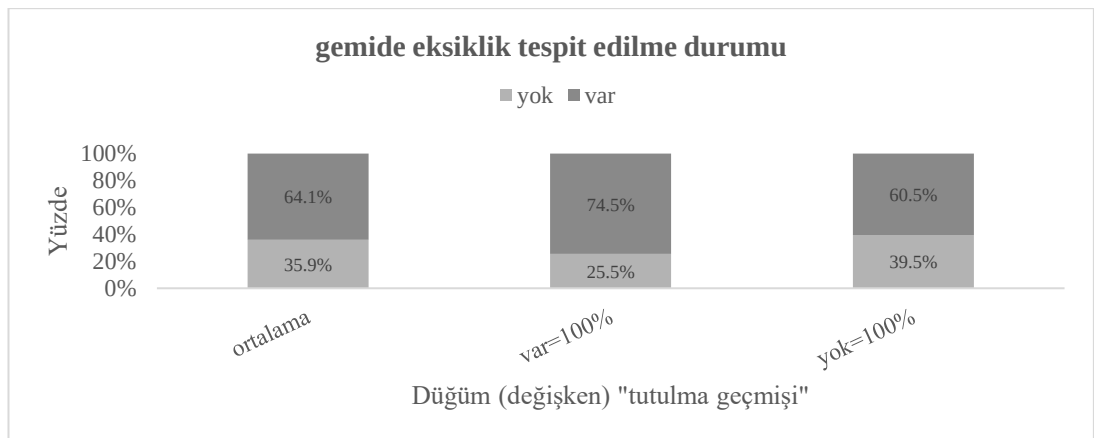
Şekil 31: Mutabakat Zaptı Kategorilerinin Gemi Denetim Sonucu Üzerine Etkisi



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Geçmiş denetimlerinde tutulma yaşayan gemilerde diğer koşullar sabitken eksiklik tespit edilme olasılığı %74,5 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçtan, geçmişinde tutulma yaşayan gemilerde eksiklik tespit edilme olasılığının daha yüksek olduğu yorumu yapılabilir. Geçmiş denetimlerinde tutulma yaşamayan gemilerde ise eksiklik tespit edilme olasılığı marjinal olasılığın altında olan %60,5 seviyesindedir. Buradan da geçmişte tutulma yaşamamış gemilerin denetiminde eksiklik tespit edilme olasılığı daha düşüktür sonucuna ulaşılabilir. Gemi tutulma geçmişi kategorilerinin denetim sonucunu etkileme durumları Şekil 32’de gösterilmiştir.

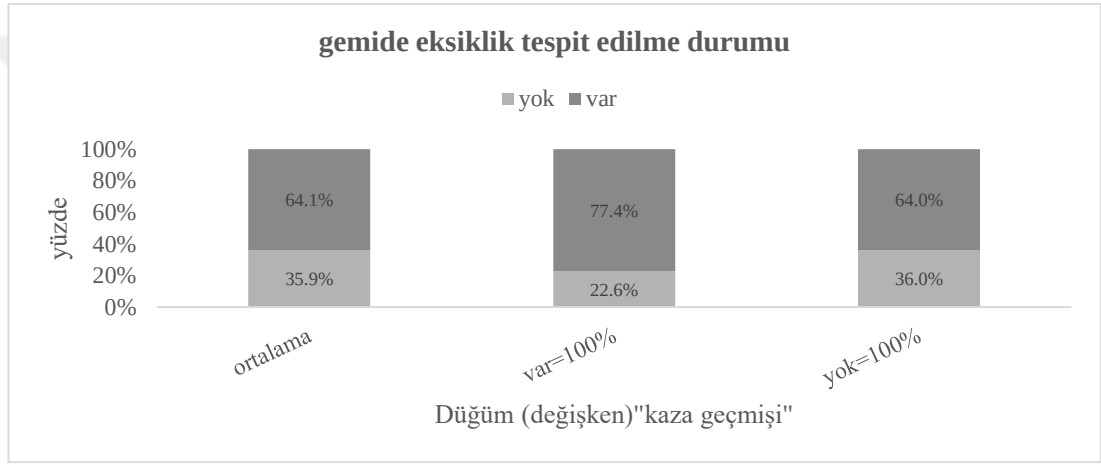
Şekil 32: Tutulma Geçmişi Kategorilerinin Gemi Denetim Sonucu Üzerine Etkisi



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 33'te de gemilerin “kaza geçmişi” değişkeninin gemi denetim sonucu üzerine etkisi verilmiştir. Kaza geçmişi olan gemilerde diğer koşullar sabitken eksiklik tespit edilme olasılığı %77,4'e çıkmaktadır. Bu durumdan kaza geçmişi olan gemilerde eksiklik tespit edilme olasılığının daha yüksek olduğu söylenebilir. Kaza geçmişi bulunmayan gemilerde ise eksiklik tespit edilme olasılığı %64 olarak elde edilmiştir. Bu değer marjinal olasılıkla neredeyse eşittir. Bu yüzden kaza geçmişi olmayan gemilerin denetim sonucu üzerine herhangi bir etkisi olmadığı söylenebilir.

Şekil 33: Kaza Geçmişi Kategorilerinin Gemi Denetim Sonucu Üzerine Etkisi



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

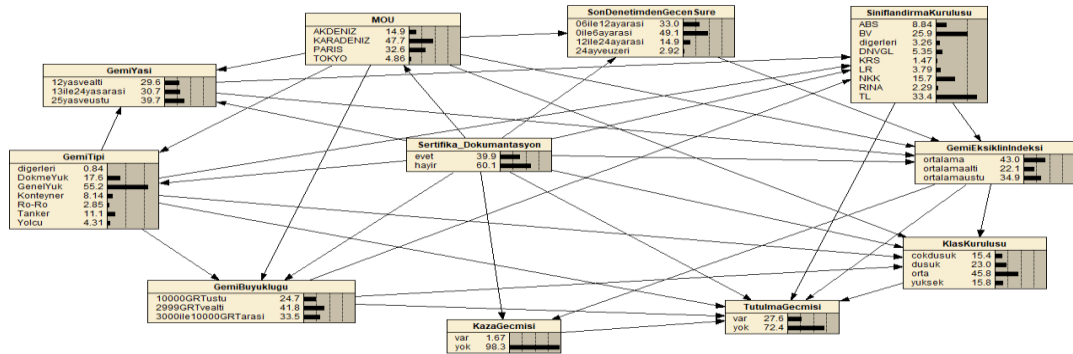
4.1.2.2.2. Naive Bayes Tabanlı Sınıflandırma Algoritmaları Kullanılarak Ana Eksiklikleri Tahmin Eden Modellerin Geliştirilmesi

Bu bölümde, denetimi sonucunda eksiklik tespit edilebilecek gemilerin hangi ana eksiklik alanlarında eksiklik olabileceğini tahmin etmeye yönelik modeller geliştirilmiştir. Bu bölümde de gemi denetim sonucu eksiklik durumunu tahmin eden modelde olduğu gibi en iyi performansa sahip yöntem olarak belirlenen ANB kullanılmıştır. En iyi performansa sahip eğitim-veri seti ağırlıklı olarak yine %80-%20 eğitim-test veri setinde bulunmuştur. Bun karşın seyir emniyeti ana eksiklik alanı için %70-%30 eğitim-test veri seti daha iyi performansa sahip olduğu için seyir emniyeti için geliştirilen modelde bu dağılım kullanılmıştır. Modellerin yapı öğrenmesi yine WEKA programında geliştirilmiş ve Netica programına aktararak parametre

öğrenmesi yapılmıştır. Bunun yanı sıra bazı ana eksiklik alanlarındaki dağılımlar çok dengesiz olduğu için WEKA programında tahminleme aşamasına maliyet hassasiyetli (cost sensitive) bir amaç fonksiyonu eklenmiştir. Böylelikle, doğrudan sonuç tahminlemesinde daha az dağılıma sahip kategorilerin daha doğru tahminlemesi sağlanmıştır. Oluşturulan bu amaç fonksiyonunda, özellikle gerçekte eksiklik olup bunu eksiklik yokmuş gibi tahmin eden (FP) tahminlemelerin ceza puanları ya da maliyetleri arttırılmaktadır. Bu sayede, öğrenme aşaması toplam maliyeti en aza indirgenmeye çalışılmakta, maliyetli tahminlerini düzelterek optimal tahminleme yapılması sağlanmaktadır. Bu çalışmada olduğu gibi azınlık değerinin (eksikliğin var olması durumu) doğru şekilde tahminlenmesi amaçlanmıştır. Bunun yanı sıra, aşırı öğrenme (overfitting) olarak nitelendirilen algoritmanın tahminlemede veri setinde daha baskın olan değişkene doğru sonuçlarını yoğunlaştırması engellenmeye çalışılmıştır.

“Sertifika/dokümantasyon” ana eksiklik alanı için geliştirilmiş sınıflandırma modeli Şekil 34’te gösterilmiştir. Marjinal olasılık tespit edilme olasılığı incelendiğinde, eksik tespit edilme oranı %39,9 ve eksiklik tespit edilmeme oranının %60,1 olduğu görülmektedir. Yani eksiklik tespit edilen denetimlerin %39,9’unda “sertifika/dokümantasyon” ana eksiklik alanıyla ilgili eksiklik tespit edilmiştir. Geliştirilen modelin performans metrikleri de Tablo 48’de verilmiştir.

Şekil 34: Sertifika/Dokümantasyon Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Eğitim veri seti üzerinden yapılan değerlendirmede %74,5 Doğruluk değeri elde edilmiştir. Test veri seti üzerinde yapılan analizlerde ise %64,6 Doğruluk değerine

ulaşılmıştır. Modelin test veri setindeki Kesinlik, Hassasiyet ve F-Ölçütü değerleri sırasıyla %66,3, %64,6 ve %65,1 olarak tespit edilmiştir. Bunun yanısıra, ROC eğrisinin altındaki alan da 0.709'dur. Model, test veri setinde gerçekte eksiklik tespit edilen 287 denetimin 179 tanesini doğru olarak sınıflandırmıştır.

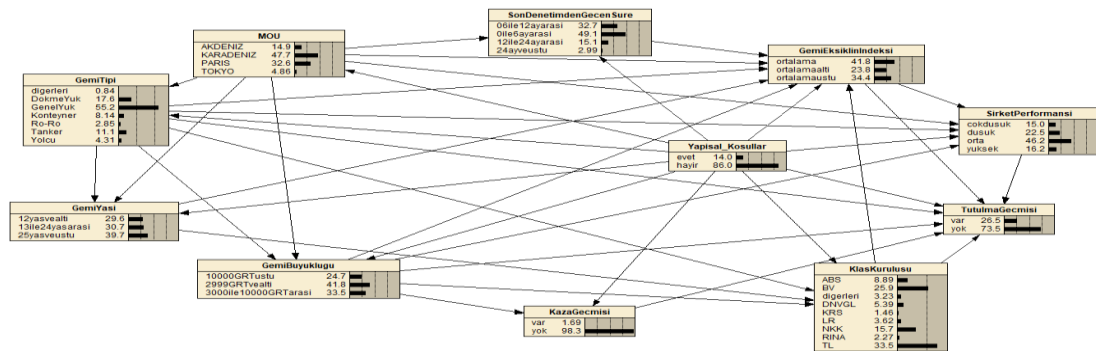
Tablo 48: Sertifika/Dokümantasyon Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi

01-Sertifika/Dokümantasyon Ana Eksiklik Alanı					
Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
Tahmin Gerçek	Hayır	Evet	Tahmin Gerçek	Hayır	Evet
Hayır	1342	512	Hayır	320	165
Evet	275	955	Evet	108	179
<i>Doğruluk(eğt)</i>	<i>Doğruluk(test)</i>	<i>Kesinlik</i>	<i>Hassasiyet</i>	<i>F-Ölçütü</i>	<i>AUC</i>
0.745	0.646	0.663	0.646	0.651	0.709

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

“Yapısal koşullar” ana eksiklik alanı için geliştirilmiş sınıflandırma modeli Şekil 35’te verilmiştir. Bu ana eksiklik alanının marjinal olasılık değerleri eksiklik tespit edilme için %14 ve eksiklik tespit edilmeme için %86’dır. Modelin performans metriklerinin verildiği Tablo 49 incelendiğinde, eğitim ve test veri setlerinde tahminleme Doğruluk değeri %85,2 ve %80,3 olarak bulunmuştur. Test veri setindeki Kesinlik, Hassasiyet ve F-Ölçütü değerleri sırasıyla %86,6, %80,3 ve %82,6 olarak tespit edilmiş, AUC değeri ise 0.786 olmuştur. Modelin test veri setinde gerçekte eksiklik tespit edilen 94 denetimin 58 tanesini doğru olarak sınıflandırdığı görülmektedir.

Şekil 35: Yapısal Koşullar Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli



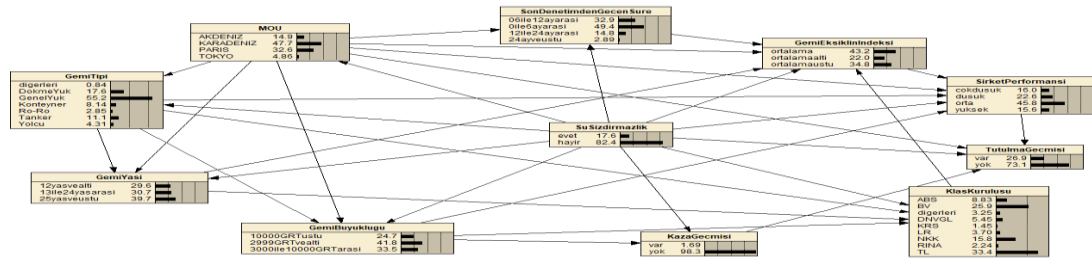
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 49: Yapısal Koşullar Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi

02-Yapısal Koşullar Ana Eksiklik Alanı					
Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
Tahmin Gerçek	Hayır	Evet	Tahmin Gerçek	Hayır	Evet
Hayır	2293	359	Hayır	562	116
Evet	97	335	Evet	36	58
<i>Doğruluk(eğt)</i>	<i>Doğruluk(test)</i>	<i>Kesinlik</i>	<i>Hassasiyet</i>	<i>F-Ölçütü</i>	<i>AUC</i>
0.852	0.803	0.866	0.803	0.826	0.786

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

“Su/sızdırmazlık” koşulları ana eksiklik alanı için geliştirilen ve Şekil 36’da verilen sınıflandırma modeli incelendiğinde marjinal olasılıkların eksiklik tespit edilme %17,6 iken eksiklik tespit edilmeme %82,4 olduğu görülmektedir. Modelin eğitim ve test veri setleri için Doğruluk değeri %79,4 ve %74,7 olarak elde edilmiştir. Test veri setindeki Kesinlik, Hassasiyet ve F-Ölçütü değerleri sırasıyla %79,9, %74,7 ve %76,8 olarak tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, AUC 0.739 olarak belirlenmiştir. Model, test veri seti içerisindeki gerçekte eksiklik tespit edilen 127 denetimin 65 tanesini doğru olarak sınıflandırmıştır (Tablo 50).

Şekil 36: Su/sızdırmazlık Koşulları Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

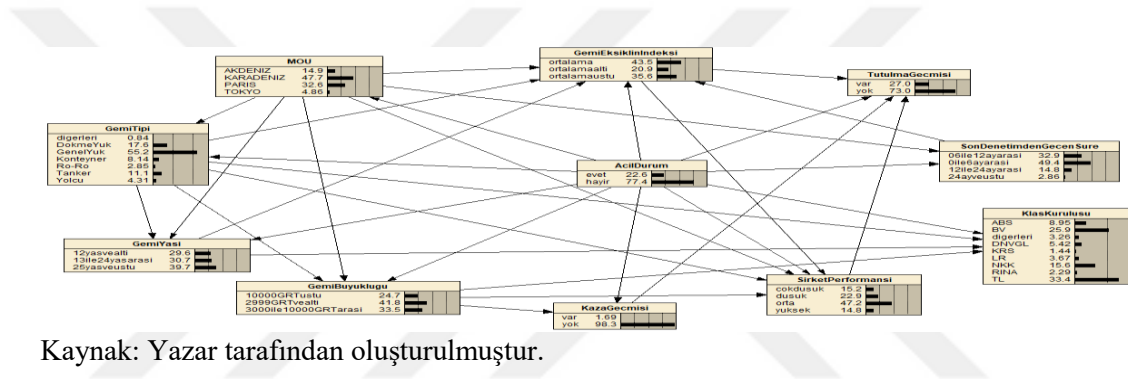
Tablo 50: Su/sızdırmazlık Koşulları Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi

03-Su/sızdırmazlık Koşulları Ana Eksiklik Alanı					
Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
Tahmin Gerçek	Hayır	Evet	Tahmin Gerçek	Hayır	Evet
Hayır	2090	450	Hayır	512	133
Evet	186	358	Evet	62	65
<i>Doğruluk(eğt)</i>	<i>Doğruluk(test)</i>	<i>Kesinlik</i>	<i>Hassasiyet</i>	<i>F-Ölçütü</i>	<i>AUC</i>
0.794	0.747	0.799	0.747	0.768	0.739

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

“Acil durum” ana eksiklik alanı ile ilgili geliştirilen sınıflandırma modeli Şekil 37’de gösterilmiştir. Marjinal olasılıklar incelendiğinde eksiklik tespit edilme olasılığının %22,6 iken eksiklik tespit edilmeme olasılığının %77,4 olduğu görülmektedir. Modelin eğitim ve test veri setleri için Doğruluk değeri %77,1 ve %71,1 olarak elde edilmiştir (Tablo 51). Test veri setindeki Kesinlik, Hassasiyet ve F-Ölçütü değerleri sırasıyla %74,4, %71,1 ve %72,4 olarak tespit edilmiştir. AUC değeri ise 0.700 olarak bulunmuştur. Model, test veri seti içerisinde gerçekte eksiklik tespit edilen denetimlerin yarısından fazlasını doğru olarak sınıflandırmıştır.

Şekil 37: Acil Durum Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 51: Acil Durum Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi

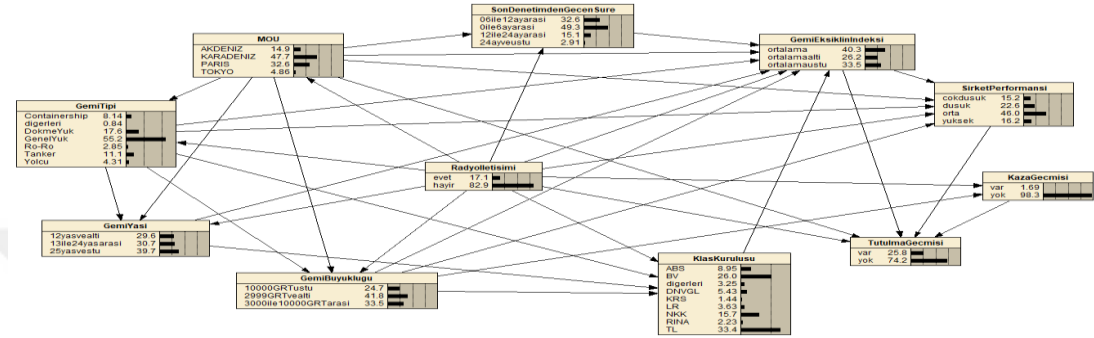
04-Acil Durum Ana Eksiklik Alanı					
Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
Tahmin	Hayır	Evet	Tahmin	Hayır	Evet
Gerçek			Gerçek		
Hayır	1914	473	Hayır	460	139
Evet	233	464	Evet	84	89
<i>Doğruluk(eğt)</i>	<i>Doğruluk(test)</i>	<i>Kesinlik</i>	<i>Hassasiyet</i>	<i>F-Ölçütü</i>	<i>AUC</i>
0.771	0.711	0.744	0.711	0.724	0.700

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

“Telsiz haberleşme” ana eksiklik alanı için geliştirilmiş sınıflandırma modeli Şekil 38’de gösterilmiştir. Marjinal olasılıklar incelendiğinde eksiklik tespit edilme olasılığının %17,1 iken eksiklik tespit edilmeme olasılığının %82,9 olduğu görülmektedir. Modelin performans metriklerinin verildiği Tablo 52 incelendiğinde, eğitim ve test veri setlerinde tahminleme doğruluğu %84,2 ve %76,8 olarak bulunmuştur. Test veri setindeki Kesinlik, Hassasiyet ve F-Ölçütü değerleri sırasıyla

%78,5, %76,8 ve %77,6 olarak elde edilmiş, AUC değeri ise 0.755 olarak bulunmuştur. Model, test veri seti içerisinde gerçekte eksiklik tespit edilen denetimlerin yaklaşık yarısını doğru olarak sınıflandırmıştır.

Şekil 38: Telsiz Haberleşme Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

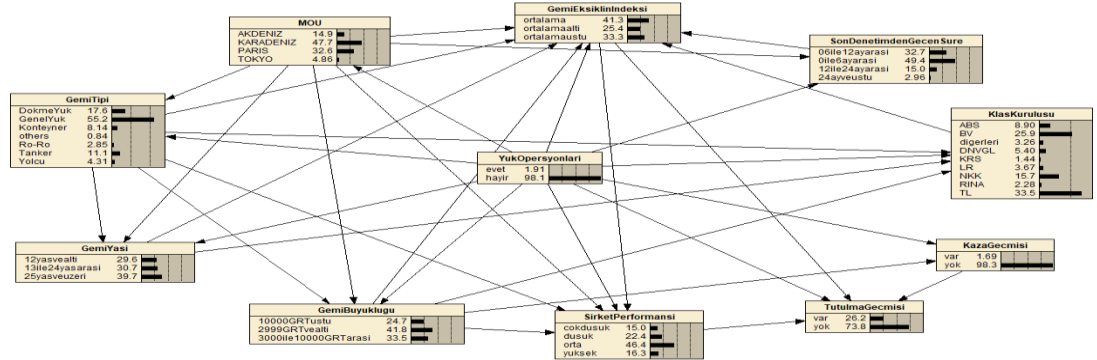
Tablo 52: Telsiz Haberleşme Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi

05-Telsiz Haberleşme Ana Eksiklik Alanı					
Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
Tahmin	Hayır	Evet	Tahmin	Hayır	Evet
Gerçek			Gerçek		
Hayır	2252	304	Hayır	520	104
Evet	182	346	Evet	75	73
<i>Doğruluk(eğt)</i>	<i>Doğruluk(test)</i>	<i>Kesinlik</i>	<i>Hassasiyet</i>	<i>F-Ölçütü</i>	<i>AUC</i>
0.842	0.768	0.785	0.768	0.776	0.755

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

“Yük operasyonları” ana eksiklik alanı için geliştirilmiş sınıflandırma modeli Şekil 39’da verilmiştir. Bu ana eksiklik alanının marjinal olasılık değerleri eksiklik tespit edilme için %1.9 ve eksiklik tespit edilmeme için %98,1’dir. Modelin performans metriklerinin verildiği Tablo 53 incelendiğinde, eğitim ve test veri setlerinde tahminleme doğruluğu %98,4 ve %97,3 olarak bulunmuştur. Test veri setindeki Kesinlik, Hassasiyet ve F-Ölçütü değerleri sırasıyla %97,9, %97,3 ve %97,6 olarak tespit edilmiş, AUC değeri ise 0.798 olmuştur. Modelin test veri setinde gerçekte eksiklik tespit edilen 12 denetimin 5 tanesini doğru olarak sınıflandırdığı görülmektedir.

Şekil 39: Yük Operasyonları Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

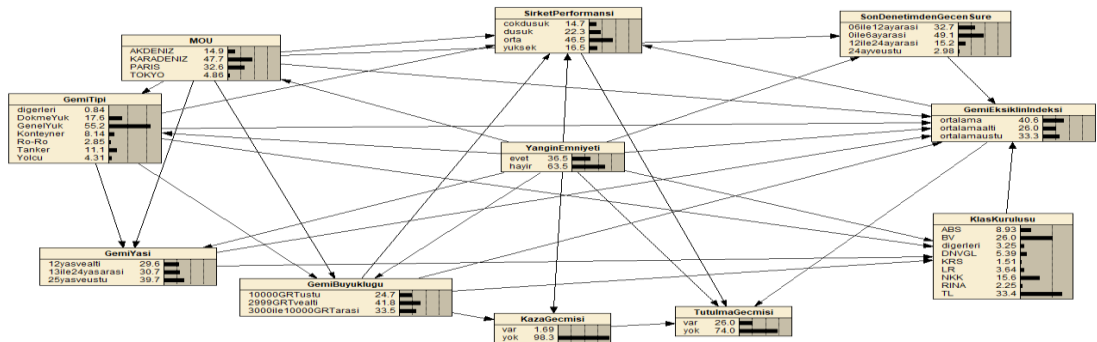
Tablo 53: Yük Operasyonları Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi

06-Yük Operasyonları Ana Eksiklik Alanı					
Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
Tahmin	Hayır	Evet	Tahmin	Hayır	Evet
Gerçek			Gerçek		
Hayır	2999	26	Hayır	746	14
Evet	23	36	Evet	7	5
<i>Doğruluk(eğt)</i>	<i>Doğruluk(test)</i>	<i>Kesinlik</i>	<i>Hassasiyet</i>	<i>F-Ölçütü</i>	<i>AUC</i>
0.984	0.973	0.979	0.973	0.976	0.789

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 40'ta "yangın emniyeti" ana eksiklik alanı için geliştirilen sınıflandırma modeli gösterilmiştir. Bu ana eksiklik alanının marjinal olasılık değerleri eksiklik tespit edilme için %36,5 ve eksiklik tespit edilmeme için %63,5'tir. Modelin eğitim ve test veri setleri için Doğruluk değeri %77 ve %66,8 olarak elde edilmiştir (Tablo 54).

Şekil 40: Yangın Emniyeti Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Test veri setindeki Kesinlik, Hassasiyet ve F-Ölçütü değerleri sırasıyla %67,6, %66,8 ve %67,1 olarak tespit edilmiş, AUC değeri ise 0.713 olarak bulunmuştur. Model, test veri seti içerisinde gerçekte eksiklik tespit edilen denetimlerin 274 tanesinden 159'unu doğru sınıflandırmıştır.

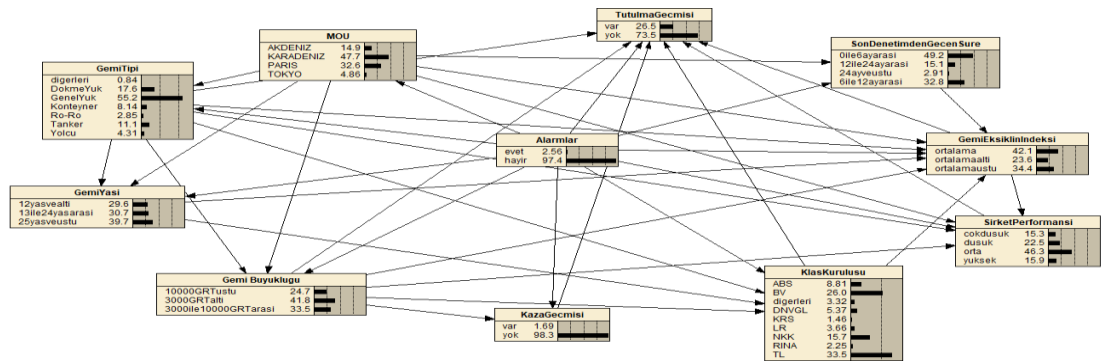
Tablo 54: Yangın Emniyeti Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi

07-Yangın Emniyeti Ana Eksiklik Alanı					
Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
Tahmin Gerçek	Hayır	Evet	Tahmin Gerçek	Hayır	Evet
Hayır	1548	410	Hayır	357	141
Evet	299	827	Evet	115	159
<i>Doğruluk(eğt)</i>	<i>Doğruluk(test)</i>	<i>Kesinlik</i>	<i>Hassasiyet</i>	<i>F-Ölçütü</i>	<i>AUC</i>
0.770	0.668	0.676	0.668	0.671	0.713

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

“Alarmlar” ana eksiklik alanı için geliştirilen sınıflandırma modeli ise Şekil 41’de verilmiştir. Marjinal olasılıklar incelendiğinde eksiklik tespit edilen denetimlerde alarmlar ile ilgili eksik tespit edilme olasılığı %2,56 iken eksiklik tespit edilmeme olasılığı %97,44’tür. Modelin performans metriklerinin verildiği Tablo 55 incelendiğinde, eğitim ve test veri setlerinde tahminleme doğruluğu %96,2 ve %95,5 olarak bulunmuştur. Test veri setindeki Kesinlik, Hassasiyet ve F-Ölçütü değerleri sırasıyla %97,5, %95,5 ve %96,3 olarak tespit edilmiş, AUC değeri ise 0.961 olmuştur. Model, test seti veri setinde gerçekte eksiklik tespit edilen 18 denetimden 12’sini doğru olarak sınıflandırmıştır.

Şekil 41: Alarmlar Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli



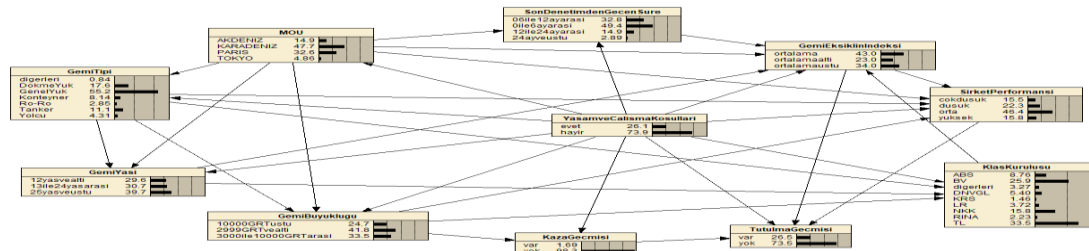
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 55: Alarmlar Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi

08-Alarmlar Ana Eksiklik Alanı					
Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
Tahmin Gerçek	Hayır	Evet	Tahmin Gerçek	Hayır	Evet
Hayır	2905	100	Hayır	725	29
Evet	16	63	Evet	6	12
<i>Doğruluk(eğt)</i>	<i>Doğruluk(test)</i>	<i>Kesinlik</i>	<i>Hassasiyet</i>	<i>F-Ölçütü</i>	<i>AUC</i>
0.962	0.955	0.975	0.955	0.963	0.961

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 42’de “yaşam ve çalışma koşulları” ana eksiklik alanı için geliştirilen sınıflandırma modeli gösterilmiştir. Bu ana eksiklik alanının marjinal olasılık değerleri eksiklik tespit edilme için %26,1 ve eksiklik tespit edilmeme için %73,9’dur. Modelin eğitim ve test veri setleri için Doğruluk değeri %77,8 ve %72,9 olarak elde edilmiştir (Tablo 56). Test veri setindeki Kesinlik, Hassasiyet ve F-Ölçütü değerleri sırasıyla %74,6, %72,9 ve %73,6 olarak tespit edilmiştir. AUC değeri ise 0.766 olarak bulunmuştur. Model, test veri seti içerisinde gerçekte eksiklik tespit edilen 213 denetimden 159’unu doğru olarak sınıflandırmıştır.

Şekil 42: Yaşam/Çalışma Koşulları Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

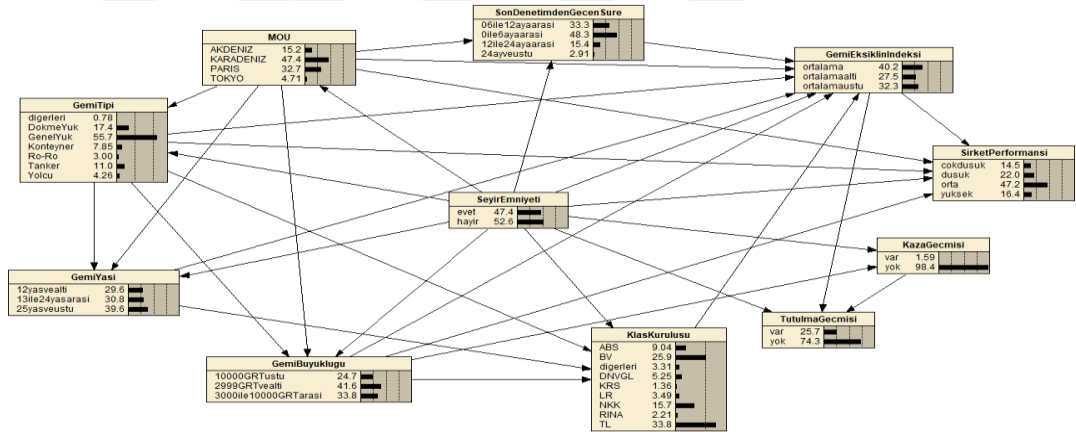
Tablo 56: Yaşam/Çalışma Koşulları Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi

09-Yaşam/Çalışma Koşulları Ana Eksiklik Alanı					
Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
Tahmin Gerçek	Hayır	Evet	Tahmin Gerçek	Hayır	Evet
Hayır	1832	448	Hayır	435	124
Evet	238	566	Evet	85	128
<i>Doğruluk(eğt)</i>	<i>Doğruluk(test)</i>	<i>Kesinlik</i>	<i>Hassasiyet</i>	<i>F-Ölçütü</i>	<i>AUC</i>
0.778	0.729	0.746	0.729	0.736	0.766

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

2014-2019 yılları arasında Türk bayraklı gemilerde en fazla eksiklik tespit edilen alan olan “seyir emniyeti” ana eksiklik alanı için geliştirilen sınıflandırma modeli Şekil 43’te gösterilmiştir. Marjinal olasılıklar incelendiğinde eksiklik tespit edilen gemilerin neredeyse yarısında “seyir emniyeti” eksikliği tespit edilme olasılığı bulunmaktadır (%474). Modelin performans metriklerinin verildiği Tablo 57 incelendiğinde, eğitim ve test veri setlerinde tahminleme doğruluğu %76,8 ve %65,7 olarak bulunmuştur. Test veri setindeki Kesinlik, Hassasiyet ve F-Ölçütü değerlerinin hepsinin de %65,7 olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra AUC değeri ise 0.717 olarak tespit edilmiştir. Model, test veri setinde gerçekte eksiklik tespit edilen 559 denetimin 359’unu doğru olarak sınıflandırmıştır.

Şekil 43: Seyir Emniyeti Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 57: Seyir Emniyeti Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi

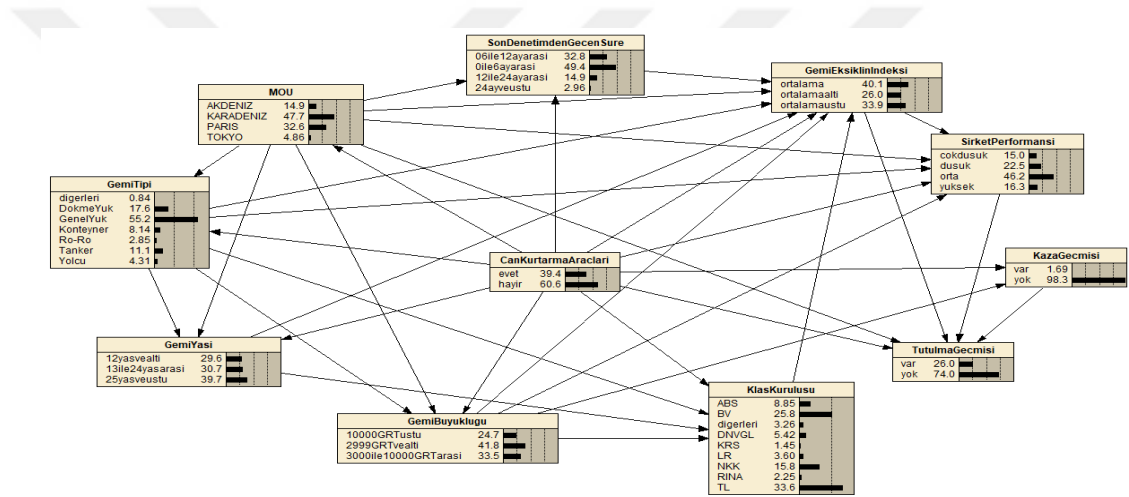
10-Seyir Emniyeti Ana Eksiklik Alanı					
Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
Tahmin Gerçek	Hayır	Evet	Tahmin Gerçek	Hayır	Evet
Hayır	1121	299	Hayır	401	197
Evet	326	953	Evet	200	359
<i>Doğruluk(eğt)</i>	<i>Doğruluk(test)</i>	<i>Kesinlik</i>	<i>Hassasiyet</i>	<i>F-Ölçütü</i>	<i>AUC</i>
0.768	0.657	0.657	0.657	0.657	0.717

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

2014-2019 yıllarında Türk bayraklı gemilerde en yoğun eksiklik tespit edilen bir diğer alan olan “can kurtarma araçları” ana eksiklik alanı için geliştirilen

sınıflandırma modeli Şekil 44'te verilmiştir. Marjinal olasılıklar incelendiğinde eksiklik tespit edilen denetimlerin neredeyse %40'ında eksiklik tespit edilme olasılığının bulunduğu görülmektedir. Modelin performans metriklerinin verildiği Tablo 58 incelendiğinde, eğitim ve test veri setlerinde tahminleme doğruluğu %77,3 ve %70,2 olarak bulunmuştur. Test veri setindeki Kesinlik ve Hassasiyet değerleri %70,2, F-Ölçütü değeri %70,6, AUC değeri de 0.768 olarak tespit edilmiştir. Model, test veri setindeki gerçekte eksiklik tespit edilen 298 denetimin 217'sini doğru olarak sınıflandırmıştır.

Şekil 44: Can Kurtarma Araçları Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 58: Can Kurtarma Araçları Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi

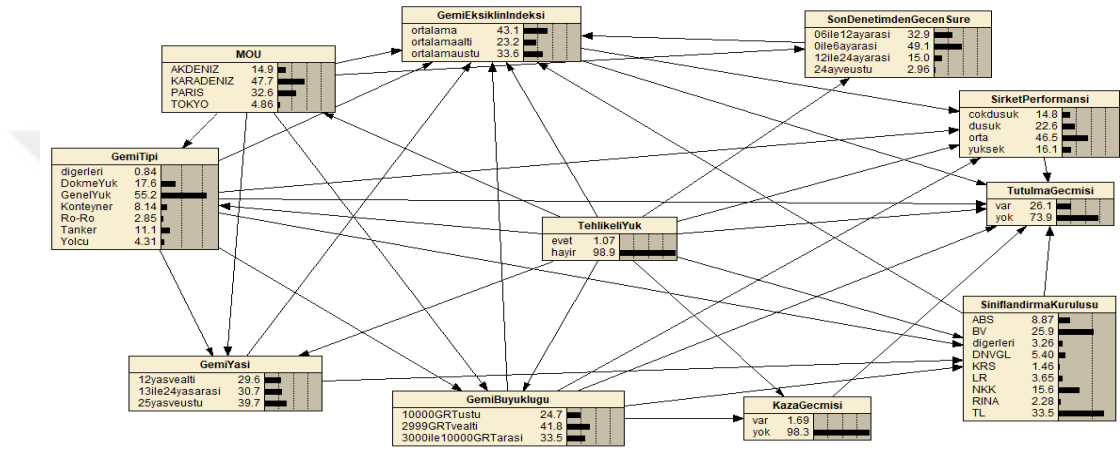
11-Can Kurtarma Araçları Ana Eksiklik Alanı					
Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
Tahmin	Hayır	Evet	Tahmin	Hayır	Evet
Gerçek			Gerçek		
Hayır	1395	473	Hayır	325	149
Evet	228	988	Evet	81	217
<i>Doğruluk(eğt)</i>	<i>Doğruluk(test)</i>	<i>Kesinlik</i>	<i>Hassasiyet</i>	<i>F-Ölçütü</i>	<i>AUC</i>
0.773	0.702	0.702	0.702	0.706	0.768

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 45'te "tehlikeli yükler" ana eksiklik alanı için geliştirilen sınıflandırma modeli gösterilmiştir. Bu ana eksiklik alanının marjinal olasılık değerleri eksiklik tespit edilme için sadece %1,07 iken eksiklik tespit edilmeme için %98,93'tür.

Modelin eğitim ve test veri setleri için Doğruluk değeri %992 ve %99.4 olarak elde edilmiştir (Tablo 59). Test veri setindeki Kesinlik ve F-Ölçütü değerleri %99.3, Hassasiyet değeri %99,4, AUC değeri de 0.859 olarak tespit edilmiştir. Model, toplam 772 denetim bulunan test veri seti içerisinde gerçekte eksiklik tespit edilen 5 denetimin 2 tanesini doğru olarak sınıflandırmıştır.

Şekil 45: Tehlikeli Yükler Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 59: Tehlikeli Yükler Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi

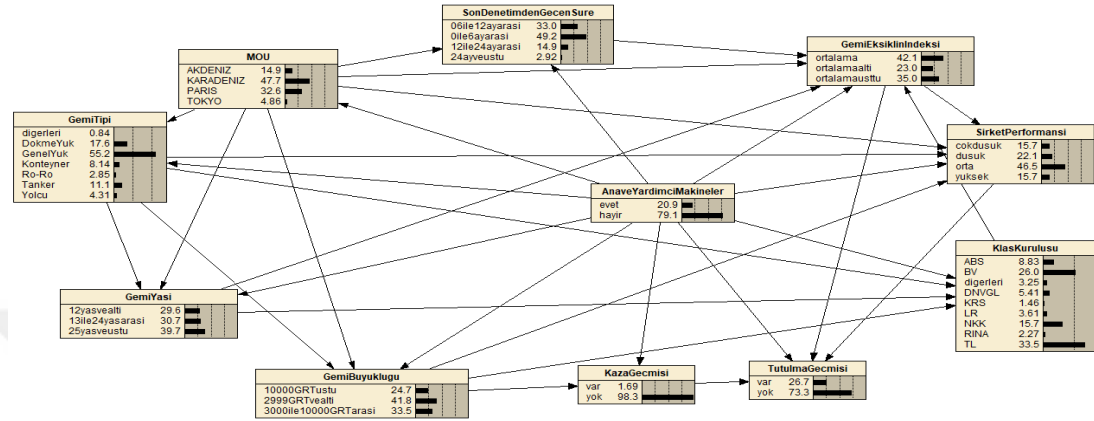
12-Tehlikeli Yükler Ana Eksiklik Alanı					
Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
Tahmin	Hayır	Evet	Tahmin	Hayır	Evet
Gerçek			Gerçek		
Hayır	3051	0	Hayır	765	2
Evet	24	9	Evet	3	2
<i>Doğruluk(eğt)</i>	<i>Doğruluk(test)</i>	<i>Kesinlik</i>	<i>Hassasiyet</i>	<i>F-Ölçütü</i>	<i>AUC</i>
0.992	0.994	0.993	0.994	0.993	0.853

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

“Ana ve yardımcı makineler” ana eksiklik alanı için geliştirilen sınıflandırma modeli ise Şekil 46’da verilmiştir. Bu ana eksiklik alanının marjinal olasılık değerleri eksiklik tespit edilme için %209 ve eksiklik tespit edilmeme için %79,1’dir. Modelin eğitim ve test veri setleri için Doğruluk değeri %78 ve %74,2 olarak elde edilmiştir (Tablo 60). Test veri setindeki Kesinlik, Hassasiyet ve F-Ölçütü değerleri sırasıyla %80, %74,2 ve %76,3 olarak tespit edilmiştir. AUC değeri ise 0.767 olarak

bulunmuştur. Model, test veri setindeki gerçekte eksiklik tespit edilen 141 denetimin 84'ünü doğru olarak sınıflandırmıştır.

Şekil 46: Ana ve Yardımcı Makineler Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 60: Ana ve Yardımcı Makineler Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi

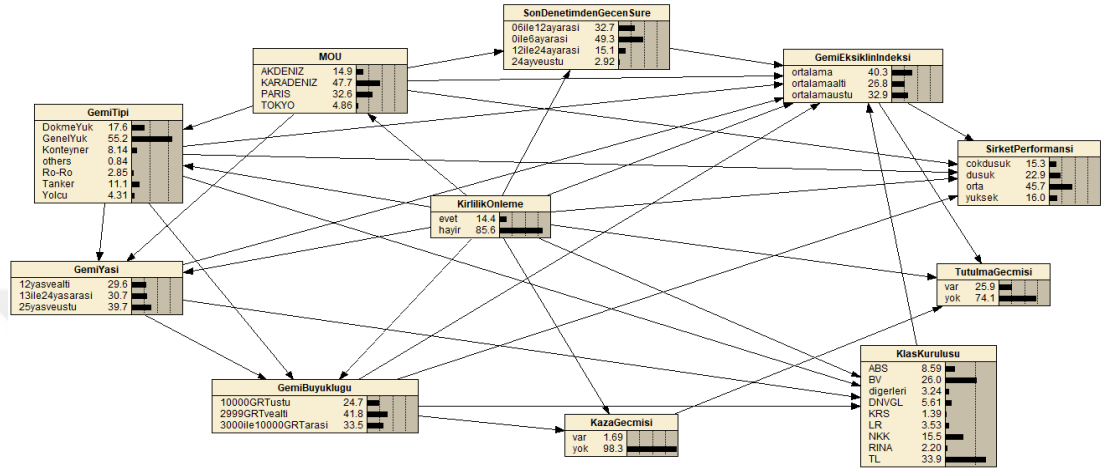
13-Ana ve Yardımcı Makineler Ana Eksiklik Alanı					
Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
Tahmin	Hayır	Evet	Tahmin	Hayır	Evet
Gerçek			Gerçek		
Hayır	1936	503	Hayır	489	142
Evet	177	468	Evet	57	84
<i>Doğruluk(eğt)</i>	<i>Doğruluk(test)</i>	<i>Kesinlik</i>	<i>Hassasiyet</i>	<i>F-Ölçütü</i>	<i>AUC</i>
0.780	0.742	0.800	0.742	0.763	0.767

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Günümüzde denizcilik endüstrisinin en önem verdiği konulardan biri deniz kirliliğini önlemedir. Bu yüzden gemilerin de kirliliği önlemeye yönelik bazı standartları sağlaması gerekmektedir. “Kirliliğe önleme” ile ilgili gemilerde tespit edilen eksiklikler kullanılarak geliştirilen sınıflandırma modeli Şekil 47’de gösterilmiştir. Bu ana eksiklik alanının marjinal olasılık değerleri eksiklik tespit edilme için %14,4 ve eksiklik tespit edilmeme için %85,6’dır. Modelin performans metriklerinin verildiği Tablo 61 incelendiğinde, eğitim ve test veri setlerinde tahminleme doğruluğu %86,6 ve %79,5 olarak bulunmuştur. Test veri setindeki Kesinlik, Hassasiyet ve F-Ölçütü değerleri sırasıyla %84,4, %79,5 ve %81,5 olarak elde edilmiş, AUC değeri ise 0.748 olarak bulunmuştur. Model, test veri seti içerisinde

gerçekte eksiklik tespit edilen denetimlerin yaklaşık yarısını doğru olarak sınıflandırmıştır.

Şekil 47: Kirlilik Önleme Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

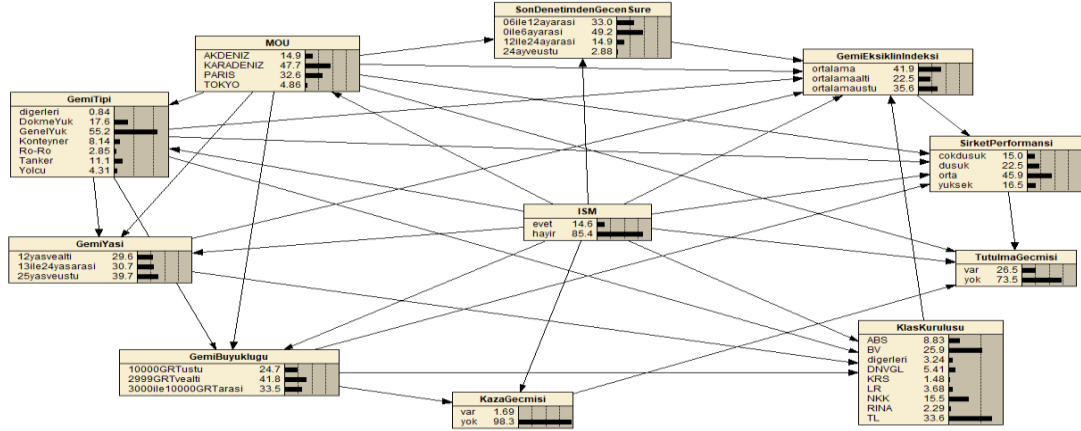
Tablo 61: Kirlilik Önleme Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi

14-Kirlilik Önleme Ana Eksiklik Alanı					
Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
Tahmin	Hayır	Evet	Tahmin	Hayır	Evet
Gerçek			Gerçek		
Hayır	2394	247	Hayır	568	109
Evet	167	276	Evet	49	46
<i>Doğruluk(eğt)</i>	<i>Doğruluk(test)</i>	<i>Kesinlik</i>	<i>Hassasiyet</i>	<i>F-Ölçütü</i>	<i>AUC</i>
0.866	0.795	0.844	0.795	0.815	0.748

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

“ISM” ana eksiklik alanı için geliştirilen sınıflandırma modeli Şekil 48’de verilmiştir. Marjinal olasılıklar incelendiğinde, eksiklik tespit edilen denetimlerde “ISM” ile ilgili eksiklik de tespit edilme olasılığının %14,6, tespit edilmeme olasılığının %85,4 olduğu görülmektedir. Modelin eğitim ve test veri setleri için Doğruluk değeri %81,4 ve %74,5 olarak elde edilmiştir (Tablo 62). Test veri setindeki Kesinlik, Hassasiyet ve F-Ölçütü değerleri sırasıyla %80,1, %74,5 ve %76,6 olarak tespit edilmiştir. AUC değeri ise 0.767 olarak bulunmuştur. Model, test veri seti içerisinde gerçekte eksiklik tespit edilen denetimlerin yarısından fazlasını doğru olarak sınıflandırmıştır.

Şekil 48: ISM Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

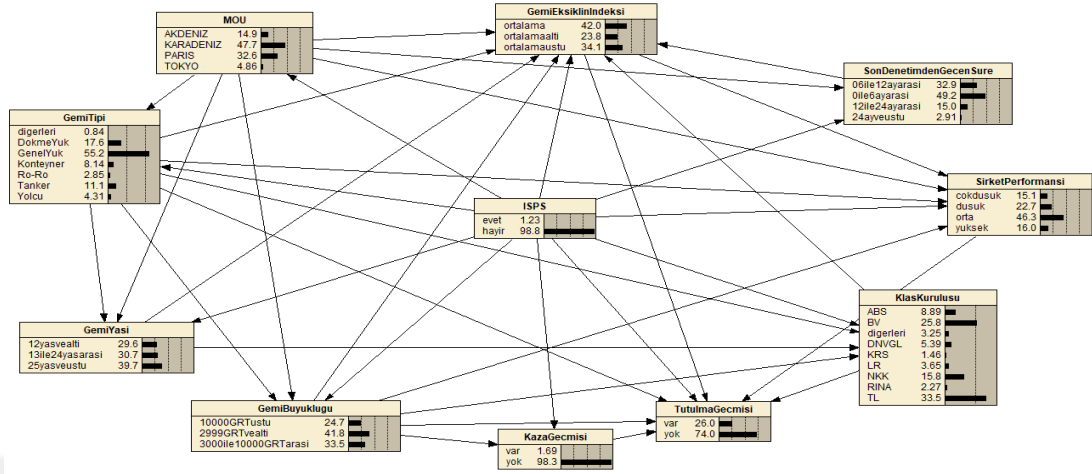
Tablo 62: ISM Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi

15-ISM Ana Eksiklik Alanı					
Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
Tahmin	Hayır	Evet	Tahmin	Hayır	Evet
Gerçek			Gerçek		
Hayır	2177	456	Hayır	511	136
Evet	118	333	Evet	61	64
<i>Doğruluk(eğt)</i>	<i>Doğruluk(test)</i>	<i>Kesinlik</i>	<i>Hassasiyet</i>	<i>F-Ölçütü</i>	<i>AUC</i>
0.814	0.745	0.801	0.745	0.766	0.767

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 49’da “ISPS” ana eksiklik alanı için geliştirilen sınıflandırma modeli gösterilmiştir. Bu ana eksiklik alanının marjinal olasılık değerleri eksiklik tespit edilme için sadece %1,2 ve eksiklik tespit edilmeme için %98,8’dir. Modelin performans metriklerinin verildiği Tablo 63 incelendiğinde, eğitim ve test veri setlerinde tahminleme doğruluğu %97,2 ve %96,4 olarak bulunmuştur. Test veri setindeki Kesinlik, Hassasiyet ve F-Ölçütü değerleri sırasıyla %98,6, %96,4 ve %97,4 olarak elde edilmiş, AUC değeri ise 0.966 olarak bulunmuştur. Model, toplam 772 denetim bulunan test veri seti içerisinde gerçekte eksiklik tespit edilen 8 denetimin 4 tanesini doğru olarak sınıflandırmıştır.

Şekil 49: ISPS Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

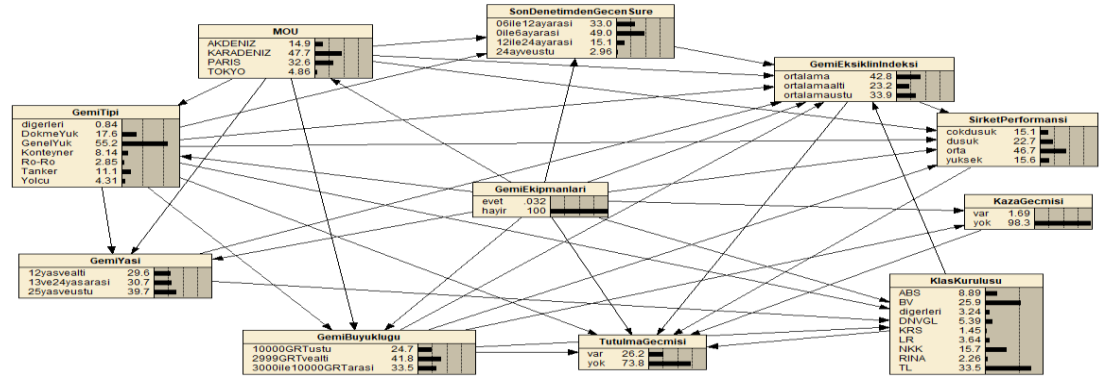
Tablo 63: ISPS Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi

16-ISPS Ana Eksiklik Alanı					
Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
Tahmin Gerçek	Hayır	Evet	Tahmin Gerçek	Hayır	Evet
Hayır	2961	85	Hayır	740	24
Evet	0	38	Evet	4	4
<i>Doğruluk(eğt)</i>	<i>Doğruluk(test)</i>	<i>Kesinlik</i>	<i>Hassasiyet</i>	<i>F-Ölçütü</i>	<i>AUC</i>
0.972	0.964	0.986	0.964	0.974	0.966

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

“Gemi ekipmanları” eksiklik alanı günümüzde mutabakat zaptlarının ana eksiklik alanı kategorisinden çıkarılmış olmasına rağmen verilerin ait olduğu zaman diliminde değerlendirmeye alınan bir kategori olduğu için bu ana eksiklik alanının da sınıflandırma modeli geliştirilmiştir. Modelin yapısının verildiği Şekil 50 incelendiğinde, eksiklik tespit edilen bütün denetimlerin içerisinde bu eksikliğin tespit edilme olasılığı sadece %0,032’dir. Modelin performans metriklerinin verildiği Tablo 64 incelendiğinde, eğitim ve test veri setlerinde tahminleme doğruluğu %99 ve %100 olarak bulunmuştur. Test veri setindeki Kesinlik, Hassasiyet ve F-Ölçütü değerlerinin hepsi %100 olarak tespit edilmiş, AUC değeri ise 0 olarak bulunmuştur. Bunun nedeni, test veri seti içerisinde gerçekte eksiklik tespit edilen denetim olmadığı için eğri oluşmadığından herhangi bir alan hesaplaması yapılamamasındandır.

Şekil 50: Gemi Ekipmanları Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

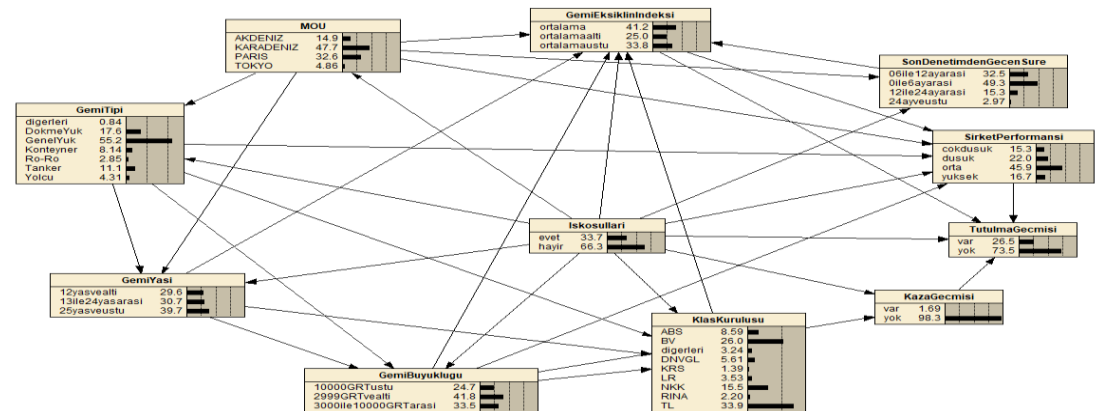
Tablo 64: Gemi Ekipmanları Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi

17-Gemi Ekipmanları Ana Eksiklik Alanı					
Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
Tahmin	Hayır	Evet	Tahmin	Hayır	Evet
Gerçek			Gerçek		
Hayır	3083	0	Hayır	772	0
Evet	1	0	Evet	0	0
<i>Doğruluk(eğt)</i>	<i>Doğruluk(test)</i>	<i>Kesinlik</i>	<i>Hassasiyet</i>	<i>F-Ölçütü</i>	<i>AUC</i>
0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

2014-2019 yıllarında Türk bayraklı gemilerin en sık karşılaştığı eksiklik alanlarında biri olan “iş koşulları-MLC” eksiklik alanı için geliştirilen sınıflandırma modeli Şekil 51’de verilmiştir.

Şekil 51: İş Koşulları/MLC Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Marjinal olasılıklar incelenecek olursa, eksiklik tespit edilen denetimlerde “iş koşulları-MLC” eksikliğinin tespit edilme olasılığı %33,7, tespit edilmeme olasılığı %66,3’tür. Modelin eğitim ve test veri setleri için Doğruluk değeri %75,8 ve %67,2 olarak elde edilmiştir (Tablo 65). Test veri setindeki Hassasiyet ve F-Ölçütü değerleri %67,2, Kesinlik değeri %67,3 olarak tespit edilmiştir. AUC değeri ise 0.722 olarak bulunmuştur. Model, test veri setinde gerçekte eksiklik tespit edilen 271 denetimin 145 tanesini doğru sınıflandırmıştır.

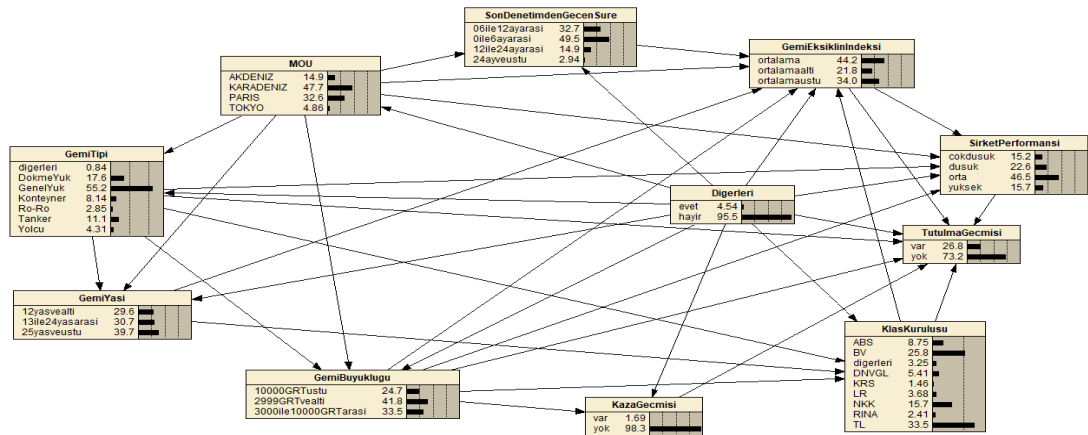
Tablo 65: İş Koşulları/MLC Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi

18-İş Koşulları/MLC Ana Eksiklik Alanı					
Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
Tahmin Gerçek	Hayır	Evet	Tahmin Gerçek	Hayır	Evet
Hayır	1649	396	Hayır	374	127
Evet	351	688	Evet	126	145
<i>Doğruluk(eğt)</i>	<i>Doğruluk(test)</i>	<i>Kesinlik</i>	<i>Hassasiyet</i>	<i>F-Ölçütü</i>	<i>AUC</i>
0.758	0.672	0.673	0.672	0.672	0.722

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Yukarıda modelleri açıklanan ana eksiklik alanları dışında kalan ve “diğer” olarak nitelendirilen ana eksiklik alanı için geliştirilen sınıflandırma modeli Şekil 52’de gösterilmiştir. Bu ana eksiklik alanının marjinal olasılık değerleri eksiklik tespit edilme için %4,5 ve eksiklik tespit edilmeme için %95,5’tir.

Şekil 52: Diğer Ana Eksiklik Alanı Tahminleme Modeli



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Modelin performans metriklerinin verildiği Tablo 66 incelendiğinde, eğitim ve test veri setlerinde tahminleme doğruluğu %90,2 ve %85,2 olarak bulunmuştur. Test veri setindeki Kesinlik, Hassasiyet ve F-Ölçütü değerleri sırasıyla %93,2, %85,2 ve %88,6 olarak elde edilmiş, AUC değeri ise 0.807 olarak bulunmuştur. Model, test veri seti içerisinde gerçekte eksiklik tespit edilen denetimlerin yaklaşık yarısını doğru olarak sınıflandırmıştır.

Tablo 66: Diğer Ana Eksiklik Alanı Performans Değerlendirmesi

99-Diğer Ana Eksiklik Alanı					
Eğitim Veri Seti			Test Veri Seti		
Tahmin Gerçek	Hayır	Evet	Tahmin Gerçek	Hayır	Evet
Hayır	2658	286	Hayır	640	95
Evet	17	123	Evet	19	18
<i>Doğruluk(eğt)</i>	<i>Doğruluk(test)</i>	<i>Kesinlik</i>	<i>Hassasiyet</i>	<i>F-Ölçütü</i>	<i>AUC</i>
0.902	0.852	0.932	0.852	0.886	0.807

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

4.1.2.2.3. Geliştirilen Modeller İçin Senaryo Analizleri Uygulaması

Bu bölümde, hem denetim sonucu hem de ana eksiklik alanları için geliştirilen modellerin test ve eğitim veri setleri dışında gerçek denetim sonuçları üzerinden senaryo analizleri yapılmıştır. Modellerin performans metriklerinin yanı sıra, senaryo analizleri yapılarak geliştirilen modellerin geçerliliklerinin tekrar kontrol edilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda analiz edilen dört farklı mutabakat zaptından denetim sonucu eksiklik tespit edilen ve edilmeyen birer denetim olmak üzere Türk bayraklı gemilere uygulanan toplam sekiz liman devleti denetimi rastgele seçilerek analiz edilmiştir. Senaryo analizi için seçilen bu sekiz denetimdeki gemilerin değişken bilgileri Tablo 67’de gösterilmiştir. Bu denetimler COVID-19 pandemisinin etkisini tam anlamıyla göstermediği 2020 yılının Ocak ve Şubat aylarında yapılmıştır.

Senaryo analizlerinde öncelikle denetime giren gemilere ait değişkenlerin oluşturduğu bir veri seti hazırlanarak denetim sonuçları tahmin edilmiştir. Hazırlanan veri seti üzerinden model çalıştırıldığında senaryo için seçilen bütün gemi denetim sonuçlarının doğru olarak tahmin edildiği yani %100 Doğruluk değerine ulaşıldığı

tespit edilmiştir. Doğrudan tahminlemenin yanı sıra gemi denetim sonuçlarının sonsal olasılık dağılımları da Şekil 53'te verilmiştir.

Tablo 67: Senaryo Analizinde Kullanılan Gemi Denetimlerine Giren Gemilerin Bilgileri

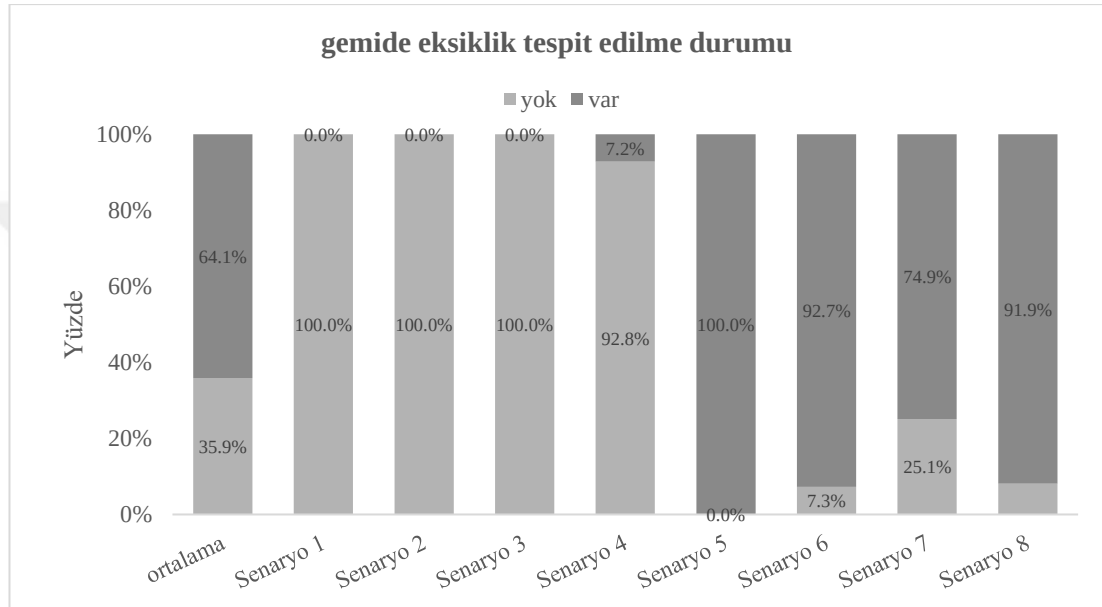
MOU	Gemi Tipi	Gemi Yaşı	Gemi Büyüklüğü (GRT)	Gemi Klas Kuruluşu	Son Denetim Geçen Süre (ay)	Gemi Eksiklik İndeksi	Şirket Performansı	Kaza Geçmişi	Tutulma Geçmişi	Denetim Sonucu Eksiklik Durumu
Tokyo	tanker	≤12	≥10000	DNV-GL	-	-	orta	hayır	hayır	yok
Akdeniz	genel yük	13-24arası	≥10000	ABS	12-24	ort.	yüksek	hayır	hayır	yok
Karadeniz	dökme yük	13-24	≥10000	NKK	6-12	ort. altı	orta	hayır	evet	yok
Paris	konteyner	≤12	≥10000	DNV-GL	>24	ort.	orta	hayır	hayır	yok
Tokyo	dökme yük	13-24	≥10000	KRS	0-6	ort. üstü	çok düşük	hayır	evet	var
Paris	tanker	≥25	3000-10000	RINA	6-12	ort.	orta	hayır	hayır	var
Karadeniz	genel yük	≥25	<3000	TL	0-6	ort.	düşük	hayır	evet	var
Akdeniz	konteyner	13-24	3000-10000	LR	6-12	ort. üstü	orta	hayır	hayır	var

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Olasılık dağılımların daha iyi anlaşılabilmesi için de Senaryo 4 örnek bir uygulama olarak Şekil 54'te gösterilmiştir. Senaryo analizleri incelendiğinde Senaryo 1, 2 ve 3'te eksiklik tespit edilmeme olasılığının %100 olduğu görülmektedir. Senaryo 4'te ise eksiklik tespit edilme olasılığı %72, edilmeme olasılığı ise %92,8 olarak elde edilmiştir. Bu ilk dört senaryonun olasılıksal dağılımları göz önüne alındığında denetim sonuçlarının eksiklik olmadan tamamlanabileceği sonucuna varılabilir. Benzer şekilde denetim sonucu için geliştirilen model de denetim sonuçları doğrudan istediğinde bu dört senaryo için eksiklik olmadan sonuçlanacağı yönünde tahminde bulunmuştur. Diğer dört senaryo incelendiğinde ise bu kez olasılık dağılımlarının eksiklik tespit edilme yönünde olduğu görülmektedir. Senaryo 5'te eksiklik tespit edilme olasılığı %100 olarak elde edilmekle birlikte diğer senaryolar olan Senaryo 6 ve 8 için de eksiklik tespit edilme olasılıkları %90'ın üzerinde değerlere sahiptir. Senaryo 7'de eksiklik tespit edilme olasılığı diğer senaryolara göre düşük olsa da eksiklik tespit edilme ortalamasının üstünde bir değere sahip olduğu görülmektedir. İlk dört senaryoda olduğu gibi son dört senaryo için olasılık dağılımlarına bakıldığında

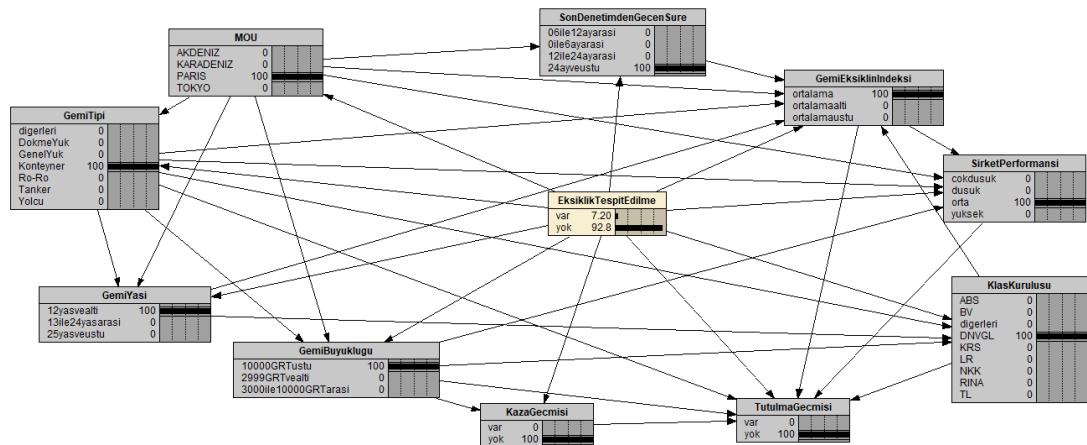
bu denetimlerin eksiklik tespit edilerek sonuçlanacağı yönünde yargıya varılabilir. Denetim sonucunu tahmin etmek için geliştirilen model de bu son dört senaryonun sonucunu gerçekte olduğu gibi eksiklik tespit edilebilir olarak sınıflandırarak doğru tahminlemiştir.

Şekil 53: Senaryo Analizleri Sonucu Gemi Denetim Sonuçlarının Olasılık Dağılımları



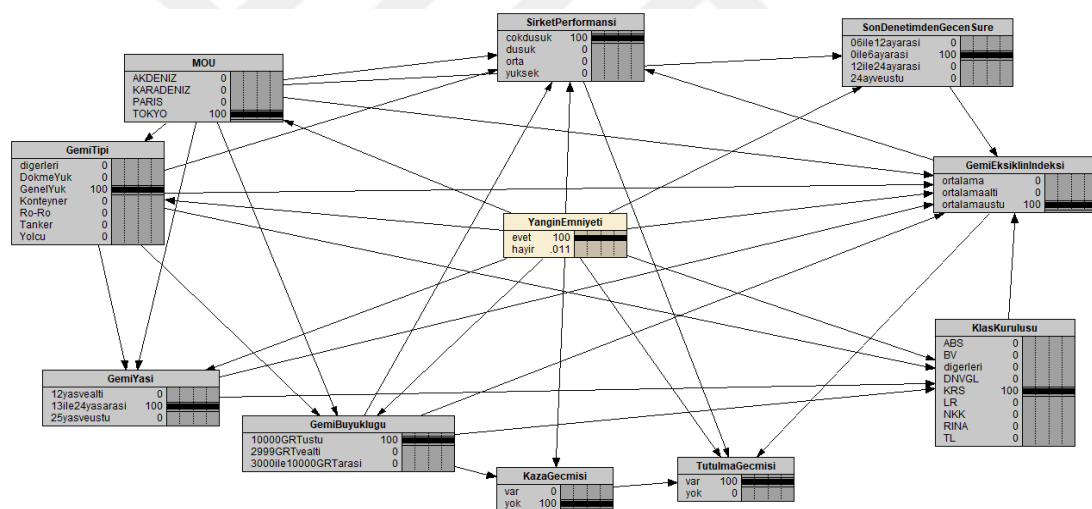
Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 54: Senaryo 4 için Elde Edilen Olasılık Dağılımı



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

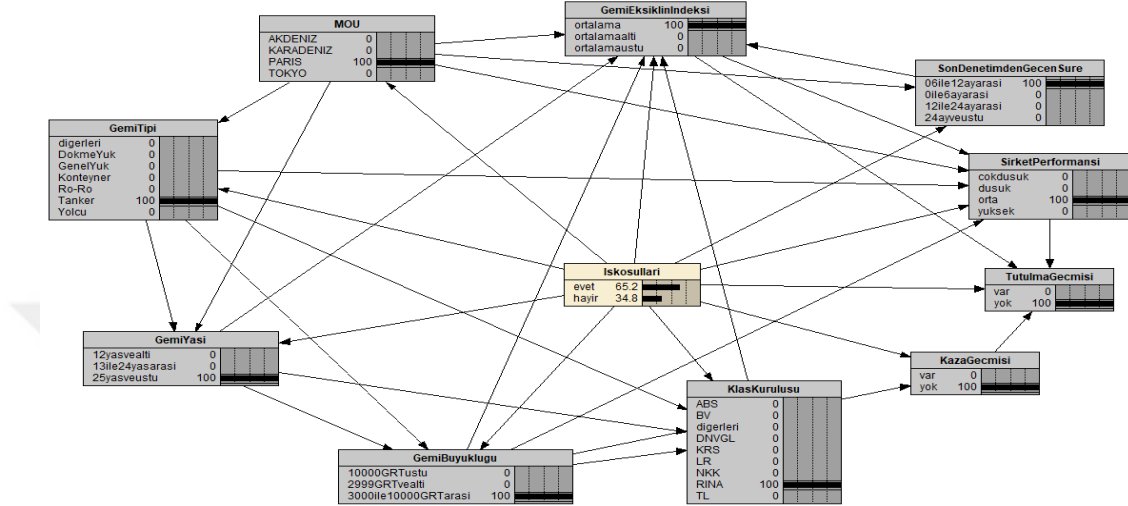
Şekil 55: Senaryo 5 için Yangın Emniyeti Ana Eksiklik Alanı Olasılık Dağılımı



Paris MOU bölgesinde denetlenen Senaryo 6'daki gemide ise eksiklik tespit edilen alan "iş koşulları-MLC" olmuştur. "İş koşulları-MLC" ana eksiklik alanı için geliştirilen model de bu alan için eksiklik tespit edileceği yönünde doğru tahminde bulunmuştur. Yine bu senaryo için Şekil 56'da gösterilen olasılık dağılımına bakıldığında, ortalama %33,7 olan eksiklik tespit edilme olasılığı %65,2'ye yükselmektedir. Bu olasılık göz önüne alındığında bu gemi için "iş koşulları-MLC"

ana eksiklik alanında eksiklik olma ihtimalinin oldukça yüksek olduğu sonucuna varılabilir.

Şekil 56: Senaryo 6 için İş koşulları/MLC Ana Eksiklik Alanı Olasılık Dağılımı



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Karadeniz MOU bölgesinde denetlenen Senaryo 7’deki gemide ise denetim sonucu toplam beş eksiklik tespit edilmiş, bu eksikliklerin ait olduğu ana eksiklik alanları ise “yangın emniyeti”, “seyir emniyeti”, “can kurtarma araçları” ve “iş koşulları-MLC” olmuştur. Geliştirilen ana eksiklik modelleri üzerinden analizler yapılmış ve modeller bu dört ana eksiklik alanı için de eksiklik tespit edileceği yönünde doğru tahminde bulunmuşlardır. Yine olasılık dağılımları açısından incelendiğinde “yangın emniyeti” için ortalama %36,5 olan eksiklik tespit edilme olasılığının bu senaryo için %437’ye çıktığı görülmektedir. “Seyir emniyeti” ana eksiklik alanlar için eksiklik tespit edileme olasılığı ortalama %47,4 iken değer %71,1’e çıkmıştır. Bunun yanı sıra “can kurtarma araçları” ve “iş koşulları-MLC” ana eksiklik alanları için eksiklik tespit edilme olasılığı sırasıyla ortalama %39,4 ve %33,7 iken Senaryo 7 için bu olasılıklar %44,9 ve %67,1’e ulaşmıştır. Senaryo 7 koşullarında bu olasılık değerlerinden bu ana eksiklik alanları için eksiklik tespit edileceği yönünde de çıkarsamada bulunulabilir.

Son senaryo olan Senaryo 8’de ise Akdeniz MOU bölgesinde denetime giren gemide toplam 4 eksiklik tespit edilmiştir. Bu eksikliklerin ait olduğu ana eksiklik

alanları ise “sertifika/dokümantasyon”, “yangın emniyeti” ve “iş koşulları-MLC” olmuştur. Bu ana eksiklik alanları için geliştirilen modeller “yangın emniyeti” ve “iş koşulları-MLC” için eksiklik olmayacağı yönünde yanlış tahminlemede bulunurken “sertifika/dokümantasyon” için eksiklik olacağı yönünde doğru tahminde bulunmuştur. Senaryo 8 için ana eksiklik alanlarındaki eksiklik tespit edilme olasılıkları incelendiğinde ise “sertifika/dokümantasyon” ana eksiklik alanı için ortalama %39,1 olan olasılık bu senaryoda %86,9 olmuştur. “Yangın emniyeti” ve “iş koşulları-MLC” ana eksiklik alanları için sırasıyla %36,5 ve %33,7 olan ortalama eksiklik tespit edilme olasılıklarının ikisi de %100’e çıkmıştır. Bu sonuçlar değerlendirilecek olursa, doğrudan modelin tahminlemesinin yanı sıra olasılık değerlerine bakılarak karar verilmesinin faydalı olacağı söylenebilir.

Senaryo analizleri için verilecek son analiz de en iyi-en kötü (best-worst) senaryolardır. Eksiklik tespit edilme durumu için geliştirilen modelde denetim sonucu %100 eksiklik tespit edilmeme durumu en iyi senaryo olarak nitelendirilirken, %100 eksiklik tespit edilme durumu en kötü senaryo kapsamına girmektedir. Şekil 53’te görülebileceği üzere Senaryo 2 ve 3 eksiklik tespit edilmeme olasılığının %100 olduğu en iyi senaryo koşullarını sağlarken Senaryo 6 eksiklik tespit edilme olasılığının %100 olduğu en kötü senaryo koşullarına bir örnek olarak verilebilir.

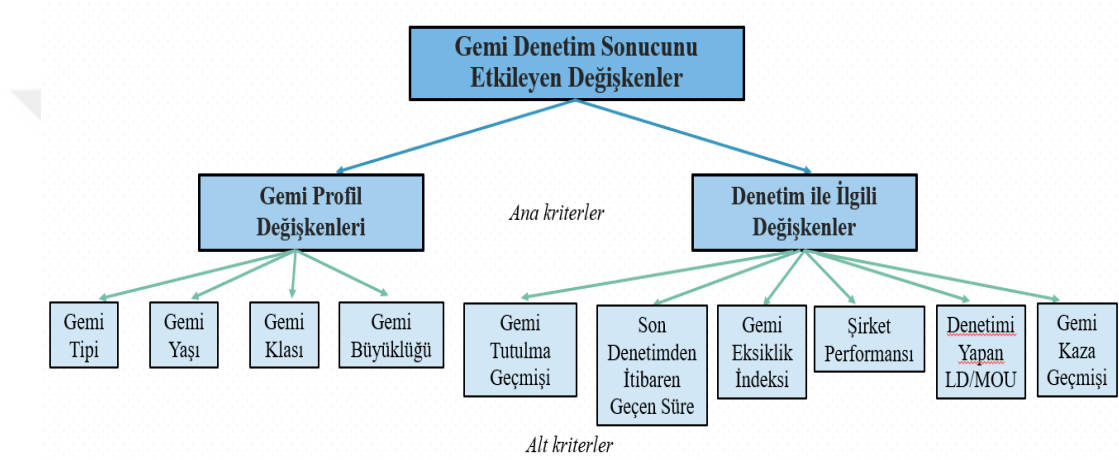
4.1.3. Gemi Denetim Sonucuna Etki Eden Değişkenler Üzerine Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci Uygulaması

Bu bölümde, gemi denetim sonucunu etki eden değişkenlerin önem derecelerini gemi denetim uzmanlarının bakış açılarıyla tespit etmek için FAHP uygulaması yapılmıştır. Subjektif olarak nitelendirilebilecek bu yaklaşımla veri analizleri kıyaslanarak değişkenlerin uzmanlar ve makine öğrenmesi tarafından nasıl değerlendirildiğinin belirlenmesi ve karşılaştırılması amaçlanmıştır. Gemi denetim uzmanlarından ana kriter ve alt kriterler dahil olmak üzere toplam 22 ikili karşılaştırma matrisini değerlendirimleri istenmiştir. Uzmanların değerlendirmesi için tasarlanan form Ek 12’de gösterilmiştir. Şekil 57’de FAHP uygulamasında kullanılan değişkenler gösterilmiştir. Ana kriter olarak gemi profil değişkenleri ve denetim ile ilgili değişkenler olmak üzere iki değişken bulunmaktadır. Bu iki değişken ikili

karşılaştırma ile uzmanlara sorulduktan sonra, her ana kriter için altında bulunan alt kriterlerin de bütün ikili karşılaştırmalarının yapılması sağlanmıştır.

Tablo 68’te gemi denetim uzmanlarının görüşleri sonucu ana kriterler için elde edilen karar matrisi bulunmaktadır. Benzer şekilde, Tablo 69 ve 70’te sırasıyla gemi profil değişkeninin ve denetimle ilgili değişkenlerin alt kriterleri için oluşturulmuş karar matrisleri bulunmaktadır.

Şekil 57: FAHP Uygulamasında Kullanılan Değişkenler



Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 68: Ana Kriterler için Karar Matrisi

Ana kriterler	Gemi Profil			Denetim ile İlgili		
Gemi Profil	1.00	1.00	1.00	0.88	1.01	1.16
Denetim ile İlgili	0.86	0.99	1.14	1.00	1.00	1.00

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 69: Gemi Profil Değişkenleri için Karar Matrisi

Alt kriterler	Gemi Tipi			Gemi Yaşı			Klas Kuruluşu			Gemi Büyüklüğü		
Gemi Tipi	1.00	1.00	1.00	0.17	0.19	0.21	0.20	0.22	0.26	3.51	4.24	4.98
Gemi Yaşı	4.66	5.36	5.97	1.00	1.00	1.00	1.33	1.52	1.72	6.61	7.64	8.22
Klas Kuruluşu	3.85	4.53	5.09	0.58	0.66	0.75	1.00	1.00	1.00	6.55	6.88	8.26
Gemi Büyüklüğü	0.20	0.24	0.29	0.12	0.13	0.15	0.12	0.15	0.15	1.00	1.00	1.00

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 70: Denetim ile İlgili Değişkenler için Karar Matrisi

Alt kriterler	Gemi Tutulma Geçmişi			Son Denetimden Geçen Süre			Gemi Eksiklik İndeksi			Şirket Performansı			Denetimi Yapan LD/MOU			Gemi Kaza Geçmişi		
Gemi Tutulma Geçmişi	1.00	1.00	1.00	3.48	4.21	4.82	0.37	0.46	0.60	4.47	4.99	5.29	1.09	1.30	1.53	3.12	3.74	4.42
Son Denetimden Geçen Süre	0.21	0.24	0.29	1.00	1.00	1.00	0.25	0.28	0.33	1.69	2.03	2.43	0.44	0.54	0.67	1.62	1.00	1.00
Gemi Eksiklik İndeksi	1.65	2.18	2.74	3.02	3.56	4.02	1.00	1.00	1.00	4.00	5.00	6.03	1.09	1.31	1.53	2.29	2.75	3.14
Şirket Performansı	0.19	0.20	0.22	0.41	0.49	0.59	0.17	0.20	0.25	1.00	1.00	1.00	0.36	0.42	0.50	1.43	1.67	1.94
Denetimi Yapan LD/MOU	0.65	0.77	0.92	1.49	1.85	2.26	0.65	0.77	0.92	1.99	2.36	2.79	1.00	1.00	1.00	0.97	1.22	1.49
Gemi Kaza Geçmişi	0.23	0.27	0.32	1.00	1.00	0.62	0.32	0.36	0.44	0.52	0.60	0.70	0.67	0.82	1.03	1.00	1.00	1.00

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Karar matrisleri oluşturulduktan sonra, bulanık sayıların toplanması ve sıralanması/derecelendirilmesi aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada öncelikle bulanık sayıların toplanması için Denklem 35-37’teki hesaplamalar yapılmıştır. Ardından bu bulanık sayıların sıralanması/derecelendirilmesi için Denklem 44 kullanılmıştır. Bu işlemler sonucunda her bir değerlendirme için elde edilen sonuçlar neticesinde değişkenlerin ağırlıklarının hesaplanması ve normalizasyon işleminin yapılabilmesi için Denklem 42 ve 43’ten faydalanılmıştır. Bu işlemlerin ardından nihai olarak elde edilen değişkenlerin önem sıraları/dereceleri ve ağırlıkları Tablo 71’de gösterilmiştir. Tablo incelendiğinde gemi denetim uzmanları gözünden denetim sonucunu en fazla etkileyen değişkenin 0.2145 ağırlıkla “gemi yaşı” olduğu görülmektedir. Geminin “klas kuruluşu” 0.1856 ağırlıkla ve “gemi eksiklik indeksi” ise 0.150 ağırlıkla gemi yaşını takip etmektedir. Gemi denetim sonucunu tahmin etmeye yönelik geliştirilen modelden elde edilen önem derecesi sıralamasında da bu üç değişkenin aynı sırada yer aldığı ve oldukça benzer ağırlıklara sahip olduğu görülmüştür (Tablo 47). Bu üç değişkenden sonra ise değişkenlerin önem sıraları sırasıyla; “gemi tutulma geçmişi” (0.1484), “gemi tipi” (0.0790), “denetimi yapan LD/MOU” (0.0762), “son denetimden geçen süre” (0.0498), “şirket performansı” (0.0380), “gemi kaza geçmişi” (0.0376) ve “gemi büyüklüğü” (0.0210) gelmektedir. Gemi denetim uzmanlarının görüşleri doğrultusunda önem sıralamasında son iki basamakta yer alan “gemi kaza geçmişi” ve “gemi büyüklüğü” gemi hedef faktör sistemlerinde bulunmayan değişkenler olduğu göze çarpmaktadır. Benzer şekilde veri analizi sonucu elde edilen önem derecesinde de “gemi kaza geçmişi” değişkeninin önem derecesi düşük çıkmıştır. Ancak “gemi büyüklüğü” değişkeninin veri analizinde önem sıralamasında daha üst basamaklarda ve önem ağırlığının da daha yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 71: FAHP Uygulaması Sonucu Gemi Denetim Sonucuna Etki Eden Değişkenlerin Önem Sıraları ve Ağırlıkları

Önem Sırası	Değişken	Ağırlık
1	Gemi Yaşı	0.2145
2	Klas Kuruluşu	0.1856
3	Gemi Eksiklik İndeksi	0.1500
4	Gemi Tutulma Geçmişi	0.1484
5	Gemi Tipi	0.0790
6	Denetimi Yapan LD/MOU	0.0762
7	Son Denetimden Geçen Süre	0.0498
8	Şirket Performansı	0.0380
9	Gemi Kaza Geçmişi	0.0376
10	Gemi Büyüklüğü	0.0210

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

FAHP uygulamasında son aşama olarak verilen uzman görüşleri doğrultusunda oluşturulan karar matrislerinin Tutarlılık Oranı (CR) hesaplanmıştır. Uzmanların ikili karşılaştırma matrislerine verdikleri cevapların tutarlılığı incelenerek oluşturulan matrislerin geçerliliği kontrol edilmiştir. İki değişkenli ikili karşılaştırmaların tutarlılığı ölçülemediği için ana kriterlerin karşılaştırıldığı matrisin CR değeri hesaplanamamıştır. Gemi profil değişkenleri ve denetim ile ilgili değişkenlere ait alt kriterlerin ikili karşılaştırma matrislerinin CR değerleri R Studio programlama dili “fuzzyAHP” kütüphanesi aracılığıyla analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, gemi profil değişkenleri için CR değeri 0.058 ve denetim ile ilgili değişkenler için ise 0.056 olmuştur. İki matrisin de CR değeri sınır değeri olan 0,10'dan küçük olduğu için gerekli tutarlılığa sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

4.2. ARAŞTIRMA BULGULARININ TARTIŞILMASI

Bu çalışmada Türk bayraklı gemilere uygulanan liman devleti denetim raporları kullanılarak gemilerde eksiklik tespit edilme durumunu belirlemek için sınıflandırma modeli geliştirilmiştir. Bunun yanı sıra geliştirilen sınıflandırma modelindeki değişkenlerin modele etki düzeyleri incelenmiş, ardından modelde kullanılan değişkenlerin gemi denetim uzmanları gözünden de incelendiği çok kriterli karar verme uygulaması yapılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Hem veri güdümlü geliştirilen sınıflandırma modelinde hem de uzmanlardan elde edilen çok kriterli karar

verme uygulamasında gemi denetimi sonucuna etki eden en önemli değişkenlerin sırasıyla “gemi yaşı”, “klas kuruluşu” ve “gemi eksiklik indeksi” olduğu tespit edilmiştir. Bu iki farklı yaklaşımla elde edilen sonuçların benzerlik göstermesi geliştirilen model ile uzman görüşlerinin uyumlu olduğu anlamına gelmektedir. Bütün mutabakat zaptlarında, gemi denetimlerinde göz önünde bulundurulanan değişkenlerin en önemlilerinden biri “gemi yaşı”dır. Hedef faktör sistemi uygulaması bulunan bütün mutabakat zaptlarında “gemi yaşı” değişkeni bulunmaktadır. Bu araştırmada da “gemi yaşı” baskın şekilde denetim sonucuna etki eden değişken olmuştur. Bu bulgu Cariou ve diğerleri (2007), Knapp ve Franses (2007), Cariou ve diğerleri (2009), Cariou ve Wolff (2015), Yang ve diğerleri (2018), Wang ve diğerleri (2019), Şanlıer (2020), Xiao ve diğerleri (2020), Wang ve diğerleri (2021), Yang ve diğerleri (2021) tarafından yapılan araştırmalarla benzerlik göstermektedir. Benzer şekilde, Türk bayraklı gemiler üzerine yapılan araştırmalar incelendiğinde de gemi yaşının artmasıyla birlikte geminin tutulma olasılığının ve eksiklik sayısının arttığı tespit edilmiştir (Yılmaz ve Ece, 2017; Akyar ve Çelik, 2018). Bununla birlikte Yang ve diğerleri (2020), Wang ve diğerleri (2021), Yu ve diğerleri (2021) ve Liu ve diğerleri (2022) tarafından yapılan araştırmalarda ise gemi yaşının orta ya da düşük derecede etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Modelde gemide denetim sonucunu en fazla etkileyen ikinci değişken olan “klas kuruluşu” Cariou ve diğerleri, (2009), Cariou ve Wolff (2015), Yang ve diğerleri (2018), Şanlıer (2020), Liu ve diğerleri (2022) tarafından yapılan araştırmaların sonuç bulgularıyla paralellik göstermektedir. Buna karşın Wang ve diğerleri (2019), Xiao ve diğerleri (2020), Yang ve diğerleri (2020), Wang ve diğerleri (2021) ve Yu ve diğerleri (2021) tarafından yapılan araştırmalarda klas kuruluşu değişkeni daha düşük etki seviyesine sahip bulunmuştur.

Üçüncü en yüksek etkiye sahip değişken “gemi eksiklik indeksi” olarak belirlenmiştir. Bu durum; denetim sonucunda tespit edilecek eksiklik sayısına yönelik Wang ve diğerleri (2019) tarafından yapılan araştırma ile kıyaslandığında farklılık göstermektedir. Wang ve diğerlerinin çalışmasında (2019) “gemi eksiklik indeksi” yerine “son denetimdeki eksiklik sayısı” değişkeni esas alınmıştır. Bu farklılığın nedeni, yürütülen bu araştırmada bir geminin geçmişte birden fazla denetim sonucu tespit edilen eksiklikleriyle elde edilen bir indeks kullanılmışken; Wang ve

diğerlerinin (2019) çalışmasında geminin sadece son denetimindeki eksiklik sayısını değerlendirmesi olabilir. Geminin geçmiş denetimlerinden elde edilen gemi eksiklik indeksi ilk defa bu araştırmada bir değişken olarak kullanılmıştır. Modelde gemi eksiklik indeksi kötüleştikçe gemide eksiklik tespit edilme olasılığının arttığı gözlenmiştir.

Gemi denetimine etki eden değişkenlerin değerlendirmesinde veri analizi ile elde edilen bir diğer önemli değişken ise “şirket performansı” olmuştur. Benzer şekilde, denetime girecek gemilerin gemi risk profilini tespit etmeyi amaçlayan Liu ve diğerleri (2022) ile Wang ve diğerleri (2019) tarafından yapılan araştırmalarda “şirket performansı”, modelleri en fazla etkileyen değişken olarak bulunmuştur. Gemi risk profilini belirleme amacıyla Yu ve diğerleri (2021) tarafından yapılan araştırmada da, “şirket performansı” önem derecesi yüksek bir değişken olarak tespit edilmiştir. Bu bulgulara karşın, gemi denetim uzmanlarının görüşleri doğrultusunda FAHP ile elde edilen değişkenlerin önem ağırlıklarında ise “şirket performansı” nispeten düşük bir ağırlığa sahip bulunmuştur. Benzer şekilde, herhangi bir mutabakat zaptının hedef faktör sisteminde bulunmamasına karşın “gemi büyüklüğü” değişkeni de veri analizinde orta derece olarak nitelendirilebilecek bir ağırlığa sahip olmuştur. Wang ve diğerleri (2019) ve Wang ve diğerleri (2021) tarafından yapılan araştırmalarda da “gemi büyüklüğü” orta derecede etkiye sahipken; Yang ve diğerleri (2020), Yu ve diğerleri (2021) ve Liu ve diğerleri (2022) tarafından yapılan araştırmalarda düşük etki seviyesine sahip olduğu bulunmuştur. Uzmanlardan elde edilen bilgiler doğrultusunda “gemi büyüklüğü”, gemi denetim eksikliğine etki eden değişkenler arasında en düşük önem ağırlığına sahip değişken olarak bulunmuştur. Bu durumun nedeninin, bu değişkenin hedef faktör sistemlerinde bulunmaması ve bu nedenle uzmanlar tarafından göz ardı edilmesi olduğu düşünülebilir.

Veri analizi ve gemi denetim uzmanlarından gelen bilgiler doğrultusunda “son denetimden itibaren geçen süre”, “gemi tipi” ve “denetimi yapan MOU/LD” değişkenlerinin gemi denetimi sonucu üzerinde orta derecede ve benzer ağırlıklara sahip olduğu görülmüştür. Yang ve diğerleri (2020) ve Liu ve diğerleri (2022) “gemi tipi” değişkeninde bu araştırmaya benzer bulgu elde etmişler iken; “denetimi yapan otorite”nin düşük etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Bahsedilen çalışmalarla benzer şekilde gemi tutulma olasılığını inceleyen Yang ve diğerleri (2018) de

“denetimi yapan otorite”nin gemi denetimi sonucu üzerinde düşük etkiye sahip olduğunu belirlemiştir. “Gemi tipi” değişkeni Xiao ve diğerleri (2020) ve Wang ve diğerleri (2021) tarafından yapılan araştırmada yine bu araştırmayla benzer bulguya sahip iken, “denetimi yapan otorite”nin de gemi denetimi üzerinde etkisinin yüksek olduğu bulunmuştur. Yang ve diğerleri (2018) ve Yu ve diğerleri (2021) tarafından gerçekleştirilen araştırmalarda ise “gemi tipi” değişkenini oldukça önemli olduğu bulunmuş iken Wang ve diğerleri (2019) “gemi tipi”nin gemi denetim sonucunu orta düzeyde etkilediğini tespit etmişlerdir. Bu araştırmaların yanı sıra Cariou ve diğerleri (2007), Knapp ve Franses (2007), Cariou ve Wolff (2015), Şanlıer (2020) de araştırmalarında “gemi tipi”ni önemli bir değişken olarak bulmuşlardır. Yılmaz ve Ece, (2017) tarafından Paris MOU’da tutulan Türk bayraklı gemiler üzerine ve Akçay ve Çelik (2018) tarafından Karadeniz MOU’da denetlenen Türk bayraklı gemiler üzerine yapılan araştırmalarda ise ki-kare analizine göre “gemi tipi” ve “denetimi yapan liman devleti” ile denetim sonucu arasında anlamlı ilişki tespit edilmiştir.

Bu araştırmada sınıflandırma modeli üzerinden yapılan veri analizinde geminin geçmişte tutulma durumunun gemi denetim sonucu üzerine etkisinin düşük olduğu görülmüştür. Bu sonuç LR analizi ile desteklenirken, uzman görüşü ile elde edilen analizler sonucunda ise “geminin geçmişte tutulması” denetim sonucunu nispeten önemli derecede etkileyen bir değişken olarak tespit edilmiştir. Liu ve diğerleri (2022) tarafından gerçekleştirilen araştırmada da “geminin geçmişteki tutulma durumu”nun gemi risk profili üzerinde hiçbir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Gemi risk profilini tahmin etmeye yönelik yapılan bir diğer araştırmada (Yu ve diğerleri, 2021) ise “geminin geçmişteki tutulma durumu” diğer değişkenlerle kıyaslandığında orta düzeyde etkiye sahip çıkmıştır. Wang ve diğerleri (2019) tarafından gerçekleştirilen araştırmada da “geminin geçmişteki tutulma durumu” orta seviyede etkiye sahip bir değişken olarak belirlenmiştir. “Geminin geçmişte tutulma durumu”nun gemi denetim uzmanları tarafından önemli olarak görülmesinin nedeni mutabakat zaptlarının geminin geçmişte tutulma durumuna oldukça önem vermesi olabileceği gibi bu araştırma kapsamında bu değişkenin dengesiz dağılım yapısına sahip olmasından dolayı veri analizinde daha düşük etkiye sahip olabileceği de düşünülmektedir. “Geminin kaza geçmişi”nin gemi denetim sonucunu etkileme durumunu değerlendiren değişken ise hem sınıflandırma modelinde hem de uzman görüşü uygulamasında

düşük etki seviyesine sahip olmuştur. Bizim araştırmamız literatürde “geminin kaza geçmişi”ni hem değişken olarak ekleyip hem de önem derecesini tespit eden ilk araştırmadır. Yan (2021)’ın gemilerin denetimlerde tutulma olasılığını incelediği araştırmasında, “geminin kaza geçmişi” durumunu bir değişken olarak ele almasına olmasına rağmen; değişkenlerin gemi tutulmasındaki önem derecelerini ya da ağırlıklarını vermediği için araştırmalar arası karşılaştırma yapılamamıştır.

Bu araştırmada gemi denetim sonucunu tahmin etmeye yönelik geliştirilen sınıflandırma modelinin yanı sıra gemilerde tespit edilebilecek ana eksiklik alanlarına yönelik de sınıflandırma modelleri geliştirilmiştir. Literatür incelendiğinde bu araştırmadaki yaklaşıma benzer bir araştırma bulunmamakla birlikte gemilerde tespit edilebilecek eksiklik alanlarını farklı biçimde ele alan çalışmalar bulunmaktadır. Bu araştırmalarda, eksiklik alanlarının gemi tutulması üzerine etkisinin incelendiği, bu inceleme yapılırken de sadece eksiklik alanları kullanılarak (Fu ve diğerleri, 2020) ya da eksiklik türleri diğer değişkenlerle beraber değerlendirilerek analizlerin yapıldığı (Wang ve diğerleri, 2021) görülmüştür. Bu yüzden bu araştırmanın gemide eksiklik tespit edilebilecek alanları tahminlemeye yönelik literatürdeki ilk araştırma olması ve eksiklik alanları ile ilgili yapılan diğer araştırmalardan farklı tasarımı nedeniyle başka çalışmalarla karşılaştırılması mümkün olmamıştır.

SONUÇ

Denizcilik endüstrisinde gemiler çeşitli otoriteler tarafından devamlı bir denetim mekanizması altında bulunmaktadır. Özellikle 20. yüzyılın başlarından itibaren artan gemi sayısı ve trafiği neticesinde emniyet kavramı daha önemli hale gelmiştir. Bu dönem içerisinde gerçekleşen büyük deniz kazaları sonucu yaşanan can ve mal kayıplarının yanı sıra oluşan çevre kirliliği denizcilik endüstrisi kadar kamuoyunun bu konuya dikkatini yoğunlaştırmasına neden olmuştur. Deniz kazaları tehdidinin sürekli artmasının yanında, oluşan kamuoyu baskısı denizcilik paydaşlarının gemilerin emniyetli, güvenli ve çevre kirliliğini önleyecek şekilde operasyonlarını devam ettirebilmelerini sağlayacak adımlar atmalarını gerektirmiştir. Bu alanda uygulamaya giren en önemli adımlardan biri de gemilerin denetlenmesi olmuştur. Denetimlerin teknolojinin zaman içerisinde gelişimi ve denetim mekanizmalarında yaşanan değişimler nedeniyle sürekli güncellenmiş ve gelişmiştir. Günümüzde de gerek duyulduğunda IMO öncülüğünde düzenleyici adımlar atılarak gemi denetim mekanizmalarının güncel kalması sağlanmakta ve bu şekilde gemilerin etkin ve verimli bir şekilde çalışmaları desteklenmektedir. Bu sayede gemi denetimleri gemilerin emniyet, güvenlik ve çevre kirliliği konularında standartları sağlama noktasında en etkili uygulamalardan birisi konumundadır.

Gemilerde emniyet, güvenlik ve çevre kirliliği için gerekli uluslararası standartları sağlama konusunda birinci dereceden sorumlu otorite bayrak devletidir. Zaman içerisinde bazı bayrak devletlerinin gerekli gemi denetimlerini yapamamaları, kolay bayrak devletlerinin oluşmasıyla bazı ülkelerin bunu gelir kapısı haline getirerek gemi denetimlerinde olumsuz yönde esneklik sağlaması, değişen ve gelişen deniz ticareti neticesinde gemilerin bayrak devletleri kıyılarına uğramadan dünyanın farklı bölgelerinde operasyonlarını devam ettirmesi bayrak devleti denetim mekanizmasının yetersiz kalmasına neden olmuştur. Bu yüzden uluslararası seviyedeki standartları sağlayamayan bir diğer ifade ile standart altı gemilerin tespiti için kıyı devletlerine yetki veren liman devleti denetimleri uygulaması da yürürlüğe girmiştir. Günümüzde de bu uygulama “*emniyetin son halkası*” olarak nitelendirilmektedir. Bu denetim mekanizması bir ülkenin yetki alanında bulunan limanlara gelen yabancı bayraklı gemilerin uluslararası standartları sağlama durumunu kontrol ederek standart altı gemilere çeşitli caydırıcı cezalar vermektedir. Yetkilendirilmiş klas kuruluşları ya da

Rightship, Ship Inspection Report (SIRE) ve Chemical Distribution Institute (CDI) gibi özel denetim mekanizmaları da gemilerin kondisyonunu denetleyerek standartları sağlamaları konusunda gemi denetimleri yapmakla birlikte bayrak devleti ve liman devleti kamu otoriteleri bünyesinde faaliyet göstermeleri açısından önemlidir. Bayrak devleti gemilerin gerekli ulusal ve uluslararası standartları sağlama konusunda birinci seviyede sorumlu olduğu için denetim mekanizmasının ilk halkası konumundayken, liman devletleri operasyonunu devam ettiren gemileri aktif şekilde denetleyerek uluslararası standartları sağlama durumunu inceleyen son halka niteliğindedir.

Liman devleti denetimi uygulamasının başlamasıyla birlikte zaman içerisinde bu mekanizmanın standart altı gemileri tespit etme konusunda etkin olduğu görülmüştür. Ancak özellikle bölgesel bazda liman devleti uygulamalarında yaşanan farklılıklar denizcilik endüstrisi için bir sorun oluşturmaya başlamıştır. Gemiler denetim mekanizmasını sıkı tutan liman devletlerine ait limanlara gitmek istemeyerek bölgedeki denetimi daha esnek olan bir limana yönelmeye başlamışlardır. Bu durumun hem limanlar hem de gemiler için haksız rekabete yol açması liman devleti denetimi anlayışının daha kapsamlı bir hale getirilmesine neden olmuştur. Böylelikle özellikle aynı coğrafi bölgelerde bulunan liman devletleri bir araya gelerek mutabakat zaptlarını (MOU) oluşturmuşlardır. Günümüzde Amerika Birleşik Devletleri Sahil Güvenlik Teşkilatı (USCG) ile birlikte on bölgesel mutabakat zaptı faaliyet göstererek dünyadaki kıyıların büyük kısmını kapsamaktadır. Bölgesel mutabakat zaptları sayesinde hem mutabakat zaptındaki liman devletleri arasındaki hem de farklı mutabakat zaptları arasındaki iletişim daha kolay ve etkin hale gelerek standart altı gemiler hakkındaki bilgiler paylaşılmaktadır. Bunun yanı sıra mutabakat zaptları bünyesinde gerekli düzenlemelerin yürürlüğe girmesi ve uyumlaştırılması çok daha kolay ve verimli olmaktadır.

Bölgesel mutabakat zaptları kendi bünyesinde gemi denetimi düzenlemeleri ve uygulamaları yürürlüğe koymaktadır. Mutabakat zaptına üye olan liman devletleri de bu düzenlemeleri uygulama konusunda sorumludur. Bunun yanı sıra mutabakat zaptları liman devletlerinin limanlarına gelen gemilerin belirli oranlarda denetlenmesini de istemektedir. Burada da gemi denetimlerindeki en büyük problemlerden biri olan standart altı gemilerin nasıl tespit edileceğidir. Emek ve zaman yoğun bir uygulama olan gemi denetimlerinin bir limana uğrak yapan bütün gemilere

yapılması etkin ve verimli bir yol değildir. Ayrıca uluslararası standartları sağlayan ve kondisyon olarak iyi durumda olan gemilerin sürekli olarak denetlenmesi haksız rekabete yol açmakla beraber bu gemilerin ekonomik kayıplar yaşamasına neden olacaktır. Ayrıca liman devleti için de iş gücü ve zaman kaybı yanı sıra fazladan maliyet oluşmasına yol açacaktır. Bununla birlikte ise standart altı gemilerin tespit edilmesi gibi oldukça önemli bir sorumluluk da bulunmaktadır. Bir standart altı geminin tespit edilemeyip operasyonlarına devam etmesinin, gemi ve denizler için emniyet ve güvenlik sorunu olarak geri dönebilme riski oldukça yüksektir. Böyle bir durum can ve mal kayıpları yaşanmasıyla birlikte büyük çaplı çevre kirliliği oluşmasına neden olabilir. Geriye dönüşü olmayacak bu kayıpların önlenmesi için operasyonlarına devam eden standart altı gemilerin liman devletleri tarafından tespit edilmesi çok önemlidir. Bu problemin çözümü için bazı mutabakat zaptları çeşitli gemi hedef sistemleri geliştirmişlerdir. Mutabakat zaptları gemi denetimi sonucuna etki edeceklerini düşündükleri değişkenler için alt kategoriler oluşturarak bir puan tablosu oluşturmaktadır. Değişkenlerin aldıkları puanların toplamı neticesinde de geminin risk gruplarından hangisine ait olduğu tespit edilerek gemi denetim uzmanlarına bir karar destek sistemi sağlamaktadır. Günümüzde bu uygulamayı yapan mutabakat zaptları geminin denetim sonucunu etkileyen değişkenlerin hangileri olduğu, bu değişkenlerin alt kategorilerinin neler olduğu ve değişkenlerin denetim sonucu üzerindeki ağırlığı konularında nihai bir anlaşma içerisinde değildir. Bu durum her ne kadar o bölgede çalışan gemilere bağlı olsa da henüz tam anlamıyla optimum bir tespit mekanizması geliştirilemediği için mutabakat zaptları belirli aralıklarla güncellemeler yapmak durumunda kalmaktadır. Ayrıca farklı bölgeler için farklı denetim mekanizmalarının bulunması küresel çapta aynı geminin farklı risk türleri içermesine neden olabilmektedir. Örneğin, Akdeniz, Karadeniz ve Avrupa arasında çalışan bir gemiyi ele aldığımızda aynı gemi Pire, İzmir ve Karadeniz Ereğli uğraklarında farklı dereceden risk değerlendirmesine tabi tutulmakta ve bunun sonucu da aynı gemi için farklı risk grupları söz konusu olabilmektedir. Aynı gemi Akdeniz MOU'da düşük riskli olabilirken, Karadeniz MOU'da orta, Paris MOU'da yüksek riskli olabilmektedir. Bu durumda gemi gerçekte standart altı bir gemi iken; bazı mutabakat zaptlarında hedef faktör sistemindeki risk değerlendirmesi yönteminden dolayı orta ya da düşük risk grubuna dahil olabilmektedir. Standart altı bir geminin bu şekilde gözden

kaçırılması bölgesel ya da küresel çapta büyük felaketlere neden olabilir. Bunun yanı sıra mutabakat zaptlarının geliştirdiği gemi hedef faktörleri bir geminin risk durumunu belirtmekle birlikte bir geminin hangi alanlarda riskli olduğuna dair herhangi bir değerlendirme yapmamaktadır. Bu durum ise riskli olarak nitelendirilen bir gemiyi denetleyecek gemi denetim uzmanının hangi alanlara yönelmesini zorlaştırmaktadır. Gemilerin hangi alanlarının denetleneceği gemi denetim uzmanlarının inisiyatifine bırakılmaktadır. Daha önce de bahsedildiği gibi emek ve zaman yoğun bir uygulama olan gemi denetimlerinde kolaylaştırıcı bir mekanizmanın olmaması emek ve zaman kaybına neden olmaktadır. Nitekim özellikle bayrak ve liman devletlerinin denetim uygulamalarında asgari denetim şartlarının bulunması bu durumun önemini arttırmaktadır.

Yukarıdaki açıklamalar neticesinde bu çalışmada gemi hedef sistemleri için farklı bir yaklaşım olarak veri madenciliğine dayalı makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak en etkin modelin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Böylelikle denetim için hedeflenecek gemi tespit edilirken ağırlık puanı vermek yerine kendi kendine öğrenebilen bir sistem geliştirerek ağırlıkların en uygun değere sahip olabilmesi ve zamanla kendini tekrar eğiterek güncelleyebilmesi hedeflenmiştir. Makine öğrenmesi olarak adlandırılan bu yaklaşım için “Naive Bayes” tabanlı algoritmalar kullanılmıştır. Bunun yanı sıra tanımlayıcı veri madenciliği yöntemlerinden biri olan “Birliktelik Kuralı” yöntemi ile gemi denetim raporlarındaki gizli ilişkiler ve bilgiler de ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Böylelikle değişkenler arasındaki ilişki yapısıyla riskli gemiler ve eksiklik tespit edilebilecek riskli alanlar hakkında daha somut çıktılar elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu araştırmanın en önemli ve literatürden farklılaşan yönlerinden biri de eksiklik tespit edilme olasılığı olan gemilerin hangi alanlarda eksikliği olabileceğini tahminleyen modelleri de geliştirmesi olmuştur. Bu modeller geliştirilirken yine “Naive Bayes” tabanlı algoritmalarından faydalanılmıştır. Yapılan performans değerlendirme ve senaryo analizleri neticesinde gemilerdeki eksiklik tespit edilme durumu ve eksiklik tespit edilme riski yüksek gemilerin hangi alanlarında eksiklik olacağına dair tahminlemelerin oldukça başarılı olduğu tespit edilmiştir. Bu yaklaşım ile tasarlanan literatürdeki ilk çalışma olması ve kullanılan güncel yaklaşımlardan biri olan veri madenciliği yöntemleri kullanması yürütülen bu araştırmanın farklılaşmasını sağlayarak önemini arttırmaktadır. Bunun yanı sıra

araştırma kapsamında değerlendirilen Türk bayraklı gemiler üzerinden geliştirilen bu modeller bayrak devleti denetimi uygulamaları için Türk otoritelerine bir karar destek sistemi olarak kullanılabilecek olması araştırmanın önemli bir çıktısıdır. Böylelikle emek, zaman ve maliyet kaybının önüne geçilmesi ve denetimlerin daha verimli olması amaçlanmıştır. Daha önceden de bahsedildiği gibi farklı mutabakat zaptlarının farklı sistemler kullanmasının doğuracağı sonuçlar yerine denetim raporlarının bir arada analiz edilmesiyle birlikte küresel bir gemi hedef sistemine yönelmenin başlangıç aşaması olması da bu araştırmanın önemli amaçlarından birini oluşturmaktadır.

Yapılan analizler neticesinde Türk bayraklı ticari gemi filosunda gemi denetimini etkileyen en önemli değişkenin gemi yaşı olduğu tespit edilmiştir. Özellikle yaşlı gemilerde eksiklik tespit edilme olasılığının önemli derecede arttığı elde edilmiştir. Gemi yaşından sonra gelen önemli değişkenler ise klas kuruluşu ve gemi eksiklik indeksi olmuştur. Analizler sonucu, klas kuruluşlarının oldukça farklı performanslara sahip olduğu söylenebilir. Bunun yanı sıra gemi eksiklik indeksi ortalama ve ortalama üstü olan gemilerde eksiklik tespit edilme olasılığı artmaktadır. Bu üç değişkenin ardından gemi denetim sonucunu etkileyen değişkenler sırasıyla şirket performansı, gemi büyüklüğü, son denetimden itibaren geçen süre, gemi tipi, denetimi yapan mutabakat zaptı, gemi tutulma geçmişi ve gemi kaza geçmişi olmuştur.

Araştırmanın veri madenciliği tanımlayıcı uygulaması aşaması olan Birliktelik Kuralı uygulamasında analiz edilen denetim raporlarındaki gizli, anlamlı ve önemli ilişkiler ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda yapılan ilk analiz tespit edilen ana eksiklik alanları arasında olmuştur. Türk bayraklı gemiler için oluşan birliktelik kurallarının oluşumunda seyir emniyeti, can kurtarma araçları ve iş kuralları-MLC eksikliklerinin öne çıktığı görülmüştür. En sık eksiklik tespit edilen ve kuralların oluşumunda da önemli rol oynayan seyir emniyeti ve can kurtarma araçları eksikliği tespit edilen denetimler de ayrıca analiz edilmiştir. Bu analizler sonucunda Karadeniz MOU, 3000 GRT altı gemiler, genel yük gemileri ve kısa aralıklarla denetlenen gemiler birliktelik kurallarının oluşumunda öne çıkmaktadır. Benzer şekilde can kurtarma araçlarına dair analizlerde de kuralların oluşumunda Karadeniz MOU, genel yük gemileri ve kısa aralıklarla denetlenen gemiler öne çıkmaktadır. Bunların yanı sıra, 3000 ile 10000 GRT arası gemiler ve 25 yaş ve üstü gemilerin de can kurtarma araçları eksiklikleri bulunan denetimlerde kuralların oluşmasında öne çıktığı

belirlenmiştir. Eksiklik tespit edilen denetimlerin analiz edilmesi ile elde edilen sonuçlarda ise kuralları oluşturan önemli koşulların 3000 GRT altı gemiler, genel yük gemileri, 25 yaş ve üstü gemiler olduğu tespit edilmiştir. Oluşan kurallarda ise ilgi çekici olarak nitelendirilebilecek kuralların 10000 GRT ve üstü gemiler dökme yük gemilerinde olduğu gözlemlenmiştir. Eksiklik tespit edilmeyen denetimlerde ise kuralların oluşumunda 10000 GRT üstü gemilerin, 12 yaş ve altı gemilerin, gemi eksiklik indeksi ortalama olan ve şirket performansı orta olan gemilerin öne çıktığı görülmektedir. Elde edilen ilginç kuralların ise büyük tonajlı konteyner gemiler ve dökme yük gemilerinin farklı klas kuruluşu ve 12 yaş ve altı koşulu ile olduğu belirlenmiştir.

Araştırmanın son aşamasında ise gemi denetim uzmanları gözünden veri analizinde kullanılan değişkenlerin önem derecelerinin belirlenmesi için çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (FAHP) uygulaması yapılmıştır. Hiyerarşik bir yapıda değerlendirilen bu değişkenler karşılaştırma matrisleri aracılığıyla uzmanlara nitel olarak değerlendirilerek değişkenlerin önem dereceleri nicel hale getirilmiştir. Toplam 14 gemi denetim uzmanının katıldığı bu süreçte elde edilen bulgular veri analiziyle kıyaslandığında oldukça benzerlik göstermektedir. FAHP uygulamasında da denetim sonucunu etkileyen en önemli değişkenin gemi yaşı olduğu görülmüştür. Gemi yaşını takip eden en önemli değişkenler de yine veri analizindeki sonuçlar gibi klas kuruluşu ve gemi eksiklik indeksi olmuştur. Bunun yanı sıra, iki analizde de değişkenlerin önem derecelerinin oldukça benzer değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu değişkenler ardından sırasıyla; geminin tutulma geçmişi, gemi tipi, denetimi yapan MOU, son denetimden itibaren geçen süre, şirket performansı, geminin kaza geçmişi ve gemi büyüklüğü değişkenleri gelmektedir. Araştırma sonucu elde edilen veri ve uzman görüşü analizlerindeki yüksek benzerliğin de araştırma bulgularının geçerliliğini desteklediği düşünülmektedir.

Gemi denetimlerinde dikkat edilen unsurlardan biri yapılan ihbarlar neticesinde gemilerin denetlenmesidir. Ancak yapılan analizlerde, bu durumun bir değişken olarak alınmasının mümkün olmaması araştırmanın bir kısıtı olmuştur. Uygulama sürecinde de bahsedildiği gibi değişkenlerde eksik veriler bulunmaktadır. Bu durumun nedeni, analiz yapılan dönem öncesindeki verilerden kaynaklanmaktadır.

Araştırmanın bu kısıtı ise eksik hücreleri istatistiksel olarak uygun verilerle dolduran algoritmaların kullanılmasıyla doldurulmaya çalışılmıştır. Bunun yanı sıra COVID 19 pandemisinden ötürü özellikle 2020 yılından itibaren gemi denetimlerinde ciddi aksamalar olmuştur. Gemilere yapılan denetimlerinin neredeyse durma noktasına geldiği bu dönem oldukça uzun sürmüş, eski haline ise son zamanlarda dönmüştür. Gemi denetim sayısının oldukça az olması, verimli denetimlerinin yapılamamasının yanı sıra Türk bayraklı gemilerin bu dönem içerisinde inişli çıkışlı bir performansa sahip olmuştur. Türk bayraklı gemilerin kötü performans gösterdiği dönemde bayrak devleti tarafından gerçekleştirilen önlemlerle düzelen performans, otoritenin rutin uygulama sürecine dönmesiyle tekrar kötüleşmiştir. Bu nedenlerden dolayı, analizleri yanlış yönlendirmemesi ve olumsuz yönde etkilememesi için 2014 yılından başlanarak 2022 yılına kadar toplanan verilerden, COVID 19 pandemisinin etkisini arttırdığı 2020 yılı ve sonrasındaki verilerin araştırmaya dahil edilmemesini kararlaştırılmıştır.

Bu araştırmada Türk bayraklı gemilere uygulanan denetimlerin analizi için Türk bayraklı gemilerin en yoğun operasyon bölgeleri olan dört mutabakat zaptında seçilmiştir. Gelecek araştırmalar için diğer mutabakat zaptlarının da dahil edilerek araştırmanın kapsamının genişletilmesi önerilmektedir. Bunun yanı sıra bu araştırmadaki eksik verileri oransal olarak azaltmak ve daha gerçeğe uygun veriler elde edebilmek için bu araştırmada bulunmayan COVID 19 dönemi sonrası denetim raporlarının da araştırmaya dahil edilmesi faydalı olacaktır. Artan veri sayısı ile birlikte sınıflandırma algoritmalarının da performansı değişebileceği için farklı algoritmaların kullanılarak performans değerlerinin dikkate alınması önerilmektedir. Bu araştırmanın ana amaçlarından biri olan gemi denetimlerinde küresel ve bütüncül bir yaklaşımın için farklı bayrak devletlerinin gemilerine ait denetim raporlarının da değerlendirmeye katılarak çok daha kapsamlı bir bakış açısı elde edilebilir. Bunun yanı sıra, veri analizi ile gemi denetim uzmanları görüşleri arasındaki farklılıkların daha detaylı olarak incelenerek nedenlerinin ortaya çıkarılmasının hem literatür hem de karar vericilere rehberlik sağlaması açısından faydalı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Abdolshah, M., Teimouri, M. ve Rahmani, R. (2017). Classification of X-ray Images of Shipping Containers. *Expert Systems with Applications*. 77: 57-65.

Abdulhafedh, A. (2022). Comparison Between Common Statistical Modeling Techniques Used in Research, Including: Discriminant Analysis vs Logistic Regression, Ridge Regression vs LASSO, and Decision Tree vs Random Forest. *Open Access Library Journal*. 9(2): 1-19.

Acid, S., de Campos, L. M. ve Castellano, J. G. (2005). Learning Bayesian Network Classifiers: Searching in a Space of Partially Directed Acyclic Graphs. *Machine Learning*, 59: 213-235.

Açıkgöz, R. (2007). *Türkiye'nin Bayrak Ve Liman Devleti Olarak Yükümlülükleri Yerine Getirmesi Ve Etkinliğinin Sağlanması Modeli*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Adedigba, S. A., Oloruntobi, O., Khan, F. ve Butt, S. (2018). Data-driven Dynamic Risk Analysis of Offshore Drilling Operations. *Journal of Petroleum Science and Engineering*. 165: 444-452.

Ademuni, O. (1997). Port State Control and UK Law. *Journal of Maritime Law and Commerce*. 28(4): 657–665.

Agarwal, R. ve Srikant, R. (1994). Fast Algorithms for Mining Association Rules. *Proc. of the 20th VLDB Conference*. (ss. 487- 499).

Akdeniz MOU (2022), <https://portal.emsa.europa.eu/web/thetis-med/target-factor>, (16.10.2022)

Akıncı, H., Yavuz Özalp, A., Özalp, M., Temuçin Kılıçer, S., Kılıçoğlu, C. ve Everan, E. (2014). Bayes Olasılık Teoremi Kullanılarak Heyelan Duyarlılık Haritalarının Üretilmesi. 5. *Uzaktan Algılama ve CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2014)* (ss.1-10).

Akpınar, H. ve Sahin, B. (2020). Strategic Management Approach for Port State Control: The Black Sea Memorandum of Understanding Detention Analysis. *Maritime Business Review*. 5(3): 281-293.

Aktepe, A. ve Ersoz, S. (2011). A Fuzzy Analytic Hierarchy Process Model for Supplier Selection and a Case Study. *International Journal of Engineering Research and Development*. 3(1): 33-36.

Akyar, D.A. ve Çelik, M.S., (2018). The Analysis of Turkish Flagged Vessels' Deficiencies and Detentions within the Scope of Black Sea MOU-PSC Inspections. *Third Mediterranean International Congress on Social Sciences (MECAS III)* (ss. 137-153).

Akyurek, E. ve Bolat, P. (2020). Port State Control at European Union under Pandemic Outbreak. *European Transport Research Review*. 12: 1-13.

Akyurek, E. ve Bolat, P. (2021). Ranking Port State Control Detention Remarks: Professional Judgement and Spatial Overview. *European Transport Research Review*. 13: 1-19.

Akyuz, E., Akgun, I. ve Celik, M. (2016). A Fuzzy Failure Mode and Effects Approach to Analyse Concentrated Inspection Campaigns On Board Ships. *Maritime Policy & Management*. 43(7): 887-908.

Allison, P. D. (2012). *Logistic Regression Using SAS: Theory and application*. Cary: SAS Institute.

Altarriba, E. ve Halonen, J. (2020). Analysis of Ship Voyage Data based on Chow-Liu Tree Augmented Naïve Bayes-Method to Support Biofouling Management. *Journal of Maritime Research*. 17(3): 47-54.

Altunkaynak, B. (2019). *Veri Madenciliği Yöntemleri ve R Uygulamaları*. İstanbul: SeçkinYayıncılık.

Andersen, B. (2021). *An Application of Bayesian Network in Cognitive Behavioral Therapy*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Bergen: University of Bergen .

Arnberg, F. K., Eriksson, N. G., Hultman, C. M. ve Lundin, T. (2011). Traumatic Bereavement, Acute Dissociation, and Posttraumatic Stress: 14 Years After the MS Estonia Disaster. *Journal of traumatic stress*. 24(2): 183-190.

Ashari, A., Paryudi, I. ve Tjoa, A. M. (2013). Performance Comparison Between Naïve Bayes, Decision Tree and K-Nearest Neighbor in Searching Alternative Design in an Energy Simulation Tool. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*. 4(11): 33-39

Awad-Núñez, S., González-Cancelas, N., Soler-Flores, F., & Camarero-Orive, A. (2016). A Methodology for Measuring Sustainability Of Dry Ports Location based on Bayesian Networks and Multi-Criteria Decision Analysis. *Transportation Research Procedia*. 13: 124-133.

Awal, Z. I. ve Hasegawa, K. (2017). A Study on Accident Theories and Application to Maritime Accidents. *Procedia engineering*. 194: 298-306.

Aybay, G. (2001). Türk Boğazlarından Uğraksız Geçen Yabancı Bandıralı Gemilerin Tutuklanması Sorunu Hakkında Kısa Muhtıra. İstanbul.

Aydemir, E. (2019). *Weka ile Yapay Zeka (Güncellenmiş 2. Baskı)*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Aykaç Alp, E., (2019). *Lojistik Regresyon .Makine Öğrenmesinde Sınıflandırma Yöntemleri ve R Uygulamaları*. .Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Aykaç, K. (2006). *Türkiye’de Liman Devleti Kontrol Uygulamaları İçin Eğitim Modeli Oluşturulması*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Aykanat, E. (2010). *Liman ve bayrak devleti kontrolleri verileri yardımıyla gemi kazalarının analizi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Azevedo, A. ve Santos, M. F. (2008). KDD, SEMMA and CRISP-DM: a parallel overview. *IADS-DM*. (1-6).

Babacan, E. K. ve Karaduman, M. Ö. (2018). Bayes Ağları-K2 Algoritması üzerine bir çalışma. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*. 8(2): 24-38.

Bai, J. ve Wang, C. (2019). Enhancing Port State Control in Polar Waters. *Ocean Development & International Law*. 50(4): 299-319.

Bala, A., Shuaibu, M. Z., KaramiLawal, Z. ve Zakari, R. I. Y. (2016). Performance Analysis of Apriori and Fp-Growth Algorithms (Association Rule Mining). *Int. J. Computer Technology & Applications*. 7(2): 279-293.

Bala, A., Shuaibu, M. Z., KaramiLawal, Z. ve Zakari, R. I. Y. (2016). Performance Analysis of Apriori and FP-Growth Algorithms (Association Rule Mining). *Int. J. Computer Technology & Applications*. 7(2): 279-293.

Balaban, M. E. ve Kartal, E. (2018). *Veri Madenciliği ve Makine Öğrenmesi Temel Algoritmaları ve R Dili ile Uygulamaları*. İstanbul: Çağlayan Kitabevi.

Balasubramanian, M. ve Selvarani, M. (2014). Churn Prediction in Mobile Telecom System Using Data Mining Techniques. *International Journal of Scientific And Research Publications*. 4(4): 1-5.

Baltaoğlu, S. (2014) *Avrupa Birliği Limanlarında Yeni Denetim Rejimi ve Türkiye'nin Bayrak Devleti Performansına Etkilerinin Araştırılması*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü.

Banchhor, C., ve Srinivasu, N. (2020). Integrating Cuckoo search-Grey Wolf Optimization and Correlative Naive Bayes Classifier with Map Reduce Model for Big Data Classification. *Data & Knowledge Engineering*. 127: 101788.

Bang, H. S. (2009). Port State Jurisdiction and Article 218 of the UN Convention on the Law of Sea. *Journal of Maritime Law. & Commerce*. 40: 291-313.

Bang, H. S. ve Jang, D. J. (2012). Recent Developments in Regional Memorandums of Understanding on Port State Control. *Ocean Development & International Law*. 43(2): 170-187.

BayesFusion (2022).
https://support.bayesfusion.com/docs/GeNIe/structurelearning_anb.html,
(14.12.2022).

Bell, D. (1993). Port State Control v Flag State Control: UK Government Position. *Marine Policy*. 17(5): 367-370.

Benmohamed, E., Ltifi, H. ve Ayed, M. B. (2022). ITNO-K2PC: An Improved K2 Algorithm with Information-theory-centered Node Ordering for Structure Learning. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*. 34(4): 1410-1422.

Bergantino, A. ve Marlow, P. (1998). Factors Influencing the Choice of Flag: Empirical Evidence. *Maritime Policy and Management*. 25(2):157-174.

Bethel, L., Jessen, H. ve Hollander, J. (2021). Implementing the Port State Measures Agreement to Combat Illegal, Unreported and Unregulated Fishing in the Caribbean. *Marine Policy*. 132(104643): 1-9.

Bevilacqua, M., D'Amore, A. ve Polonara, F. (2004). A Multi-Criteria Decision Approach to Choosing the Optimal Blanching-Freezing System. *Journal of Food Engineering*. 63(3): 253-263.

Bolat, F. (2019). Türk Bayraklı Gemilerin Tokyo Mutabakat Zaptı Bölgesindeki Performanslarının İncelenmesi. *Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi*. 7(19): 468-487.

Bolat, F. ve Alpaslan, S. (2021). Cumulative Analysis of Port State Control Based on Paris MoU Inspections. *Transactions on Maritime Science*. 10(1): 224-246.

Bonaccorso, G. (2018). *Machine Learning Algorithms: Popular Algorithms for Data Science and Machine Learning*. Birmingham: Packt Publishing Ltd.

Bulğurcu, B. ve Coşkun, İ. T. (2016). Genişletilmiş Analiz Yöntemine Dayalı Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ile Araştırma Görevlilerinin Motivasyonları Üzerine Bir Değerlendirme. *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi*. 8(32): 81-98.

Cariou, P. ve Wolff, F. C. (2011). Do Port State Control Inspections Influence Flag- and Class-hopping Phenomena in Shipping?. *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*. 45(2): 155-177.

Cariou, P. ve Wolff, F. C. (2015). Identifying Substandard Vessels through Port State Control Inspections: A New Methodology for Concentrated Inspection Campaigns. *Marine Policy*. 60: 27-39.

Cariou, P., Mejia Jr, M. Q. ve Wolff, F. C. (2008). On the Effectiveness of Port State Control Inspections. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 44(3): 491-503.

Cariou, P., Mejia, M. Q. ve Wolff, F. C. (2009). Evidence on Target Factors used for Port State Control Inspections. *Marine Policy*. 33(5): 847-859.

Changhai, H. ve Shenping, H. (2019). Factors Correlation Mining on Maritime Accidents Database using Association Rule Learning Algorithm. *Cluster Computing*. 22: 4551-4559.

Charbonneau, A. ve Chaumette, P. (2010). The ILO Maritime Labour Convention 2006: An Example of Innovative Normative Consolidation in a Globalized Sector. *European Labour Law Journal*. 1(3): 332-345.

Chen, J., Zhang, S., Xu, L., Wan, Z., Fei, Y. ve Zheng, T. (2019). Identification of Key Factors of Ship Detention under Port State Control. *Marine Policy*. 102: 21-27.

Chen, Y., Lou, N., Liu, G., Luan, Y. ve Jiang, H. (2022). Risk Analysis of Ship Detention Defects based on Association Rules. *Marine Policy*. 142(105123): 1-10.

Chengtao, C., Chuanbin, Z. ve Gang, L. (2016). A Novel Fault Diagnosis Approach Combining SVM with Association Rule Mining for Ship Diesel Engine. *2016 IEEE International Conference on Information and Automation (ICIA)* (ss. 130-135). IEEE.

Chintalapudi, N., Battineni, G., Di Canio, M., Sagaro, G. G. ve Amenta, F. (2021). Text Mining with Sentiment Analysis on Seafarers' Medical Documents. *International Journal of Information Management Data Insights*. 1(1): 100005.

Chiu, R. H., Lin, L. H. ve Ting, S. C. (2014). Evaluation of Green Port Factors and Performance: A Fuzzy AHP Analysis. *Mathematical Problems in Engineering*, 2014: 1-13.

Chiu, R. H., Yuan, C. C. ve Chen, K. K. (2008). The Implementation of Port State Control in Taiwan. *Journal of Marine Science and Technology*. 16(3): 207-213.

Chou, C. C. ve Ding, J. F. (2016). An AHP Model for the Choice of Ship Flag: A Case Study of Taiwanese Shipowners. *International Journal of Maritime Engineering*. 158(A1).

Chuah, L. F., Mokhtar, K., Bakar, A. A., Othman, M. R., Osman, N. H., Bokhari, A., ... ve Hasan, M. (2022). Marine Environment and Maritime Safety Assessment using Port State Control database. *Chemosphere*. 304: 135245.

Chung, W. H., Kao, S. L., Chang, C. M. ve Yuan, C. C. (2020). Association Rule Learning to Improve Deficiency Inspection in Port State Control. *Maritime Policy & Management*. 47(3): 332-351.

Chung, W. H., Kao, S. L., Chang, C. M. ve Yuan, C. C. (2020). Association Rule Learning to Improve Deficiency Inspection in Port State Control. *Maritime Policy & Management*. 47(3): 332-351.

Churchill, R. (2016). Port State Jurisdiction Relating to the Safety of Shipping and Pollution from Ships—What Degree of Extra-territoriality?. *The International Journal of Marine and Coastal Law*. 31(3): 442-469.

Class NK (2008), “Minimizing The Risk Of A Port State Control Detention”, <https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/ism/flag/belize/MSN-0033.pdf>, (14.05.2022)

Colace, F., De Santo, M., Vento, M. ve Foggia, P. (2004). Bayesian Network Structural Learning from Data: An Algorithms Comparison. In *ICEIS (2)* (ss. 527-530).

Cooper, G. F. ve Herskovits, E. (1992). A Bayesian Method for the Induction of Probabilistic Networks from Data. *Machine Learning*. 9: 309-347.

Çakır, E., Fışkın, R. ve Sevgili, C. (2021b). Investigation of Tugboat Accidents Severity: An Application of Association Rule Mining Algorithms. *Reliability Engineering & System Safety*. 209: 107470.

Çakır, E., Sevgili, C. ve Fışkın, R. (2021). An Analysis of Severity of Oil Spill Caused by Vessel Accidents. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. 90: 102662.

Çakır, E. (2019). *İş Yeri Tehlikeleri ve Mesleki Riskler: Ticaret Gemilerinde Meydana Gelen İş Kazaları Üzerine Bir İnceleme*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Çelik, M. (2009). *Veri Madenciliğinde Kullanılan Sınıflandırma Yöntemleri ve Bir Uygulama*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul : İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Çelik, U. Akçetin, U. ve Gök, M. (2017). *Rapidminer ile Veri Madenciliği*. İstanbul: Pusula Yayıncılık.

Çokluk, Ö. (2010). Lojistik Regresyon Analizi: Kavram ve Uygulama. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*. 10(3): 1357-1407.

da Silva, F. G., Ramos, L. P., Palm, B. G. ve Machado, R. (2022). Assessment of Machine Learning Techniques for Oil Rig Classification in C-Band SAR Images. *Remote Sensing*. 14(13): 2966.

Davidson, R. ve MacKinnon, J. G. (2021). *Econometric Theory and Methods*. New York: Oxford University Press.

De Melo, G. ve Cobos, I. (2008). The Paris MOU on PSC, Propulsion and Auxiliary Machinery Deficiencies and the Maritime Safety. *TRANSNAV-International Journal On Marine Navigation And Safety Of Sea Transportation*. 2(4): 397-401.

Degré, T. (2007). The Use of Risk Concept to Characterize and Select High Risk Vessels for Ship Inspections. *WMU Journal of Maritime Affairs*. 6: 37-49.

Degré, T. (2008). From Black-Grey-White Detention-Based Lists of Flags to Black-Grey-White Casualty-Based Lists of Categories of Vessels?. *The Journal of Navigation*. 61(3): 485-497.

Deng, F., Guo, S., Deng, Y., Chu, H., Zhu, Q. ve Sun, F. (2014). Vessel Track Information Mining using AIS Data. *2014 International Conference on Multisensor Fusion and Information Integration for Intelligent Systems (MFI)* (pp. 1-6). IEEE.

Derrig, R. (2022). Inspecting Ships Autonomously under Port State Jurisdiction: Towards Sustainability and Biodiversity in the EU. *The International Journal of Marine and Coastal Law*. 37(3): 529-551.

Devedzic, V. (2001). Knowledge Discovery and Data Mining in Databases. *Handbook of Software Engineering and Knowledge Engineering: Volume I: Fundamentals* (ss. 615-637).

Devine, D. (2000). Port State Jurisdiction: A Judicial Contribution from New Zealand. *Marine Policy*. 24(3): 215-219.

Dinis, D., Teixeira, A. P. ve Soares, C. G. (2020). Probabilistic Approach for Characterising the Static Risk of Ships using Bayesian Networks. *Reliability Engineering & System Safety*. 203: 107073.

Döşlü, A. (2008). *Veri Madenciliğinde Market Sepet Analizi ve Birliktelik Kurallarının Belirlenmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Duda, D. ve Wawruch, R. (2017). The impact of major maritime accidents on the development of international regulations concerning safety of navigation and protection of the environment. *Zeszyty Naukowe Akademii Marynarki Wojennej*. 211(4): 23-44.

Ece, N. J. (2011). Uluslararası Deniz Hukuku'nda Kıyı Devletinin Gemilere El Koyma Yetkisinin Sınırları. *Uluslararası Deniz Hukuku'nda Kıyı Devletinin Gemilere El Koyma Yetkisinin Sınırları Sempozyumu* (65-82).

Ece, N. J., ve Açıklı, A. E. (2011). Uluslararası Deniz Hukuku'nda Kıyı Devletinin Gemilere El Koyma Yetkisinin Sınırları: Gürcistan'ın Karadeniz'de Seyreden Gemilere El Koyması. *Uluslararası Deniz Hukuku'nda Kıyı Devletinin Gemilere El Koyma Yetkisinin Sınırları Sempozyumu* (109-142).

Emecen Kara, E. G. (2016). Risk Assessment in the Istanbul Strait using Black Sea MOU Port State Control Inspections. *Sustainability*. 8(4), 390.

Emecen Kara, E. G., Okşas, O. ve Kara, G. (2020). The Similarity Analysis of Port State Control Regimes based on the Performance of Flag States. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment*. 234(2): 558-572.

EMSA, (2022). <https://emsa.europa.eu/bcsea-project/component-1-flag-state-implementation.html>, (09.10.2022).

Ercan, Ö. (2010). *Avrupa Birliği Uyum Sürecinde Liman Devleti Kontrolü Kapsamında Türkiye'nin Durum Analizi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Eyigün, Ö. (2013). *Liman Devleti Kontrolü (PSC) Rejimlerinde Kullanılan Hedefleme Sistemlerinin Analizi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Fagerland, M. W. ve Hosmer, D. W. (2017). How to Test for Goodness of Fit in Ordinal Logistic Regression Models. *The Stata Journal*. 17(3): 668-686.

Fan, L., Luo, M. ve Yin, J. (2014). Flag Choice and Port State Control Inspections-Empirical Evidence using a Simultaneous Model. *Transport Policy*. 35: 350-357.

Fan, L., Zhang, Z., Yin, J. ve Wang, X. (2019). The Efficiency Improvement of Port State Control based on Ship Accident Bayesian Networks. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability*. 233(1): 71-83.

Fan, L., Zheng, L. ve Luo, M. (2022a). Effectiveness of Port State Control Inspection using Bayesian Network Modelling. *Maritime Policy & Management*. 49(2): 261-278.

Fan, L., Zhang, M., Yin, J. ve Zhang, J. (2022b). Impacts of Dynamic Inspection Records on Port State Control Efficiency using Bayesian Network Analysis. *Reliability Engineering & System Safety*. 228: 108753.

Fan, L., Yu, Y. ve Yin, J. (2023). Impact of Sulphur Emission Control Areas on port state control's inspection outcome. *Maritime Policy & Management*. 50(7): 908-923.

Fan, S., Blanco-Davis, E., Yang, Z., Zhang, J. ve Yan, X. (2020b). Incorporation of Human Factors into Maritime Accident Analysis using a Data-Driven Bayesian Network. *Reliability Engineering & System Safety*. 203: 107070.

Fan, S., Yang, Z., Blanco-Davis, E., Zhang, J. ve Yan, X. (2020a). Analysis of Maritime Transport Accidents using Bayesian Networks. *Proceedings of the*

Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability. 234(3): 439-454.

Fan, S., Zhang, J., Blanco-Davis, E., Yang, Z. ve Yan, X. (2020c). Maritime Accident Prevention Strategy Formulation from a Human Factor Perspective using Bayesian Networks and TOPSIS. *Ocean Engineering*. 210: 107544.

Fayyad, U. (1997). Data mining and knowledge discovery in databases: implications for scientific databases. *Ninth International Conference on Scientific and Statistical Database Management (Cat. No. 97TB100150)* (ss. 2-11), IEEE.

Fayyad, U. M. (1996). Data Mining and Knowledge Discovery: Making Sense out of Data. *IEEE Expert*. 11(5): 20-25.

Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G. ve Smyth, P. (1996). From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases. *AI Magazine*. 17(3): 37-54.

Fotteler, M. L., Andrioti Bygvraa, D. ve Jensen, O. C. (2020). The Impact of the Maritime Labor Convention on Seafarers' Working and Living Conditions: An Analysis of Port State Control Statistics. *BMC Public Health*. 20(1): 1-9.

Frank, E. H. (2015). *Regression Modeling Strategies with Applications to Linear Models, Logistic and Ordinal Regression, and Survival Analysis*. New York: Springer.

Friedman, N., Geiger, D. ve Goldszmidt, M. (1997). Bayesian Network Classifiers. *Machine Learning*. 29: 131-163.

Fu, J., Chen, X., Wu, S., Shi, C., Wu, H., Zhao, J. ve Xiong, P. (2020a). Mining Ship Deficiency Correlations from Historical Port State Control (PSC) Inspection Data. *PLoS one*. 15(2): e0229211.

Fu, J., Chen, X., Wu, S., Shi, C., Zhao, J. ve Xian, J. (2020b). Ship Detention Situation Prediction via Optimized Analytic Hierarchy Process and Naïve Bayes Model. *Mathematical Problems in Engineering*. 2020: 1-11.

Gan, L., Chen, Q., Zhang, D., Zhang, X., Zhang, L., Liu, C. ve Shu, Y. (2022). Construction of Knowledge Graph for Flag State Control (FSC) Inspection for Ships: A Case Study from China. *Journal of Marine Science and Engineering*. 10(1352): 1-22.

Garson, G. D. (2014). *Logistic Regression: Binary and multinomial*. Asheboro: Statistical Publishing Association.

Gollasch, S., David, M., Francé, J. ve Mozetič, P. (2015). Quantifying Indicatively Living Phytoplankton Cells in Ballast Water Samples—Recommendations for Port State Control. *Marine Pollution Bulletin*. 101(2): 768-775.

Graziano, A., Mejia Jr, M. Q. ve Schröder-Hinrichs, J. U. (2018a). Achievements and Challenges on the Implementation of the European Directive on Port State Control. *Transport Policy*. 72: 97-108.

Graziano, A., Cariou, P., Wolff, F. C., Mejia Jr, M. Q. ve Schröder-Hinrichs, J. U. (2018b). Port State Control Inspections in the European Union: Do Inspector's Number and Background Matter?. *Marine Policy*. 88: 230-241.

Grbić, L., Ivanišević, D., & Čulin, J. (2015). Detainable Maritime Labour Convention 2006-related Deficiencies Found by Paris MOU Authorities. *Pomorstvo*. 29(1): 52-57.

Gu, Q., Zhu, L. ve Cai, Z. (2009). Evaluation measures of the classification performance of imbalanced data sets. *Computational Intelligence and Intelligent Systems: 4th International Symposium, ISICA 2009* (ss. 461-471).

Gupta, S., Kumar, D. ve Sharma, A. (2011). Data Mining Classification Techniques Applied for Breast Cancer Diagnosis and Prognosis. *Indian Journal of Computer Science and Engineering (IJCSE)*. 2(2): 188-195.

Gölce, A. C. (2010). *Veri Madenciliğinde Apriori Algoritması ve Apriori Algoritmasının Farklı Veri Kümelerinde Uygulanması*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Edirne: Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Güner, Z. (2014). Veri Madenciliğinde CART Ve Lojistik Regresyon Analizinin Yeri: İlaç Provizyon Sistemi Verileri Üzerinde Örnek Bir Uygulama. *Sosyal Güvençe*. (6): 53-99.

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B., Anderson, R. E. ve Tatham, R. L. (2013). *Multivariate Data Analysis (7th ed)*. Upper Saddle River NJ: Prentice-Hall.

Han, J. ve Kamber, M. (2006). *Data Mining Concepts and Techniques*. Waltham: Morgan Kauffmann Publishers Inc.

Han, J., Kamber, M. ve Pei, J. (2012). *Data Mining Concepts and Techniques (Third Edition)*. Waltham: Elsevier.

Hänninen, M. ve Kujala, P. (2014). Bayesian Network Modeling of Port State Control Inspection Findings and Ship Accident Involvement. *Expert Systems with Applications*. 41(4): 1632-1646.

Harrington, Peter. 2012. Classifying with Probability Theory: Naïve Bayes. *Machine Learning in Action, Part 1 Classification* (ss. 61-82). Publisher: Manning Publications.

Hashi, A. O., Hussein, I. H., Rodriguez, O. E. R., Abdirahman, A. A. ve Elmi, M. A. (2022). Ship Detection Approach Using Machine Learning Algorithms. In *Advances on Intelligent Informatics and Computing: Health Informatics, Intelligent Systems,*

Data Science and Smart Computing (pp. 16-25). Cham: Springer International Publishing.

Hathikal, S., Chung, S. H. ve Karczewski, M. (2020). Prediction of Ocean Import Shipment Lead Time using Machine Learning Methods. *SN Applied Sciences*. 2(7): 1272.

Heckerman, D., Geiger, D. ve Chickering, D. M. (1995). Learning Bayesian Networks: The Combination of Knowledge and Statistical Data. *Machine Learning*. 20: 197-243.

Heij, C. ve Knapp, S. (2018). Predictive Power of Inspection Outcomes for Future Shipping Accidents—An Empirical Appraisal with Special Attention for Human Factor Aspects. *Maritime Policy & Management*. 45(5): 604-621.

Heij, C., Bijwaard, G. E. ve Knapp, S. (2011). Ship Inspection Strategies: Effects on Maritime Safety and Environmental Protection. *Transportation Research Part D: Transport And Environment*. 16(1): 42-48.

Hilbe, J. M. (2016). *Practical Guide to Logistic Regression*. Boca Raton: Chapman and Hall/CRC.

Honniball, A. N. (2016). The Exclusive Jurisdiction of Flag States: A Limitation on Pro-Active Port States?. *The International Journal of Marine and Coastal Law*. 31(3): 499-530.

Honniball, A. N. (2019). Singapore: Precautionary Unilateralism: Port State Prohibition on Open-loop Scrubber Discharges and the IMO 2020 Fuel Oil Sulphur Limit. *Asia-Pacific Journal of Ocean Law and Policy*. 4(2): 270-276.

Honniball, A. N. (2020). Port States, Coastal States and National Security: A Law of the Sea Perspective on the 2017 Qatar-Gulf Crisis. *Marine Policy*. 116: 103817.

Hosking, J. R., Pednault, E. P. ve Sudan, M. (1997). A statistical perspective on data mining. *Future Generation Computer Systems*. 13(2-3): 117-134.

Hosmer, D. W. ve Lemeshow, S. (2010). *Applied Logistic Regression (Vol. 398)*. New York: John Wiley & Sons.

Iaphworldports, (2022). <https://www.iaphworldports.org/n-iaph/wp-content/uploads/legal-db/E-1-C-147-CONVENTION-CONCERNING.pdf>, (12.10.2022).

ICS, (2022). <http://www.ics-shipping.org/free-resources/ilo-mlc>, (10.10.2022).

Ilayaraja, M. ve Meyyappan, T. (2013). Mining Medical Data to Identify Frequent Diseases Using Apriori Algorithm. *International Conference on Pattern Recognition, Informatics and Mobile Engineering* (ss. 194-199). IEEE.

ILO, (2009). https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---normes/documents/publication/wcms_101787.pdf, (13.10.2022).

IMO, (2022a). <https://www.imo.org/en/About/HistoryOfIMO/Pages/Default.aspx>, (08.10.2022).

IMO, (2022b). <https://www.imo.org/en/About/Pages/Structure.aspx> (08.10.2022).

IMO, (2022c). <https://www.imo.org/en/MediaCentre/MeetingSummaries/Pages/III-Default.aspx#:~:text=The%20Sub%2DCommittee%20on%20Implementation,IMO%20Member%20state%20Audit%20Scheme>, (08.10.2022).

IMO, (2022d). <https://www.imo.org/en/OurWork/IIIS/Pages/Port%20State%20Control.aspx>, (09.10.2022).

IMO, (2022e). [https://www.imo.org/en/about/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-\(MARPOL\).aspx](https://www.imo.org/en/about/Conventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-(MARPOL).aspx), (12.10.2022).

IMO, (2022f). <https://www.imo.org/en/ourwork/humanelement/pages/stcw-conv-link.aspx>, (12.10.2022).

IMO, (2022g). <https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-on-Load-Lines.aspx>, (12.10.2022).

IMO, (2022h). <https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/International-Convention-on-Tonnage-Measurement-of-Ships.aspx>, (12.10.2022).

ITF, (2022). <https://www.itfglobal.org/en/sector/seafarers/imo-maritime-safety-committee-msc>, (09.10.2022).

Jang, J.S.R., Sun, T.C. ve Mizutani, E. (1997). *Neuro-fuzzy and Soft Computing: A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

Jézéquel, R., Guyomarch, J., Receveur, J. ve Le Floch, S. (2021). Effect Of Long Term Natural Weathering on Oil Composition: Study of the 41-years-old Amoco Cadiz and 20-years-old Erika Oil Spills. *International Oil Spill Conference* (2021(1): ss.1-18)

Jia, X. ve Zhang, D. (2021). Prediction of Maritime Logistics Service Risks Applying Soft Set Based Association Rule: An Early Warning Model. *Reliability Engineering & System Safety*. 207: 107339.

Jiang, M. ve Lu, J. (2020). The Analysis of Maritime Piracy occurred in Southeast Asia by using Bayesian Network. *Transportation research part E: Logistics and Transportation Review*. 139: 101965.

Jiang, M., Lu, J., Yang, Z., & Li, J. (2020). Risk Analysis of Maritime Accidents along the Main Route of the Maritime Silk Road: a Bayesian Network Approach. *Maritime Policy & Management*. 47(6): 815-832.

Jianhua, F. ve Deyi, L. (1998). An Overview of Data Mining and Knowledge. *Discovery, J. of Comput. Sci. & Technol.* 13(4): 348-368

Jøsang, A. (2016). *Subjective Logic (Vol. 4)*. Cham: Springer.

Kamal, B. ve Çakır, E. (2022). Data-driven Bayes Approach on Marine Accidents Occurring in Istanbul Strait. *Applied Ocean Research*. 123: 103180.

Kara, E. E. (2018). The Assessment of Maritime Safety in the Turkish Straits based on the Performance of Flag States in Port State Control Regimes. *International Journal of Maritime Engineering*. 160(2018): A227-A241.

Kara, E. G. E. (2022). Determination of Maritime Safety Performance of Flag States based on the Port State Control Inspections using TOPSIS. *Marine Policy*. 143: 105156.

Karadeniz MOU, (2022). <http://www.bsmou.org/downloads/info-sheets/InfoSheetBSMoUNewInspectionRegime.pdf>, (16.10.2022).

Karppinen, T. ve Rahka, K. (1998). Investigation and Causes of the Sinking of MV Estonia. *Technology, Law and Insurance*. 3(2): 149-162.

Kart, M. A. (2020). A. C. (2010). *Ülkemiz Bayrak Devleti Denetim Rejimi İncelenmesi ile Türk Bayraklı Gemilere Uygulanan Paris Mou Liman Devleti Denetimlerindeki Bulguların Analizi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü.

Kaya Keleş, M. (2017). An Overview: The Impact of Data Mining Applications on Various Sectors. *Tehnički Glasnik*. 11(3): 128-132.

Kelangath, S., Das, P. K., Quigley, J. ve Hirdaris, S. E. (2012). Risk Analysis of Damaged Ships—A Data-Driven Bayesian Approach. *Ships and Offshore Structures*. 7(3): 333-347.

Kelly, M., Gráda, C. Ó. ve Solar, P. M. (2021). Safety at Sea during the Industrial Revolution. *The Journal of Economic History*. 81(1): 239-275.

Keogh, E. J. ve Pazzani, M. J. (1999). Learning augmented Bayesian classifiers: A comparison of distribution-based and classification-based approaches. *AIStats* (ss. 225-230).

Keselj, T. (1999). Port State jurisdiction in Respect of Pollution From Ships: The 1982 United Nations Convention on the Law of the Sea and the Memoranda of Understanding. *Ocean Development & International Law*. 30(2): 127-160.

Kıyak, E. ve Kahvecioğlu, A. (2003). Bulanık Mantık ve Uçuş Kontrol Problemine Uygulanması. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*. 1(2): 63-72.

Kiltidou, D. (2020). From The Flag State Duty For Inspections To The Remote Port State Control. The Necessity For Distant Controls. *TransNav: International Journal on Marine Navigation & Safety of Sea Transportation*. 14(4): 963-968.

Kitson, N. K. ve Constantinou, A. C. (2021). Learning Bayesian Networks from Demographic and Health Survey Data. *Journal of Biomedical Informatics*. 113: 103588.

Knapp, S. ve Franses, P. H. (2007). Econometric Analysis on the Effect of Port State Control Inspections on the Probability of Casualty: Can Targeting of Substandard Ships for Inspections Be Improved?. *Marine Policy*. 31(4): 550-563.

Knapp, S. ve Franses, P. H. (2008). Econometric Analysis to Differentiate Effects of Various Ship Safety Inspections. *Marine Policy*. 32(4): 653-662.

Knapp, S. ve Van de Velden, M. (2009). Visualization of Differences in Treatment of Safety Inspections across Port State Control Regimes: A Case for Increased Harmonization Efforts. *Transport Reviews*. 29(4): 499-514.

Knapp, S., ve Van de Velden, M. (2011). Global Ship Risk Profiles: Safety and the Marine Environment. *Transportation Research Part D: Transport And Environment*. 16(8): 595-603.

Knapp, S. ve Heij, C. (2020). Improved Strategies for the Maritime Industry To Target Vessels for inspection and to Select inspection Priority Areas. *Safety*. 6(2): 18, 1-21

Knapp, S., Bijwaard, G. ve Heij, C. (2011). Estimated Incident Cost Savings in Shipping due to Inspections. *Accident Analysis & Prevention*. 43(4): 1532-1539.

Ko, S. ve Kim, D. W. (2014). An Efficient Node Ordering Method using the Conditional Frequency for the K2 Algorithm. *Pattern Recognition Letters*. 40,: 80-87.

Kocakaya, K., Engin, T., Tektaş, M. ve Aydın, U. (2021). Türkiye’de Bölgesel Havayolları için Uçak Tipi Seçimi: Küresel Bulanık AHP-TOPSIS Yöntemlerinin Entegrasyonu. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*. 4(1): 27-58.

Kopela, S. (2016). Port-State Jurisdiction, Extraterritoriality, and the Protection of Global Commons. *Ocean Development & International Law*. 47(2): 89-130.

Kostović, N., Ivče, R. ve Pavić, V. (2022). Port State Control (PSC) Inspections on Container Ships. *Pomorstvo*. 36(1): 61-67.

Köseoğlu, B., Töz, A. C. ve Şakar, C. (2017). Flag Choice Behavior in the Turkish Merchant Fleet: A Model Proposal with Artificial Neural Network Approach. *Journal of ETA Maritime Science*. 5(2): 186-200.

Kristić, M., Žuškin, S., Brčić, D. ve Car, M. (2021). Partial Analysis of ECDIS EHO Research: Port State Control. *NAŠE MORE: Znanstveni Časopis Za More I Pomorstvo*. 68(2): 93-101.

Krüger, M. (2018). Experimental Comparison of Ad Hoc Methods for Classification of Maritime Vessels Based on Real-Life AIS Data. *2018 21st International Conference on Information Fusion (FUSION)* (pp. 1-7). IEEE.

Kumbhare, T. A. ve Chobe, S. V. (2014). An Overview of Association Rule Mining Algorithms. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*. 5(1): 927-930.

Kwak, C. ve Clayton-Matthews, A. (2002). Methods: Multinomial Logistic Regression. *Nursing Research*. 51: 404–410.

Lan, H., Ma, X., Ma, L., & Qiao, W. (2023). Pattern Investigation of Total Loss Maritime Accidents Based on Association Rule Mining. *Reliability Engineering & System Safety*. 229: 108893.

Lan, H., Ma, X., Qiao, W. ve Deng, W. (2022a). Determining the Critical Risk Factors for Predicting the Severity of Ship Collision Accidents using a Data-Driven Approach. *Reliability Engineering and System Safety*. 230: 108934

Lan, H., Ma, X., Qiao, W. ve Ma, L. (2022b). On the Causation of Seafarers' Unsafe Acts using Grounded Theory and Association Rule. *Reliability Engineering & System Safety*. 223: 108498.

Lee, M. J. (2016). *A Study on the Effectiveness of the ISM Code through a Comparative Analysis of ISM and PSC Data*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Malmö-İsveç: World Maritime Üniversitesi.

Lehikoinen, A., Olsson, J., Bergström, L., Bergström, U., Bryhn, A., Fredriksson, R. ve Uusitalo, L. (2019). Evaluating Complex Relationships between Ecological Indicators and Environmental Factors in the Baltic Sea: A Machine Learning Approach. *Ecological Indicators*. 101: 117-125.

Lerner, B. ve Malka, R. (2011). Investigation of the K2 Algorithm in Learning Bayesian Network Classifiers. *Applied Artificial Intelligence*. 25(1): 74-96.

Li, Y. ve Liu, S. (2022). Discrete Dynamic Modeling Analysis of Data Mining Algorithm under the Background of Big Data in the Strategic Goal of Sustainable Development of College Physical Training. *Wireless Communications and Mobile Computing*. 2022: 1-8.

Liang, C., Ghazel, M., Cazier, O. ve Bouillaut, L. (2020). Advanced Model-Based Risk Reasoning on Automatic Railway Level Crossings. *Safety Science*. 124: 104592.

Liang, X., Wang, X., Shu, G., Wei, H., Tian, H. ve Wang, X. (2015). A Review and Selection of Engine Waste Heat Recovery Technologies using Analytic Hierarchy Process and Grey Relational Analysis. *International Journal of Energy Research*. 39(4): 453-471.

Liou, S. T., Liu, C. P., Chang, C. C. ve Yen, D. C. (2011). Restructuring Taiwan's Port State Control Inspection Authority. *Government Information Quarterly*. 28(1): 36-46.

Liou, T. S. ve Wang, M. J. J. (1992). Ranking Fuzzy Numbers with Integral Value. *Fuzzy Sets and Systems*. 50(3): 247-255.

Liu, H., Liu, Z. ve Liu, D. (2018). Application of Machine Learning Methods in Maritime Safety Information Classification. *2018 Tenth International Conference on Advanced Computational Intelligence (ICACI)* (pp. 735-740). IEEE.

Liu, K., Yu, Q., Yang, Z., Wan, C. ve Yang, Z. (2022). BN-based Port State Control Inspection for Paris MoU: New Risk Factors and Probability Training using Big Data. *Reliability Engineering & System Safety*. 224: 108530.

Liu, K., Yu, Q., Yuan, Z., Yang, Z. ve Shu, Y. (2021). A Systematic Analysis for Maritime Accidents Causation in Chinese Coastal Waters using Machine Learning Approaches. *Ocean & Coastal Management*. 213: 105859.

Liu, N. (2013). Towards a Mandatory Port State Control System in the South China Sea. *Securing the Safety of Navigation in East Asia* (pp. 259-271). Chandos Publishing.

Liu, T. K., Chang, C. H. ve Chou, M. L. (2014). Management Strategies to Prevent the Introduction of Non-indigenous Aquatic Species in Response to the Ballast Water Convention in Taiwan. *Marine Policy*. 44: 187-195.

Liu, Y., Eckert, C. M. ve Earl, C. (2020). A Review of Fuzzy AHP Methods for Decision-Making with Subjective Judgements. *Expert Systems with Applications*. 161: 113738.1-30.

Lo Duca, A. ve Marchetti, A. (2020). Exploiting Multiclass Classification Algorithms for the Prediction of Ship Routes: A Study in the Area of Malta. *Journal of Systems and Information Technology*. 22(3): 289-307.

Long, Y., Wang, L. ve Sun, M. (2019). Structure Extension of Tree-Augmented Naive Bayes. *Entropy*. 21(8): 1-20.

Loureiro, M. L., Loomis, J. B., & Vázquez, M. X. (2009). Economic Valuation of Environmental Damages due to the Prestige Oil Spill in Spain. *Environmental and Resource Economics*. 44: 537-553.

Lowe, V. (1994). Port State Jurisdiction. *Marine Policy*. 18(5): 438-439.

Luo, Q. (2008). Advancing knowledge discovery and data mining. *First International Workshop on Knowledge Discovery and Data Mining (WKDD 2008)* (ss. 3-5). IEEE.

Ma, F., Chen, Y. W., Yan, X. P., Chu, X. M. ve Wang, J. (2016). A Novel Marine Radar Targets Extraction Approach based on Sequential Images and Bayesian Network. *Ocean Engineering*. 120: 64-77.

Macharis, C., Springael, J., De Brucker, K. ve Verbeke, A. (2004). PROMETHEE and AHP: The Design of Operational Synergies in Multicriteria Analysis: Strengthening PROMETHEE with Ideas of AHP. *European Journal of Operational Research*. 153(2): 307-317.

Maggini, R., Lehmann, A., Zimmermann, N. E. ve Guisan, A. (2006). Improving Generalized Regression Analysis for the Spatial Prediction of Forest Communities. *Journal of Biogeography*. 33(10): 1729-1749.

Maimon, O. ve Rokach, L. (2008). Introduction to Soft Computing for Knowledge Discovery and Data Mining. *Soft Computing for Knowledge Discovery and Data Mining*. 1-13.

Maimon, O. ve Rokach, L. (2010). In Data Mining And Knowledge Discovery Handbook. *Introduction to Knowledge Discovery and Data Mining* (ss. 1-15). Boston: Springer.

Mansell, J. N. (2009). *Flag State Responsibility: Historical Development and Contemporary Issues*. Heidelberg: Springer Science & Business Media.

Maragatham, G. ve Lakshmi, M. (2012). A Recent Review On Association Rule Mining. *Indian Journal of Computer Science and Engineering (IJCSE)*. 2(6): 831-836.

Marten, B. (2016). Port State Jurisdiction over Vessel Information: Territoriality, Extra-Territoriality and the Future of Shipping Regulation. *The International Journal of Marine and Coastal Law*. 31(3): 470-498.

Mazlack, J. L. (2005). Commonsense Causal Modeling in the Data Mining Context. *Foundations and Novel Approaches in Data Mining* (ss. 1-22). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

McNicholas, P. D. ve Zhao, Y. (2009). Association Rules: An Overview. *Post-Mining of Association Rules: Techniques for Effective Knowledge Extraction*. 1-10.

Menasalvas, E. ve Wasilewska, A. (2005). Data Mining as Generalization: A Formal Model. *Foundations and Novel Approaches in Data Mining* (ss. 99-126). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Min, B. S., Kim, S. K., Kong, G. Y., Kim, C. S., Lee, Y. S., Kim, J. M. ve Lee, C. R. (2003). The Analysis of MOUs and their Activities Related to Port State Control. *Journal of Navigation and Port Research*. 27(3): 321-327.

Mitchell, T.M. (2017). *Generative and Discriminative Classifiers: Naive Bayes and Logistic Regression*. <https://www.cs.cmu.edu/~tom/mlbook/NBayesLogReg.pdf>, (14.12.2022).

Mitroussi, K. ve Marlow, P. (2013). The Impact of Choice of Flag on Ship Management. *The handbook of Maritime Economics and Business* (ss. 609-632).

Molenaar, E. J. (2007). Port State Jurisdiction: Toward Comprehensive, Mandatory and Global Coverage. *Ocean Development & International Law*. 38(1-2): 225-257.

Molenaar, E. J. (2011). Port State Jurisdiction to Combat IUU Fishing: The Port State Measures Agreement. *Recasting Transboundary Fisheries Management Arrangements in Light of Sustainability Principles* (ss. 369-386).

Montewka, J., Goerlandt, F., Kujala, P. ve Lensu, M. (2015). Towards Probabilistic Models for the Prediction of a Ship Performance in Dynamic Ice. *Cold Regions Science and Technology*. 112: 14-28.

Murtagh, F. ve Contreras, P. (2012). Algorithms for Hierarchical Clustering: an Overview. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*. 2(1): 86-97.

Neapolitan, R.E. (2004). *Learning Bayesian Networks*. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall.

Nefeslioglu, H. A., Sezer, E. A., Gokceoglu, C. ve Ayas, Z. (2013). A Modified Analytical Hierarchy Process (M-AHP) Approach for Decision Support Systems in Natural Hazard Assessments. *Computers & Geosciences*. 59: 1-8.

Neff, J. M., Owens, E. H., Stoker, S. W. ve McCormick, D. M. (1995). Shoreline Oiling Conditions in Prince William Sound Following the Exxon Valdez Oil Spill. *ASTM Special Technical Publication*. (1219): 312-346.

Ng, K., Liu, H. ve Kwah, H. (1998). A Data Mining Application: Customer Retention at the Port of Singapore Authority (PSA). *ACM SIGMOD Record*. 27(2): 522-525.

Nikčević Grdinić, J. (2017). Improving Safety at Sea Through Compliance with International Maritime Safety Codes. *Transactions on Maritime Science*, 6(02), 130-139.

Nikcevic, J. (2018). Montenegro on the Path to Paris MoU Accession: Towards Achieving a Sustainable Shipping Industry. *Sustainability*. 10(6): 1-14.

Njah, H., Jamoussi, S. ve Mahdi, W. (2016). Semi-hierarchical Naïve Bayes Classifier. *2016 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)* (ss. 1772-1779).

Norsys, (2022). https://www.norsys.com/WebHelp/NETICA/X_Algorithms.html, (12.12.2022).

Núñez-Sánchez, M. J., Dalén, D. ve Pérez-Rojas, L. (2021). A Quantitative Data Analysis in Relation to Size, Scope and Behavioural Patterns for the Implementation of a Port State Control Regime of the Global Industrial Fishing Vessel Fleet. *WMU Journal of Maritime Affairs*. 20: 457-481.

Okur, D. A. (2011). Uluslararası Hukukta Devletlerin Açık Denizde Bulunan Gemilere Müdahale Yetkisi. *Uluslararası Deniz Hukuku'nda Kıyı Devletinin Gemilere El Koyma Yetkisinin Sınırları Sempozyumu* (ss. 43-166).

Osman, M. T., Tian, L., Chen, Y. ve Rahman, N. S. F. A. (2021). Empirical Analysis on Port State Control Inspection for Foreign-registered Ships in Malaysian Ports. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*. 37(2): 127-139.

Osman, M. T., Yuli, C., Li, T. ve Senin, S. F. (2021b). Association Rule Mining for Identification of Port State Control Patterns in Malaysian Ports. *Maritime Policy & Management*. 48(8): 1082-1095.

Özcan, T., Çelebi, N. ve Esnaf, Ş. (2011). Comparative Analysis of Multi-Criteria Decision Making Methodologies and Implementation of a Warehouse Location Selection Problem. *Expert Systems with Applications*. 38(8): 9773-9779.

Özçayır, Z. O. (2001). *Port State Control*. London: LLP

Özçayır, D. Z. O. (2009). The Use of Port State Control in Maritime Industry and the Application of the Paris MOU. *Ocean and Coastal Law Journal*. 14(2): 201-239

Özdağöğlu, A. ve Özdağöğlu, G. (2007). Comparison of AHP and Fuzzy AHP for the Multi-criteria Decision Making Processes with Linguistic Evaluations. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 6(11): 65-85.

Özdemir, O. ve Kalınkara, Y. (2020). Bulanık mantık: 2000-2020 yılları arası tez ve makale çalışmalarına yönelik bir içerik analizi. *Acta Infologica*. 4(2): 155-174.

Özekes, S. (2003). Veri Madenciliği Modelleri ve Uygulama Alanları. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 2(3): 65-82.

Öztürk, O. B. (2015). *Yabancı Bayraklı Gemilerin Denetim Kriterleri ve Liman Devleti Kontrolü Sorunları Üzerine Bir Çalışma*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Öztürk, O. B. ve Işık, N. G. (2016). Türkiye'de Uygulanmakta Olan Liman Devleti Kontrollerine Yönelik Bir Delphi Çalışması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*. 8(2): 1-27

Padmanaban, H. (2014). *Comparative Analysis of Naive Bayes and Tree Augmented Naive Bayes Models*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). San Jose, Kaliforniya: San José State University.

Paris MOU, (2022). <https://www.parismou.org/sites/default/files/HO%2040%20years%20total.pdf>, (10.10.2022).

Paris MOU (2022b), <https://www.parismou.org/inspections-risk/library-faq/inspection-types>, (14.10.2022).

Paris MOU, (2022c). <https://www.parismou.org/joint-concentrated-inspection-campaign-stcw>, (14.10.2022).

Paris MOU, (2022d). <https://www.parismou.org/inspections-risk/port-state-control-inspections-paris-mou/inspection-results>, (15.10.2022).

Paris MOU, (2022e). <https://www.parismou.org/inspections-risk/library-faq/banning#:~:text=A%20ban%20is%20a%20measure,shorten%20the%20applicable%20periods%20mentioned>, (15.10.2022).

Paris MOU, (2022f). <https://www.parismou.org/inspections-risk/libraryfaq/memorandum>, (15.10.2022).

Paris MOU, (2022g). <https://www.parismou.org/sites/default/files/Paris%20MoU%20including%2044th%20amendment.pdf>, (16.10.2022).

Park, H. A. (2013). An introduction to logistic regression: from basic concepts to interpretation with particular attention to nursing domain. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 43(2), 154-164.

Patel, K. A. ve Thakral, P. (2016). The Best Clustering Algorithms in data Mining. *2016 International Conference on Communication and Signal Processing (ICCSP)* (ss. 2042-2046). IEEE.

Payoyo, P. B. (1994). Implementation of International Conventions through Port State Control: An Assessment. *Marine Policy*. 18(5): 379-392.

Peng, C. Y. J., Lee, K. L. ve Ingersoll, G. M. (2002). An Introduction to Logistic Regression Analysis and Reporting. *The Journal of Educational Research*. 96(1): 3-14.

Perepelkin, M., Knapp, S., Perepelkin, G. ve De Pooter, M. (2010). An Improved Methodology to Measure Flag Performance for the Shipping Industry. *Marine Policy*. 34(3): 395-405.

Piñeiro, L. C. (2016). Port State Jurisdiction over Labour Conditions: A Private International Law Perspective on Extra-territoriality. *The International Journal of Marine and Coastal Law*. 31(3): 531-551.

Piniella, F., Alcaide, J. I. ve Rodríguez-Díaz, E. (2020). Identifying Stakeholder Perceptions and Realities of Paris MoU Inspections. *WMU Journal of Maritime Affairs*. 19: 27-49.

Prieto, J. M., Amor, V., Turias, I., Almorza, D. ve Piniella, F. (2021). Evaluation of Paris MoU Maritime Inspections Using a STATIS Approach. *Mathematics*. 9(17): 2092-1-13.

Psaraftis, H. N. ve Kontovas, C. A. (2020). Influence and Transparency at the IMO: the Name of the Game. *Maritime Economics & Logistics*. 22: 151-172.

Pyo, S., Uysal, M. ve Chang, H. (2002). Knowledge Discovery in Database for Tourist Destinations. *Journal of Travel Research*. 40(4): 396-403.

Qi, J. ve Zhang, P. (2021). Enforcement Failures and Remedies: Review on State Jurisdiction over Ships at Sea. *Journal of East Asia and International Law*. 14(1): 7-34.

Quirk, P. (1999). Flag State Implementation. *Maritime Studies*. 1999(104): 1-7.

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.

Randić, M., Matika, D. ve Možnik, D. (2015). SWOT Analysis of Deficiencies on Ship Components Identified by Port State Control Inspections with the Aim to Improve the Safety of Maritime Navigation. *Brodogradnja: Teorija i praksa brodogradnje i pomorske tehnike*. 66(3): 61-72.

Rao, S. ve Gupta, R. (2012). Implementing Improved Algorithm over APRIORI Data Mining Association Rule Algorithm. *International Journal of Computer Science And Technology*. 3(1): 489–493.

Ravira, F. J. ve Piniella, F. (2016). Evaluating the Impact of PSC Inspectors' Professional Profile: A Case Study of the Spanish Maritime Administration. *WMU Journal of Maritime Affairs*. 15: 221-236.

Resmi Gazete (R.G.) Sayı: 26120: 26.03.2006
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=10043&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>, (10.08.2022).

Rodríguez García, T., González Cancelas, N. ve Soler-Flores, F. (2015). Setting the Port Planning Parameters in Container Terminals Through Bayesian Networks. *Promet-Traffic&Transportation*. 27(5): 395-403.

Rokach, L. ve Maimon, O.Z. (2008). *Data Mining with Decision Trees: Theory and Applications*. Singapur: World Scientific Publishing Co. Inc.

Rousos, E. P. ve Ventikos, N. P. (2008). Maritime Policy Making for Flag States: Forecasting Safety/Detention Performance with the Use of Time Series Analysis. *WMU Journal of Maritime Affairs*. 7: 385-407.

Ruiz, C. (2005). Illustration of the K2 Algorithm for Learning Bayes Net Structures. *Department of Computer Science, WPI Bayesian Network Power Constructor*.

Ryngaert, C. ve Ringbom, H. (2016). Introduction: Port State Jurisdiction: Challenges and Potential. *The International Journal of Marine and Coastal Law*. 31(3): 379-394.

Saaty, T. L. (1990). How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*. 48: 9–26.

Saaty, T. L. (2008). Relative Measurement and its Generalization in Decision Making Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors the Analytic Hierarchy/Network Process. *RACSAM-Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales. Serie A. Matematicas.* 102: 251-318.

Saengsupavanich, C., Coowanitwong, N., Gallardo, W. G. ve Lertsuchatavanich, C. (2009). Environmental Performance Evaluation of an Industrial Port and Estate: ISO14001, Port State Control-derived Indicators. *Journal of Cleaner Production.* 17(2): 154-161.

Sage, B. (2005). Identification of ‘High Risk Vessels’ in Coastal Waters. *Marine Policy.* 29(4): 349-355.

Sahin, O., Stewart, R. A., Faivre, G., Ware, D., Tomlinson, R. ve Mackey, B. (2019). Spatial Bayesian Network for Predicting Sea Level Rise Induced Coastal Erosion in a Small Pacific Island. *Journal of Environmental Management.* 238, 341-351.

Sammut, C. ve Webb, G. I. (2017). *Encyclopedia of Machine Learning and Data Mining.* New York: Springer Publishing Company.

Sendel, E., & Yıldırım, İ. (2022) Makine Öğrenmesi ile Cilt Lezyonu Sınıflandırması. *Elektrik-Elektronik ve Biyomedikal Mühendisliği Konferansı.* (ss. 1-6).

Serdy, A. (2016). The Shaky Foundations of the FAO Port State Measures Agreement: How Watertight is the Legal Seal Against Access for Foreign Fishing Vessels?. *The International Journal of Marine and Coastal Law.* 31(3): 422-441.

Serrano, B. M., Cancelas, N. G. ve Flores, F. S. (2019). Reducing Pollution Levels Generated by Short Sea Shipping. Use of Bayesian Networks to Analyse the Utilization of Liquefied Natural Gas as an Alternative Fuel. *Journal of KONES.* 26(1): 147-158.

Serrano, B. M., González-Cancelas, N., Soler-Flores, F., & Camarero-Orive, A. (2017). Looking for an Efficient Port Planning: Analysis of Spanish Port System through Artificial Intelligence. *World Scientific News*. 83: 75-91.

Serrano, B. M., González-Cancelas, N., Soler-Flores, F., & Camarero-Orive, A. (2018). Classification and Prediction of Port Variables using Bayesian Networks. *Transport Policy*. 67: 57-66.

Serrano, B. M., González-Cancelas, N., Soler-Flores, F., Awad-Nuñez, S., & Camarero Orive, A. (2018b). Use of Bayesian Networks to Analyze Port Variables in order to Make Sustainable Planning and Management Decision. *Logistics*. 2(1:5): 1-16.

Serrano, B.M., González-Cancelas, N. ve Soler-Flores, F. (2020). Analysis of the Port Sustainability Parameters through Bayesian Networks. *Environmental and Sustainability Indicators*. 6: 100030.

Sevgili, C. ve Zorba, Y., 2018. An Application of Fuzzy Quality Function Deployment to Bunkering Services. *Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie*. 54 (126): 19–27.

Sevgili, C., Fiskin, R. ve Cakir, E. (2022). A data-driven Bayesian Network Model for Oil Spill Occurrence Prediction using Tankship Accidents. *Journal of Cleaner Production*. 370: 133478.

Sevimli Saitoğlu, Y., (2019). Bayesçi Karar Teorisi. *Makine Öğrenmesinde Sınıflandırma Yöntemleri ve R Uygulamaları*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Shafique, U. ve Qaiser, H. (2014). A Comparative Study of Data Mining Process Models (KDD, CRISP-DM and SEMMA). *International Journal of Innovation and Scientific Research*. 12(1): 217-222.

Shanshan, F., Yanping, L., Yongtao, X. ve Hui, W. (2020). Feature Analysis and Association Rule Mining of Ship Accidents in Arctic Waters. *Chinese Journal of Polar Research*. 32(1): 102.

Sharma S. (06 Eylül 2017). *Activation Functions in Neural Networks*. <https://towardsdatascience.com/activation-functions-neural-networks-1cbd9f8d91d6>, (13.11.2022).

Shen, J. H., Liu, C. P., Chang, K. Y. ve Chen, Y. W. (2021). Ship Deficiency Data of Port State Control to Identify Hidden Risk of Target Ship. *Journal of Marine Science and Engineering*. 9(10): 1120.

Silahtaroğlu, G. (2013). *Veri Madenciliği: Kavram ve Algoritmaları*. İstanbul: Papatya Yayıncılık.

Silva, J., Cubillos, J., Villa, J. V., Romero, L., Solano, D. ve Fernández, C. (2019). Preservation of Confidential Information Privacy and Association Rule Hiding for Data Mining: A Bibliometric Review. *Procedia Computer Science*. 151: 1219-1224.

Song, B. ve Kang, S. (2016). A Method of Assigning Weights using a Ranking and Nonhierarchy Comparison. *Advances in Decision Sciences*. 2016: 1-10.

Song, R., Huang, L., Cui, W., Oskarsdottir, M. ve Vanthienen, J. (2020). Fraud Detection of Bulk Cargo Theft in Port using Bayesian Network Models. *Applied Sciences*. 10(3): 1056.

Souza de Abreu (2019). *A Methodology for Detection of Causal Relationships between Discrete Time Series on Systems*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Natal: Federal University of Rio Grande do Norte.

Sumithra, R.ve Paul, S. (2010, July). Using distributed apriori association rule and classical apriori mining algorithms for grid based knowledge discovery. *2010 Second*

International conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ss. 1-5). IEEE.

Sun, Q., Zhang, J. ve Xu, X. (2018). Research and Application of Rule Updating Mining Algorithm for Marine Water Quality Monitoring Data. *Polish Maritime Research*. 25(3): 136-140.

Swan, J. (2016). Port State Measures—from Residual Port State Jurisdiction to Global Standards. *The International Journal of Marine and Coastal Law*. 31(3): 395-421.

Şahin, Y. ve Sara, D. M. (2019). E-Shopping Sites Preference Analysis with Multi-Criteria Decision-Making Methods. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*. 12(4): 265-275.

Şanlıer, Ş. (2020). Analysis of Port State Control Inspection Data: The Black Sea Region. *Marine Policy*. 112: 103757.

Şeker, Ş. E. (2018). CRISP-DM: Endüstriler Arası Standart İşleme–Veri Madenciliği için (Cross Industry Standard Processing–Data Mining). *YBS Ansiklopedi*. 5(2):10-16.

Şenel, S. ve Alatli, B. (2014). Lojistik Regresyon Analizinin Kullanıldığı Makaleler Üzerine Bir İnceleme. *Journal of Measurement and Evaluation in Education and Psychology*. 5(1): 35-52.

Şengül, Ü., Eren, M. ve Shiraz, S. E. (2012). Bulanik AHP İle Belediyelerin Toplu Taşıma Araç Seçimi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 40: 143-165.

Tabachnick, B. G. ve Fidell, L. S. (2007). *Using Multivariate Statistics (5th ed.)*. Boston: Allyn & Bacon/Pearson Education.

Tabar, V. R., Eskandari, F., Salimi, S. ve Zareifard, H. (2018). Finding a Set of Candidate Parents using Dependency Criterion for the K2 Algorithm. *Pattern Recognition Letters*. 111: 23-29.

Teng, F. ve Liu, Q. (2014). Multi-scale Ship Tracking via Random Projections. *Signal, Image and Video Processing*. 8: 1069-1076.

Tirrell, A. ve Mendenhall, E. (2021). Cruise Ships, COVID-19, and Port/Flag State Obligations. *Ocean Development & International Law*. 52(3): 225-238.

Tokyo MOU, (2022). <https://www.tokyo-mou.org/doc/Press%20Release%20on%20remote%20PSC%20inspection-f.pdf>, (14.10.2022).

Tokyo MOU, (2022b). <https://www.tokyo-mou.org/doc/NIR-information%20sheet-r.pdf>, (15.10.2022).

Tokyo MOU, (2022c). <http://www.bsmou.org/downloads/info-sheets/InfoSheetBSMoUNewInspectionRegime.pdf>, (16.10.2022).

Tolon, M. ve Tosunoğlu, N. G. (2008). Tüketici Tatmini Verilerinin Analizi: Yapay Sinir Ağları ve Regresyon Analizi Karşılaştırması. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 10(2): 247-259.

Töz, A.C. (2013). *Denizcilik İşletmelerinin Bayrak Çekme Kararları ve Denizcilik Pazarlarına Etkileri*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü..

Triepels, R., Feelders, A. ve Daniels, H. (2015). Uncovering document fraud in maritime freight transport based on probabilistic classification. In *Computer Information Systems and Industrial Management: 14th IFIP TC 8 International Conference-CISIM 2015* (pp. 282-293). Springer International Publishing.

Tsaganos, G., Nikitakos, N., Dalaklis, D., Ölcer, A. I. ve Papachristos, D. (2020). Machine Learning Algorithms in Shipping: Improving Engine Fault Detection and Diagnosis via Ensemble Methods. *WMU Journal of Maritime Affairs*. 19: 51-72.

Tsou, M. C. (2010). Discovering Knowledge from AIS Database for Application in VTS. *The Journal of Navigation*. 63(3): 449-469.

Tsou, M. C. (2019). Big Data Analysis of Port State Control Ship Detention Database. *Journal of Marine Engineering & Technology*. 18(3): 113-121.

Tudor, I. (2008). Association Rule Mining as a Data Mining Technique. *Seria Matematic Informatic Fizic Buletin*. 1: 49-56.

Tufféry, S. (2011). *Data mining and Statistics for Decision Making*. West Sussex: John Wiley & Sons.

Tütek, H.H., Gümüsoğlu, Ş. ve Özdemir, A. (2012). *Sayısal Yöntemler Yönetmelik Yaklaşım*. İstanbul: Beta Yayın.

UAB, (2023) <https://denizcilik.uab.gov.tr/yetkilendirilmis-kuruluslar>, (15.04.1987).

Ukić Boljat, H., Slišković, M., Jelaska, I., Gudelj, A. ve Jelić Mrčelić, G. (2020). Analysis of Pollution Related Deficiencies Identified through PSC Inspections for the Period 2014–2018. *Sustainability*. 12(15): 5956.

Ung, S. T., Tsai, C. C. ve Chen, C. L. (2021). A Rigorous Review and Thorough Planning for the Ship Inspection System in Taiwan. *Journal of Marine Science and Technology*. 21(5), 569-577.

USCG, (2022). <https://www.dco.uscg.mil/IMO/International-MaritimeOrganization-Committees-TCC/>, (09.10.2022).

Uygur, S. ve Bolat, F. (2021). ARDL Bound Testing Approach for Turkish-Flagged Ships Inspected under the Paris Memorandum of Understanding. *Journal of ETA Maritime Science*. 9(2): 85-101.

Uygur, S. 2013-2018 Yılları Arasında Türk Bayraklı Gemilerin Paris MOU (Mutabakat Zaptı) Kapsamında Performans Analizi. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Van Leekwijck, W. ve Kerre, E. E. (1999). Defuzzification: Criteria and Classification. *Fuzzy Sets and Systems*. 108(2): 159-178.

Van Nguyen, T., Zhang, J., Zhou, L., Meng, M. ve He, Y. (2020). A Data-Driven Optimization of Large-Scale Dry Port Location Using The Hybrid Approach of Data Mining And Complex Network Theory. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 134: 101816.

Veerappa, M., Anneken, M. ve Burkart, N. (2021). Evaluation of Interpretable Association Rule Mining Methods on Time-Series in the Maritime Domain. *Pattern Recognition. ICPR International Workshops and Challenges: Virtual Event, January 10–15, 2021, Proceedings, Part III* (ss. 204-218). Springer International Publishing.

Verbraken, T., Verbeke, W. ve Baesens, B. (2014). Profit Optimizing Customer Churn Prediction with Bayesian Network Classifiers. *Intelligent Data Analysis*. 18(1): 3-24.

Vogel, K. (2013). *Applications of Bayesian Networks in Natural Hazard Assessments*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Potsdam: Univesity of Potsdam.

Vorbach, J. E. (2001). The Vital Role of Non-flag State Actors in the Pursuit of Safer Shipping. *Ocean Development & International Law*. 32(1): 27-42.

Wang, H. ve Yoon, S. W. (2015). Breast Cancer Prediction Using Data Mining Method. *IIE Annual Conference. Proceedings* (ss. 818-829). Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE).

Wang, H., Xie, M. ve Goh, T. N. (1998). A Comparative Study of The Prioritization Matrix Method and the Analytic Hierarchy Process Technique in Quality Function Deployment. *Total Quality Management*. 9(6): 421-430.

Wang, L. ve Yang, Z. (2018). Bayesian Network Modelling and Analysis of Accident Severity in Waterborne Transportation: A Case Study in China. *Reliability Engineering & System Safety*. 180: 277-289.

Wang, S., Yan, R. ve Qu, X. (2019). Development of a Non-parametric Classifier: Effective Identification, Algorithm, and Applications in Port State Control for Maritime Transportation. *Transportation Research Part B: Methodological*. 128: 129-157.

Wang, W., Chu, X., Jiang, Z. ve Liu, L. (2019b). Classification of Ship Trajectories by Using Naive Bayesian Algorithm. *2019 5th International Conference on Transportation Information and Safety (ICTIS)* (pp. 466-470). IEEE.

Wang, Y. M., Luo, Y. ve Hua, Z. (2008). On the Extent Analysis Method for Fuzzy AHP and its Applications. *European Journal of Operational Research*. 186(2): 735-747.

Wang, Y., Zhang, F., Yang, Z. ve Yang, Z. (2021a). Incorporation of Deficiency Data into the Analysis of the Dependency and Interdependency among the Risk Factors Influencing Port State Control Inspection. *Reliability Engineering & System Safety*. 206: 107277.

Wang, Y., Rajesh, G., Mercilin Raajini, X., Kritika, N., Kavinkumar, A. ve Shah, S. B. H. (2021b). Machine Learning-based Ship Detection and Tracking using Satellite

images For Maritime Surveillance. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*. 13(5): 361-371.

Wang, Z. ve Yin, J. (2020). Risk Assessment of Inland Waterborne Transportation using Data Mining. *Maritime Policy & Management*, 47(5), 633-648.

Wang, Z., & Webb, G. I. (2002, December). Comparison of Azy Bayesian Rule, And Tree-Augmented Bayesian Learning. *2002 IEEE International Conference on Data Mining, 2002. Proceedings.* (ss. 490-497). IEEE.

Warner P. (2008). Ordinal Logistic Regression. *J Fam Plann Reprod Health Care*. 34(3):169-70.

Watawana, T. ve Caldera, A. (2018). Analyse Near Collision Situations of Ships using Automatic Identification System Dataset. *2018 5th International Conference on Soft Computing & Machine Intelligence (ISCMI)* (ss. 155-162). IEEE.

Wei, M. (2019). Prediction Model of Water Traffic Accident Severity Based on Naive Bayesian. *Computer Life*.7(5).

Weng, J. ve Li, G. (2019). Exploring Shipping Accident Contributory Factors Using Association Rules. *Journal of Transportation Safety & Security*. 11(1): 36-57.

Wieslaw, T. (2012). Origins of Ship Safety Requirements Formulated by International Maritime Organization. *Procedia Engineering*. 45: 847-856.

Witbooi, E. (2014). Illegal, Unreported and Unregulated Fishing on the High Seas: The Port State Measures Agreement in Context. *The International Journal of Marine and Coastal Law*. 29(2): 290-320.

Wright, D. A., Welschmeyer, N. A. ve Peperzak, L. (2015). Alternative, Indirect Measures of Ballast Water Treatment Efficacy During a Shipboard Trial: A Case Study. *Journal of Marine Engineering & Technology*. 14(1): 1-8.

Wu, S., Chen, X., Shi, C., Fu, J., Yan, Y. ve Wang, S. (2022). Ship Detention Prediction via Feature Selection Scheme and Support Vector Machine (SVM). *Maritime Policy & Management*. 49(1): 140-153.

Xiao, Y., Qi, G., Jin, M., Yuen, K. F., Chen, Z. ve Li, K. X. (2021). Efficiency of Port State Control Inspection Regimes: A Comparative Study. *Transport Policy*. 106: 165-172.

Xiao, Y., Wang, G., Lin, K. C., Qi, G. ve Li, K. X. (2020). The Effectiveness of the New Inspection Regime for Port State Control: Application of the Tokyo MoU. *Marine Policy*. 115: 103857.

Yabing, J. (2013). Research of an Improved Apriori Algorithm in Data Mining Association Rules. *International Journal of Computer and Communication Engineering*. 2(1): 25-27.

Yalçın, Ö. (2013). Veri Madenciliği Yöntemleri. İstanbul : Papatya Yayıncılık.

Yan, R. ve Wang, S. (2022). Ship Detention Prediction using Anomaly Detection in Port State Control: Model and Explanation. *Electronic Research Archive*. 30: 3679-3691.

Yan, R., Mo, H., Guo, X., Yang, Y., ve Wang, S. (2022b). Is Port State Control Influenced by the COVID-19? Evidence from Inspection Data. *Transport Policy*. 123: 82-103.

Yan, R., Wang, S. ve Fagerholt, K. (2020). A Semi-“Smart Predict then Optimize”(semi-SPO) Method for Efficient Ship Inspection. *Transportation Research Part B: Methodological*. 142: 100-125.

Yan, R., Wang, S. ve Fagerholt, K. (2021). Coordinated Approaches for Port State Control Inspection Planning. *Maritime Policy & Management*. 49(6): 897-912.

Yan, R., Wang, S. ve Peng, C. (2021b). An Artificial Intelligence Model Considering Data Imbalance for Ship Selection in Port State Control based on Detention Probabilities. *Journal of Computational Science*. 48: 101257.

Yan, R., Wang, S. ve Peng, C. (2022c). Ship Selection in Port State Control: Status and Perspectives. *Maritime Policy & Management*. 49(4): 600-615.

Yan, R., Wang, S., Cao, J. ve Sun, D. (2021c). Shipping Domain Knowledge Informed Prediction and Optimization in Port State Control. *Transportation Research Part B: Methodological*. 149: 52-78.

Yan, R., Zhuge, D. ve Wang, S. (2021d). Development of Two Highly-efficient and Innovative Inspection Schemes for PSC Inspection. *Asia-Pacific Journal of Operational Research*. 38(3): 2040013.

Yang, B., Zhao, Z. ve Ma, J. (2018). Marine accidents analysis based on data mining using K-medoids clustering and improved A priori algorithm. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 189, No. 4, ss. 042006).

Yang, Z., Wan, C., Yang, Z., ve Yu, Q. (2021). Using Bayesian Network-based TOPSIS to Aid Dynamic Port State Control Detention Risk Control Decision. *Reliability Engineering & System Safety*. 213: 107784.

Yang, Z., Yang, Z. ve Teixeira, A. P. (2020). Comparative Analysis of the Impact of New Inspection Regime on Port State Control Inspection. *Transport Policy*. 92: 65-80.

Yang, Z., Yang, Z., Yin, J. ve Qu, Z. (2018a). A Risk-based Game Model for Rational Inspections in Port State Control. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 118: 477-495.

Yang, Z., Yang, Z. ve Yin, J. (2018b). Realising Advanced Risk-based Port State Control Inspection using Data-driven Bayesian Networks. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 110: 38-56.

Yılmaz, F. ve Ece, N. J. (2017). Analysis of the Relationship Between Variables Related to Paris Mou-PSC Inspections and the Results of Inspection Applied to Turkish Flagged Ships. *Journal of ETA Maritime Science*. 5(2): 172-185.

Yu, Q., Teixeira, Â. P., Liu, K., Rong, H. ve Soares, C. G. (2021). An Integrated Dynamic Ship Risk Model based on Bayesian Networks and Evidential Reasoning. *Reliability Engineering & System Safety*. 216: 107993.

Yuan, C. C., Chiu, R. H., & Cai, C. (2020a). Important Factors Influencing the Implementation of Independent Port State Control Regimes. *Journal of Marine Science and Engineering*. 8(9): 641.

Yuan, C. C., Chung, W. H., Cai, C. ve Sung, S. T. (2020b). Application of Statistical Process Control on Port State Control. *Journal of Marine Science and Engineering*. 8(10): 746.

Yuan, X. (2017). An improved Apriori Algorithm for Mining Association Rules. *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1820, No. 1, ss. 080005). AIP Publishing LLC.

Yücel, M. E. (2008). *Türk Bayrağının Paris MOU'da Beyaz Listeye Geçiş Sürecinde Stratejik Planlamanın Yapılması*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yüksel, S., Eroğlu, Ö. ve Yüksel, S. (2018). Araştırmalarda Karar Süreci ve Bayes Teorimi. *Ejona International Journal*. 2(6): 56-66.

Zadeh, L. A.(1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*. 8: 338–353.

Zaki, M. J. (1997). *Fast Mining of Sequential Patterns in Very Large Databases*. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=0D4D700FA5169654393315B5F5784345?doi=10.1.1.53.4511&rep=rep1&type=pdf>, (25.12.2022)

Zaralı, F., Yazgan, H. R. ve Delice, Y. (2018). AHP ve VIKOR Bütünleşik Yaklaşımıyla Lojistik Merkez Yer Seçimi: Kayseri İli Örneği. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*. 34(3): 1-9.

Zec, D., Frančić, V. ve Rudan, I. (2008). An Analysis of the Security Issues in Croatian Ports in Relation to the Port State Control Inspections. *Promet-Traffic&Transportation*. 20(1): 31-36.

Zhang, H. (2004). The Optimality of Naive Bayes. The Florida AI Research Society. International Florida Artificial Intelligence Research Society Conference FLAIRS 2004 (ss. 1-6).

Zhang, H. ve Ling, C. X. (2001a). Learnability of Augmented Naive Bayes in Nonimal Domains. *Proceedings of the Eighteenth International Conference on Machine Learning* (ss. 617-623).

Zhang, H. ve Ling, C. X. (2001b). An Improved Learning Algorithm for Augmented Naive Bayes. *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining: 5th Pacific-Asia*

Conference, PAKDD 2001 Hong Kong, China, April 16–18, 2001 Proceedings 5 (ss. 581-586). Springer Berlin Heidelberg.

Zhang, H., Jiang, L. ve Su, J. (2005). Hidden Naive Bayes. *Proceedings of the 20th National Conference on Artificial Intelligence-Volume 2* (ss. 919-924).

Zhao, Q. ve Bhowmick, S. S. (2003). Association Rule Mining: A Survey. *Nanyang Technological University, Singapore*. 135: 1-20

Zhao, X., Yuan, H. ve Yu, Q. (2021). Autonomous Vessels in the Yangtze river: A Study on the Maritime Accidents using Data-Driven Bayesian Networks. *Sustainability*. 13(17): 9985.

Zhao-Kun, W. E. I., Xin-lian, X. I. E. ve Pan Wei, Z. H. A. O. (2017). Ship Abnormal Behavior Detection Based on Naive Bayes. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*. 17(6): 147.

Zhen, R., Jin, Y., Hu, Q., Shao, Z. ve Nikitakos, N. (2017). Maritime Anomaly Detection within Coastal Waters Based on Vessel Trajectory Clustering and Naïve Bayes Classifier. *The Journal of Navigation*. 70(3): 648-670.

Zhou, H. (2006). *Port State Control: Assessment and Analysis*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Malmö-İsveç: World Maritime Üniversitesi.

Zhou, Y., Wang, X. ve Yuen, K. F. (2021). Sustainability Disclosure for Container Shipping: A Text-Mining Approach. *Transport Policy*. 110: 465-477.

Zhu, F. (2011). Mining ship spatial trajectory patterns from AIS database for maritime surveillance. *2011 2nd IEEE International Conference on Emergency Management and Management Sciences* (ss. 772-775). IEEE.

Zou, X. ve Yue, W. L. (2017). A Bayesian Network Approach to Causation Analysis of Road Accidents Using Netica. *Journal of Advanced Transportation*. 2017: 1-18.





EKLER

Ek 1: Paris MOU Eksiklik Listesi

Paris MoU – Overview of Deficiency Codes
01 July 2023



THETIS CODE	Defective Item
01 Certificates & Documentation	
011 - Certificates & Documentation - Ship Certificate	
01101	Cargo Ship Safety Equipment (including exemption)
01102	Cargo Ship Safety Construction (including exempt.)
01103	Passenger Ship Safety (including exemption)
01104	Cargo Ship Safety Radio (including exemption)
01105	Cargo Ship Safety (including exemption)
01106	Document of Compliance (DoC/ ISM)
01107	Safety Management Certificate (SMC/ ISM)
01108	Load Lines (including Exemption)
01109	Decision-Support System for Masters on Pass. Ships
01110	Authorization for grain carriage
01111	Liquefied Gases in Bulk (CoF/GC Code)
01112	Liquefied Gases in Bulk (ICoF/IGC Code)
01113	Minimum Safe Manning Document
01114	Dangerous Chemicals in Bulk (CoF/BCH Code)
01115	Dangerous Chemicals in Bulk (ICoF/IBC Code)
01116	Operational Limitations for Passenger ships
01117	International Oil Pollution Prevention (IOPP)
01118	Pollution Prevention by Noxious Liquid Sub in Bulk
01119	International Sewage Pollution Prevention Cert.
01120	Statement of Compliance CAS
01121	Interim Statement of Compliance CAS
01122	International ship security certificate
01123	Continuous synopsis record
01124	International Air Pollution Cert.
01125	Engine International Air Pollution Prev. Cert.
01126	Document of Compliance Dangerous Goods
01127	Special Purpose Ship Safety
01128	High Speed Craft Safety and Permit to Operate
01129	Mobile Offshore Drilling Unit Safety
01130	INF certificate of fitness
01131	International Anti-fouling-System Certificate
01132	Tonnage certificate
01133	Civil Liability for Oil Pollution Damage Cert.
01134	Polar Ship Certificate
01135	Documents for carriage of dangerous goods
01136	Ballast Water Management Certificate
01137	Civil liability for Bunker oil pollution damage cert
01138	International Energy Efficiency Certificate
01139	Maritime Labour Certificate
01140	Declaration of Maritime Labour Compliance (Part I and II)
01142	Liability for the Removal of Wrecks Certificate

01199 Other (certificates)
012 - Certificates & Documentation - Crew Certificate
01201 Certificates for master and officers
01202 Certificate for rating for watchkeeping
01203 Certificates for radio personnel
01204 Certificate for personnel on tankers
01205 Certificate for personnel on fast rescue boats
01206 Certificate for advanced fire-fighting
01209 Manning specified by the minimum safe manning doc
01210 Certificate for medical first aid
01211 Cert for personnel on survival craft & rescue boat
01212 Certificate for medical care
01213 Evidence of Basic Training
01214 Endorsement by flagstate
01215 Application for Endorsement by flagstate
01216 Cert for personnel on ships subject to the IGF Code
01217 Ship Security Officer Certificate
01218 Medical certificate
01219 Training and qualification MLC - Personnel safety training
01220 Seafarers' employment agreement (SEA)
01221 Record of employment
01222 Doc. evidence for personnel on passenger ships
01223 Security awareness training/ designated security duties training
01224 Certificate for rating able seafarer deck/engine and electro-technical
013 - Certificates and Documentation – Document
01302 SAR Co-operation plan for pass.ships trad on fixe
01303 Unattended Machinery Spaces (UMS) Evidence
01304 Declaration of AFS compliance
01305 Log-books/compulsory entries
01306 Shipboard working arrangements
01307 Maximum hours of work or Minimum hours of rest
01308 Records of seafarers' daily hours of work or rest
01309 Fire control plan - all
01310 Signs, indications
01311 Survey report file
01312 Thickness measurement report
01313 Booklet for bulk cargo loading/unloading/stowage
01314 SOPEP
01315 Oil record book
01316 Cargo information
01317 Cargo record book
01318 P&A manual
01319 Shipboard mar.poll.emergency plan for NLS

01320	Garbage record book
01322	Conformance Test Report
01323	Fire safety operational booklet
01324	Material Safety Data Sheets(MSDS)
01325	ACM statement of compliance (including exemption)
01326	Stability Information Booklet
01327	Energy Efficiency Design Index File
01328	Ship Energy Efficiency Management plan
01329	Report of inspection on MLC,2006
01330	Procedure for complaint under MLC,2006
01331	Collective bargaining agreement
01332	AIS test report
01333	Ship specific plans for the recovery of persons from the water
01334	STS Operation Plan and Records of STS Operations
01335	Polar Water Operational Manual
01336	Certificate or documentary evidence of financial security for repatriation
01337	Certificate or documentary evidence of financial security relating to shipowners liability
01338	LNG Bunker delivery note
01339	Copy of IGF Code or national legislation
01340	Statement of compliance (MARPOL A. VI)
01341	IGF Pre-bunkering verification document
02 - Structural condition	
02101	Closing devices/watertight doors
02102	Damage control plan
02103	Stability/strength/loading information and instruments
02104	Information on the A/A-max Ratio (Roro/pass.only)
02105	Steering gear
02106	Hull damage impairing seaworthiness
02107	Ballast, fuel and other tanks
02108	Electrical installations in general
02109	Permanent means of access
02110	Beams, frames, floors-op.damage
02111	Beams, frames, floors-corrosion
02112	Hull - corrosion
02113	Hull - cracking
02114	Bulkhead -corrosion
02115	Bulkheads - operational damage
02116	Bulkheads - cracking
02117	Decks - corrosion
02118	Decks - cracking
02119	Enhanced survey programme (ESP)
02120	Marking of IMO number
02121	Cargo area segregation

02122	Openings to cargo area, doors, ... scuttles
02123	Wheelhouse -door -window
02124	Cargo pumproom
02125	Spaces in cargo areas
02126	Cargo tank vent system
02127	Safe access to tanker bows
02128	Bulk carriers Add.safety measures
02129	Bulkhead strength
02130	Triangle mark
02132	Water level detectors on single hold cargo ships
02133	Asbestos containing materials
02134	Loading/Ballast condition
02135	Beams, frames, floors – construction
02136	Hull – construction
02137	Bulkheads – construction
02138	Decks – construction
02199	Other (Structural conditions)
03 - Water/Weathertight condition	
03101	Overloading
03102	Freeboard marks
03103	Railing, gangway, walkway and means for safe passage
03104	Cargo & other hatchways
03105	Covers (hatchway-, portable-, tarpaulins, etc.)
03106	Windows, sidescuttles and deadlights
03107	Doors
03108	Ventilators, air pipes, casings
03109	Machinery space openings
03110	Manholes/flush scuttles
03111	Cargo ports and other similar openings
03112	Scuppers, inlets and discharges
03113	Bulwarks and freeing ports
03114	Stowage incl.uprights, lashing, etc. (timber)
03199	Other (load lines)
04 - Emergency Systems	
04101	Public address system
04102	Emergency fire pump and its pipes
04103	Emergency, lighting,batteries and switches
04104	Low level lighting in corridors
04105	Location of emergency installations
04106	Emergency steering position com./ compass reading
04107	Emergency towing arrangements and procedures
04108	Muster list

04109	Fire drills
04110	Abandon ship drills
04111	Damage control plan
04112	Shipboard Marine Pollution emergency operations
04113	Water level indicator
04114	Emergency source of power - Emergency generator
04115	Safe areas
04116	Means of communication between safety centre and other control stations
04117	Functionality of Safety Systems
04118	Enclosed space entry and rescue drills
04119	IGF Code Drills and Emergency exercises
04120	Damage Control drills for passenger ships
04121	Crew familiarization with Emergency Systems
04122	Information on passengers
04123	IGF Emergency Shutdown Systems
04124	Purging/ Inerting of bunkering lines discharge in atmosphere
05 - Radio communication	
05101	Distress messages: obligations and procedures
05102	Functional requirements
05103	Main installation
05104	MF Radio installation
05105	MF/HF Radio installation
05106	INMARSAT ship earth station
05107	Maintenance/duplication of equipment
05108	Performance standards for radio equipment
05109	VHF radio installation
05110	Facilities for reception of marine safety inform.
05111	Satellite EPIRB 406MHz/1.6GHz
05112	VHF EPIRB
05113	SART/AIS-SART
05114	Reserve source of energy
05115	Radio log (diary)
05116	Operation/maintenance
05118	Operation of GMDSS equipment
05199	Other (radiocommunication)
06 - Cargo operations including equipment	
06101	Cargo Securing Manual
06102	Grain
06103	Other cargo/timber/deck/construction
06104	Lashing material
06105	Atmosphere testing instrument
06106	Cargo transfer - Tankers

06107	Cargo operation
06108	Cargo density declaration
06199	Other (cargo)
07 - Fire safety	
07101	Fire prevention structural integrity
07102	Inert gas system
07103	Division - decks, bulkheads and penetrations
07104	Main Vertical zone
07105	Fire doors/openings in fire-resisting divisions
07106	Fire detection and alarm system
07107	Fire patrol
07108	Ready availability of fire fighting equipment
07109	Fixed fire extinguishing installation
07110	Fire fighting equipment and appliances
07111	Personal equipment for fire safety
07112	Emergency Escape Breathing Device and disposition
07113	Fire pumps and its pipes
07114	Remote Means of control (opening, pumps, ventilation, etc.) Machinery spaces
07115	Fire-dampers
07116	Ventilation
07117	Jacketed high pressure lines and oil leakage alarm
07118	International shore-connection
07119	IGF bunkering station, manifold and couplings
07120	Means of escape
07121	Crew alarm
07122	Fire control plan
07123	Operation of Fire protection systems
07124	Maintenance of Fire protection systems
07125	Evaluation of crew performance (fire drills)
07199	Other (fire safety)
08 – Alarms	
08101	General alarm
08102	Emergency signal
08103	Fire alarm
08104	Steering gear alarm
08105	Engineers' alarm
08106	Inert gas alarm
08107	Machinery controls alarm
08108	UMS - alarms
08109	Boiler alarm
08110	Closing water-tight doors alarm
08199	Other (alarms)

09237	Fitness for Duty - Intoxication
10 - Safety of Navigation	
10101	Pilot ladders and hoist/pilot transfer arrangements
10102	Type approval equipment
10103	Radar
10104	Gyro compass
10105	Magnetic compass
10106	Compass correction log
10107	Automatic radar plotting aid (ARPA)
10109	Lights, shapes, sound-signals
10110	Signalling lamp
10111	Charts
10112	Electronic charts (ECDIS)
10113	Automatic Identification System (AIS)
10114	Voyage data recorder (VDR) / Simplified Voyage data recorder (S-VDR)
10115	GNSS receiver/terrestrial radio navigation system
10116	Nautical publications
10117	Echo sounder
10118	Speed and distance indicator
10119	Rudder angle indicator
10120	Revolution counter
10121	Variable pitch indicator
10122	Rate-of-turn indicator
10123	International code of signals-SOLAS
10124	Life-saving signals
10125	Use of the automatic pilot
10126	Record of drills and steering gear tests
10127	Voyage or passage plan
10128	Navigation bridge visibility
10129	Navigation records
10132	Communication-SOLAS chap. 5
10133	Bridge operation
10134	HSC operation
10135	Monitoring of voyage or passage plan
10136	Establishment of working language onboard
10137	Long-range identification and tracking system (LRIT)
10138	BNWAS
10199	Other (navigation)
11 - Life saving appliances	
11101	Lifeboats
11102	Lifeboat inventory
11103	Stowage and provision of Lifeboats

11104	Rescue boats
11105	Rescue boat inventory
11106	Fast Rescue Boats
11107	Stowage of rescue boats
11108	Inflatable liferafts
11109	Rigid liferafts
11110	Stowage and provision of liferafts
11111	Marine Evacuation System
11112	Launching arrangements for survival craft
11113	Launching arrangements for rescue boats
11114	Helicopter landing and pick-up area
11115	Means of rescue
11116	Distress flares
11117	Lifebuoys incl. provision and disposition
11118	Lifejackets incl. provision and disposition
11119	Immersion suits
11120	Anti-exposure suits
11121	Thermal Protective Aids
11122	Radio life-saving appliances
11123	Emergency equipment for 2-way comm.
11124	Embarkation arrangement survival craft
11125	Embarkation arrangements rescue boats
11126	Means of recovery of life saving appliances
11127	Buoyant apparatus
11128	Line-throwing appliance
11129	Operational readiness of lifesaving appliances
11130	Evaluation, testing and approval
11131	On board training and instructions
11132	Maintenance and inspections
11133	Personal and group survival equipment
11134	Operation of Life Saving Appliances
11135	Maintenance of Life Saving Appliances
11199	Other (life saving)
12 - Dangerous Goods	
12101	Stowage/segregation/packaging dangerous goods
12102	Dangerous liquid chemicals in bulk
12103	Liquefied gases in bulk
12104	Dangerous Goods Code
12105	Temperature control
12106	Instrumentation
12107	Fire protection cargo deck area
12108	Personal protection
12109	Special requirement

12110	Tank entry
12112	Dangerous goods / harmful substances in pack. form
12199	Other (tankers)
13 - Propulsion and auxiliary machinery	
13101	Propulsion main engine
13102	Auxiliary engine
13103	Gauges, thermometers, etc
13104	Bilge pumping arrangements
13105	UMS - Ship
13106	Insulation wetted through (oil)
13107	Maintenance procedures for all gas related installations
13108	Operation of machinery
13199	Other (machinery)
14 - Pollution Prevention	
141 - Pollution Prevention - MARPOL Annex I	
14101	Control of discharge
14102	Retention of oil on board
14103	Segregation of oil and water ballast
14104	Oil filtering equipment
14105	Pumping, piping and discharge arrangements
14106	Pump room bottom Protection
14107	Oil disch. Monitoring and control system
14108	15 PPM Alarm arrangmts.
14109	Oil/water interface detector
14110	Standard disch. conn.
14111	SBT, CBT, COW
14112	Cow operations and equipment manual
14113	Double hull construction
14114	Hydrostatically balanced loading
14115	Condition assesment scheme
14116	Pollution report-MARPOL Annex I
14117	Ship type designation
14119	Oil and oily mixtures from machinery spaces
14120	Load, unload & clean proc. for cargo sp. (tankers)
14121	Suspected of discharge violation
14124	Arctic Region – Prohibited type of fuel carried or used
142 - Pollution Prevention - MARPOL Annex II	
14120	Load, unload & clean proc. for cargo sp. (tankers)
14121	Suspected of discharge violation
14199	Other (MARPOL Annex I)
14201	Efficient stripping

14202	Residue disch.systems
14203	Tank washing equipm.
14204	Prohibited discharge of NLS slops
14205	Cargo heating systems - cat Y substances
14206	Vent. Procedures/equipment
14207	Pollution report-MARPOL Annex II
14208	Ship type designation
14299	Other MARPOL Annex II
143 - Pollution Prevention - MARPOL Annex III	
14301	Packaging
14302	Marking and labelling
14303	Documentation (MARPOL Annex III)
14304	Stowage
14399	Other MARPOL Annex III
144 - Pollution Prevention - MARPOL Annex IV	
14402	Sewage treatment plant
14403	Sewage comminuting and disinfecting system
14404	Sewage discharge connection
14499	Other (MARPOL Annex IV)
145 - Pollution Prevention - MARPOL Annex V	
14501	Garbage shipboard handling
14502	Placards
14503	Garbage management plan
14599	Other MARPOL Annex V
146 - Pollution Prevention - MARPOL Annex VI	
14601	Technical files and if applicable, monitoring manual
14602	Record book of engine parameters
14603	Approval for exhaust gas cleaning system
14604	Bunker delivery notes
14605	Type approval certificate of incinerator
14606	Diesel engine relating to air pollution control
14607	Quality of fuel oil
14608	Incinerator incl.operations and operating manual
14609	Volatile organic compounds in tankers
14610	Operational procedures for engines or equipment
14611	Ozone-depleting substances
14612	SOx records
14613	Approved method
14614	Sulphur oxides
14615	Fuel change-over procedure

14616	Alternative arrangements (SOx)
14617	Sulphur content of fuel used
14699	Other MARPOL Annex VI
147 - Pollution Prevention - Anti Fouling	
14701	AFS supporting documentation
14702	Logbook entries referring AFS
14703	Paint condition
14799	Other AFS
148 - Pollution Prevention – Ballast Water	
14801	Ballast Water Management Plan
14802	Ballast Water Record Book
14803	Construction dates applicable for BWM
14804	Ballast Water Exchange
14805	Sediment removal and disposal
14806	Crew Training and familiarization
14807	Performance Standard not met
14808	Prototype ballast water treatment
14809	Conditions for exemptions
14810	Ballast water discharge violation in port
14811	Ballast Water Management System
14899	Other BWM
15 – ISM	
15150	ISM
16 - ISPS	
16101	Security related defects
16102	Ship security alert system
16103	Ship security plan
16104	Ship security officer
16105	Access control to ship
16106	Security drills
16199	Other (Maritime security)
18 - MLC, 2006	
181 - Minimum requirements to work on a ship	
18101	Minimum age
18102	Night Working
18103	Medical fitness
18104	Recruitment and placement service
18199	Other (Minimum requirements)

182 - Conditions of employment
18201 Fitness for duty - work and rest hours
18202 Legal documentation on work and rest hours
18203 Wages
18204 Non-payment of wages
18205 Measures to ensure transmission to seafarer's family
18299 Other (Conditions of employment)
183 - Accommodation, recreational facilities, food and catering
18301 Noise, vibration and other ambient factors
18302 Sanitary Facilities
18303 Drainage
18304 Lighting (Accommodation)
18305 Hospital accommodation (Sickbay)
18306 Sleeping room, additional spaces
18307 Direct openings into sleeping rooms cargo/mach.
18308 Furnishings
18309 Berth dimensions, etc.
18310 Minimum headroom
18311 Messroom and recreational facilities
18312 Galley, handlingroom (maintenance)
18313 Cleanliness
18314 Provisions quantity
18315 Provisions quality and nutritional value
18316 Water, pipes, tanks
18317 Food personal hygiene
18318 Food temperature
18319 Food segregation
18320 Record of inspection (food and catering)
18321 Heating, air conditioning and ventilation
18322 Insulation
18323 Office
18324 Cold room, cold room cleanliness, cold room temperature
18325 Training and qualification of ship's cook
18326 Laundry, Adequate Locker
18327 Ventilation (Working spaces)
18328 Record of inspection
18399 Other (Accommodation, recreational facilities)
184 - Health protection, medical care, social security
18401 Medical Equipment, medical chest, medical guide
18402 Access to on shore medical doctor or dentist
18403 Standard medical report form
18404 Medical doctor or person in charge of medical care

18405	Medical advice by radio or satellite
18406	Medical care onboard or ashore free of charge
18407	Lighting (Working spaces)
18408	Electrical
18409	Dangerous areas
18410	Gas instruments
18411	Emergency cleaning devices
18412	Personal equipment
18413	Warning notices
18414	Protection machines/parts
18415	Entry dangerous spaces
18416	Ropes and wires
18417	Anchoring devices
18418	Winches & capstans
18419	Adequate lighting - mooring arrangements
18420	Cleanliness of engine room
18421	Guards - fencing around dangerous machinery parts
18422	Asbestos fibres
18423	Preventative information
18424	Steam pipes, pressure pipes, wires (insulation)
18425	Access / structural features (ship)
18426	Exposure to harmful levels of ambient factors
18427	Ship's occupational safety and health policies and programmes
18428	On board programme for the prevention of occupational injuries and diseases
18429	Procedure for inspection, reporting and correcting unsafe conditions and for investigating and reporting on-board occupational accidents
18430	Ship's safety committee
18431	Investigation after accident
18432	Risk evaluation, training and instruction to seafarers
18499	Other (Health protection, medical care)
99 – Other	
99101	Other safety in general
99102	Other (SOLAS operational)
99103	Other (MARPOL operational)

Ek 2: Paris MOU Gemi Denetim Raporu Form A

FORM A

Paris MoU  **REPORT OF INSPECTION IN ACCORDANCE WITH THE PARIS MEMORANDUM OF UNDERSTANDING ON PORT STATE CONTROL*)**

(reporting authority)
(address)
(telephone)
(telefax)
(e-mail)

copy to: - master
- head office
- PSCO
if ship is detained, copy to:
- flag State
- recognised organization, if applicable

SHIP PARTICULARS

1. Name of ship: 2. Flag of ship: 3. Type of ship:
4. Call sign: 5. IMO number: 6. MMSI Number:
7. Date keel laid / major conversion commenced: 8. Deadweight (where applicable):
9. Gross tonnage: 10. Main engine (KW): 11. Old Tonnage:
12. Emission Abat. method:
13. Classification society(ies) responsible for issuance of class certificates:
..... date of issue: date of expiry:
14. Recognised Organization (s) responsible for issuance of certificates on behalf of the flag State:
..... date of issue: date of expiry:
15. Full particulars of company (identical to particulars as in the SMC)
IMO Company number:
Name: Address: City: Country:
16. Name & address of charterer: (Only ships carrying liquid or solid cargoes in bulk, pref. 1st charterer record.)
Name: Address: City: Country:
☐ Demise Charter ☐ Time Charter ☐ Voyage Charter
17. Name and signature of master to confirm the receipt of the inspection report and to certify that the information under 16, when applicable, is correct:
Name: Signature:
INSPECTION PARTICULARS)**
18. Date of first visit: 19. Date of report: 20. Place of inspection:
21. If vessel is detained: Date of issue of detention notice:
22. Type of inspection: ☐ Initial inspection ☐ More detailed inspection ☐ Expanded inspection ☐ CIC
*) This inspection report has been issued solely for the purpose of informing the master and other port States that an inspection by the port State, mentioned in the heading, has taken place. This inspection report cannot be construed as a seaworthiness certificate in excess of the certificates the ship is required to carry.
**) Masters, Shipowners and/or Operators are advised that detailed information on the inspection will be reported to the appropriate authorities and organisations and is subject to publication.
Page .. of ..

FORM A

23. Operational controls (if any): ☐ Abandon Ship drill: ☐ SOPEP drill:
☐ Fire drill: ☐ SMPEP drill:
☐ Damage control drill: ☐ Other:
☐ Enclosed space entry drill:
24. Areas inspected:
☐ Navigation bridge ☐ Engine room ☐ Accommodation and galley
☐ Passenger spaces ☐ Steering-room ☐ Decks and forecastle
☐ Cargo area ☐ Vehicle deck
☐ Ballast tank(s) internal ☐ Ballast tank(s) from manhole
25. Relevant certificate(s)
a title b issuing authority c date of issue d date of expiry
1
2
3
4
5
6
7
8
e information on last intermediate, periodical or annual survey
date of survey surveying authority country
26. Ship related inspection action taken:
☐ Flag State informed ☐ RO informed ☐ Next port informed ☐ Inspection suspended ☐ Overriding factor ☐ MARPOL investigation
☐ Ship expelled ☐ Dismissed on AFS grounds ☐ Coastal State informed ☐ ILO informed ☐ Shipowner & Seafarer organisations informed
☐ Observations to inspection ☐ Flag state requested to submit action plan within ☐ Excluded on AFS grounds ☐ Other authority informed
☐ Shipowners organisation informed ☐ Union representative informed
27. Deficiencies ☐ no ☐ yes (see attached FORM B)
28. Outstanding deficiencies***) ☐ no ☐ yes (see attached copy of FORM B from previous inspection(s))
29. Supporting documentation ☐ no ☐ yes (see annex)
PORT STATE PARTICULARS
Head office/District office: Address:
(delete as applicable)
Telephone: Telefax:
E-mail: Website:
Name(s):
(only authorized PSCO of reporting authority)
Signature(s):
This report must be retained on board for a period of at least three years and must be readily available for consultation by Port State Control Officers at all times.
****) "Outstanding deficiencies" are listed for information only and will not be taken into account for the calculation of the Ship Risk Profile and the Company performance.
Page .. of ..

Ek 3: Paris MOU Gemi Denetim Raporu Form B

[illegible]

Ek 4: Paris MOU'nun Gemilerin Kaptanlarına Verdiği Tutulma Bildirimi



PORT STATE CONTROL
{Sample-National form}
NOTICE OF DETENTION FOR THE MASTER

No.

The undersigned:
duly authorized officer of the {..... *Shipping Inspectorate*} herewith notifies you that
the ship: ".....", callsign:.....,
IMO number:....., gross tonnage:.....,
port of registry:....., flagstate:.....,
type of ship:....., date on which keel was laid:.....,
owner:....., master:.....,
agents:....., classification society/RO:.....,
berthed at:

has been detained in accordance with the provisions of article {..} of the {.....} Port State Control Act (Official Collection, 19.., no.),

on account of:

- ☐ one or more of the criteria for detention set out in Annex X of Council Directive 2009/16/EC of 23 April 2009 (Official Journal of the European Communities No L 131);
- ☐ crew members being unable to provide proof of professional proficiency for the duties assigned to them as mentioned in article 12 of Council Directive 2008/106/EC of 19 November 2008 (Official Journal of the European Communities No L 323);
- ☐ master or crew unable to comply with operational requirements as contained in the Conventions mentioned in article {..} of the Port State Control Act;
- ☐ other deficiencies which, individually or together, are clearly hazardous to safety, health or environment;
- ☐ the fact that the Port State Control Officer was obstructed in the execution of his duty.

For further details see the Report of Inspection forms A & B enclosed to this notice for the master.

In accordance with the provisions of article {..} of the Port State Control Act it is prohibited to shift the ship to another berth without the prior consent of the Port State Control Officer, or to proceed to sea without a proper Notice of Release of ship from detention.

Place:

Date:

The above mentioned officer:

Appeal p.t.o.

Ek 5: Paris MOU’nun Bayrak Devletlerine Verdiği Tutulma Bildirimi



PORT STATE CONTROL
{Standard}
NOTIFICATION OF DETENTION OF SHIP*

Flag State / Consulate
Classification society/recognised organization
Fax no.
E-mail

Number of pages, incl. this

Dear Sir / Madam,

[Ship’s name, flag, IMO No.] – Detention of ship

The Maritime Authority have on [date] carried out an inspection of the above ship at [Port, country].

The ship is detained at [time of detention] hours due to the following detainable deficiencies :

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.

Enclosed please find a copy of the Report of inspection forms A & B and the Notice of detention for the Master**.

For further inquiries, please contact: [Name and contact details]

Yours faithfully,

* As per IMO-MSC/Circ.1011 and MEPC/Circ.383

** Issued per national legislation requirements.

Ek 6: Paris MOU Gemi Serbest Bırakma Bildirim



PORT STATE CONTROL
{Standard}
NOTIFICATION OF RELEASE OF SHIP*

Flag State / Consulate
Classification society/recognised organization
Fax no.
E-mail

Number of pages, incl. this

Dear Sir / Madam,

[Ship's name, flag, IMO No.] – Release of ship

The Maritime Authority have on [date] carried out a re-inspection of the above ship at [Port, country].

The ship was released at [time of release] hours.

[Insertion of free text, if any]

Enclosed please find a copy of the Report of inspection forms A & B.

Yours faithfully,

* As per IMO-MSC/Circ.1011 and MEPC/Circ.383

Ek 7: Gemi Denetimi Üzerine Yapılmış ve WOS’da Taranan Bilimsel Araştırmalar

Araştırmacı/lar	Yayınlandığı Yer	Araştırmanın Kapsamı
Bell (1993)	Marine Policy	Bayrak ve liman devleti denetimlerinin yapısı ve argümanları açıklanarak standart altı gemilerle başa çıkmak için çeşitli güncel hareketler gözden geçirilmiştir.
Lowe (1994)	Marine Policy	Liman devleti denetimi ve yetki alanları kapsamlı şekilde açıklanmıştır.
Payoyo (1994)	Marine Policy	IMO tarafından yürürlüğe konan bazı uluslararası sözleşmelerin uygulamaları incelenmiş ve Paris MOU denetimlerinin bu sözleşmelerin uygulanmasındaki başarıları ortaya koyulmuştur.
Ademuni (1997)	Journal of Maritime Law and Commerce	Liman devleti denetimi uygulamasının hukuki ayağını Avrupa Birliği ve Birleşik Krallık hukuk sistemi açısından analizi yapılmıştır.
Keselj (1999)	Ocean Development and International Law	UNCLOS’un ilgili hükümleri ışığında liman devleti yargı yetkisi kavramının gelişimini araştırılmıştır. Ayrıca, diğerlerinin yanı sıra deniz kirliliği ile ilgili çeşitli uluslararası anlaşmalarda ortaya konan uluslararası kurallar ve standartlarla tutarlılığa yönelik gelişimleri incelenmiştir.
Devine (2000)	Marine Policy	Liman devleti yargı yetkisinin ve deniz hukukunun netleşmesine katkısını incelemekle birlikte Yeni Zelanda’daki hukuki süreç de değinilmiştir.
Vorbach (2001)	Ocean Development and International Law	1970’lerden sonra bayrak devleti dışındaki aktörlerin giderek artan önemli rollerine odaklanarak, uluslararası denizcilik emniyet gelişimi incelenmiştir. Liman devleti denetimi girişimlerinin ve uluslararası denizcilik emniyetinin geleceği için kritik olan liman devleti/endüstri bağlantılarının analizi yapılmıştır.
Sage (2005)	Marine Policy	Liman devleti denetimleri yoluyla geniş çapta kabul edilen teknik standartlar ve kurallar temelinde “yüksek riskli gemi” kriterleri önerilmiş ve böylece kıyı devletleri tarafından “bu gemilerin izlenmesi için yasal bir temel sağlanması amaçlanmıştır.
Molenaar (2007)	Ocean Development and International Law	Deniz kirliliği ve balıkçılık ile ilgili olarak liman devleti yargı yetkisinin kapsamı incelenmiş ve limana erişim, limana giriş koşulları, sınır ötesi kural ve liman içi yaptırım gibi konular açıklanmıştır.
Knapp ve Franses (2007)	Marine Policy	İkili lojistik regresyon yöntemi kullanılarak gemi denetim sonuçları ile oluşan kazaların şiddeti üzerine analizler yapılmıştır. Çeşitli gemi tipleri karşılaştırılmış, ayrıca standart altı gemilerin tespiti için önerilerde bulunulmuştur.
Degre (2007)	WMU Journal of Maritime Affairs	Gemi denetimleri için riskli gemi seçiminde seçiminde “Risk Kavramı”nın kullanımına yönelik araştırmalarda kullanılan yöntemleri ve elde edilen sonuçları analiz ederek, Paris MOU’nun geliştirdiği risk sisteminin güncellenmesine yönelik öneriler sunulmuştur.
Rousos ve Ventikos (2008)	WMU Journal of Maritime Affairs	Gemilerin denetim sonuçlarını Zaman Serisi yöntemi ile analiz ederek bayrak devleti performansının değerlendirmesi yapılmıştır. Bu kapsamda Paris MOU limanlarındaki Güney Kıbrıs Rum Yönetimi bayrağı taşıyan gemilerin denetim sonuçları incelenmiştir.
Cariou ve diğerleri (2008)	Transportation Research Part E- Logistics and Transportation Review	Gemi değişkenlerinin iki liman devleti denetimi arasındaki süreyi ve denetimlerde sırasında tespit edilen eksikliklerin sayısını nasıl etkilediğini test etmek için geçmiş denetim verilerini Poisson modeli ile analiz edilmiştir.
Zec ve diğerleri (2008)	Promet-Traffic & Transportation	Liman devleti denetimleri incelenerek Hırvat limanlarında ISPS Kodu’nun uygulanma düzeyi analiz edilmiştir. Bunun yanı sıra, Hırvat limanlarındaki güvenlikle ilgili denetim sonuçlarının

Araştırmacı/lar	Yayınlandığı Yer	Araştırmanın Kapsamı
		Paris ve diğer MOU veritabanları tarafından sunulan verilerle karşılaştırılmasına dayanan sonuçlar sunulmuştur.
Knapp ve Franses (2008)	Marine Policy	İkili Lojistik Regresyon yöntemi kullanılarak denetim sonucunu etkileyen değişkenler ve deniz kazası şiddeti üzerine analizler yapılmıştır.
Chiu ve diğerleri (2008)	Journal of Marine Science And Technology-Taiwan	Tayvan'da yeni uygulanmaya başlayan liman devleti denetimi sistemi araştırılmış ve diğer ülkelere rehber olacak bilgiler verilmiştir. Ayrıca denetim sistemi tanıtımı, uygulamada yaşanabilecek sorunlar ve son 4 yıllık denetim sonuçları analizlerini de incelenmiştir.
de Melo ve Cobos (2008)	TRANNAV- International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation	Sevk ve yardımcı makineler hakkında Paris MOU'da yer alan önemli eksiklikler grubu arasındaki ilişkiyi, bu eksiklikler dizisinin liman devleti denetimi için önemini yanı sıra deniz emniyeti açısından önemini göstermeye çalışmıştır.
Degre (2008)	Journal of Navigation	Paris MOU Bayrak Devleti listelerini belirlemede aynı yöntemi kullanarak farklı (binom) farklı değişkenleri kullanılmasını içeren bir öneride bulunulmuş, ayrıca gemi kazalarının gemi hedeflemede kullanılması önerilmiştir.
Bang (2009)	Journal of Maritime Law and Commerce	Uluslararası Deniz Hukuku Sözleşmesi'nin 218. Maddesi ile liman devleti denetimi yetki alanı arasındaki hukuki durum tanımlanmaya çalışılmıştır.
Saengsupavanich ve diğerleri (2009)	Journal of Cleaner Production	Limanlara özgü çevresel performans göstergeleri oluşturmak için Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO) 14001 prosedürlerini ve liman devleti denetimini bütünleştiren bir yaklaşım önerilmiştir. Vaka çalışmasında çevresel performansı arttırmak için başarı, farkındalık, kararlılık, hazırlık ve çevre politikası kapsamı olmak üzere beş çevre yönetimi yönünü değerlendirmek için oniki gösterge geliştirilmiştir.
Cariou ve diğerleri (2009)	Marine Policy	Hedef sistemlerdeki faktörlere verilmesi gereken ağırlıklar ve denetim otoritelerinin tutulma oranlarındaki farklılıkları açıklamada oynadığı rol Hint Okyanusu MOU denetim verileri analiz edilerek incelenmiştir.
Knapp ve van De Velden (2009)	Transport Reviews	Liman devleti denetimlerinin uyumlaştırılması kapsamında elliden fazla liman devletinin denetim raporları analiz edilerek farklılıklar tespit edilmeye çalışılmıştır.
Molenaar (2011)	Recasting Transboundary Fisheries Management Arrangements in Light of Sustainability Principles	Yasadışı, bildirimsiz ve düzensiz balıkçılıkla mücadelede liman devleti denetim yetkisi incelenmiştir.
Heij ve diğerleri (2011)	Transportation Research Part D- Transport and Environment	Mevcut denetim kurallarının emniyet kazanımları ve gelecekteki gelişimi için seçenekler araştırılmıştır. Liman devleti denetimi için "survivals gains" yöntemi kullanılarak kaza olasılığının düşürülmesi amaçlanmıştır. Ayrıca kaza verilerinin denetimler için bir faktör olması da önerilmiştir.
Knapp ve diğerleri (2011)	Accident Analysis and Prevention	Liman devleti denetimlerini risk azaltma ve kaza maliyet tasarruflarına dönüştürme perspektifinden analiz eden çalışmada ABD ve Avustralya liman devleti denetim verileri analiz edilmiş ve toplam kayıp maliyetinin önüne geçilmesi açısından liman devlet denetimi uygulamasının önemi vurgulanmıştır.
Cariou ve Wolff (2011)	Journal of Transport Economics and Policy	İki Değişkenli Probit modellerini kullanarak liman devleti denetim sonuçlarının gemilerin bayrak ve klas kuruluşu seçimi ya da değişimindeki etkisini incelemiştir..
Liou ve diğerleri (2011)	Government Information Quarterly	Tayvan'ın liman devleti denetimi otoritesinin bürokratik yapısına ilişkin önerilerde bulunmaktadır.
Knapp ve van de Velden (2011)	Transportation Research Part D- Transport and Environment	Uygunluk Analizi yöntemi kullanılarak küresel gemi risk profillerindeki değişiklikleri yasal gelişmeler ve sektör eylemleriyle ilişkilendirmenin yanı sıra genel güvenlik, can kaybı ve kirlilik risklerine açık alanları belirlenmesi amaçlanmıştır.

Araştırmacı/lar	Yayınlandığı Yer	Araştırmanın Kapsamı
Bang ve Jang (2012)	Ocean Development and International Law	Mutabakat zaptlarının operasyonel güçlü ve zayıf yönlerine odaklanılarak incelenmiştir.
Liu (2013)	Securing The Safety of Navigation in East Asia: Legal and Political Dimensions	Güney Çin Denizi bölgesinde, kıyı devletleri arasındaki egemenlik anlaşmazlıklarını kötüleştirmeden deniz çevresinin korunmasını iyileştirebilecek liman devleti kontrol sisteminin güçlendirilmesi hakkında bir öneri sunulmuştur.
Hanninen ve Kujala (2014)	Expert Systems with Applications	Gemilerde denetimler sonucu tespit edilen eksiklikler ve bu eksiklikler ile gemilerin deniz kazaları arasındaki ilişkisi Bayes Ağları ile incelenmiştir.
Witbooi (2014)	International Journal of Marine And Coastal Law	Açık denizlerde yasa dışı, kayıt dışı ve düzensiz balıkçılıkla mücadele kapsamında özellikle uygulama perspektifinden, bu amaca yönelik diğer mevcut düzenleyici çabalarla birlikte, “2009 FAO (Food and Agriculture Organization) Agreement on Port State Measures” üzerine incelemede bulunulmuştur.
Fan ve diğerleri (2014)	Transport Policy	Gemilerde bayrak seçiminde liman devleti denetimlerinin etkisini incelemek için Lloyd's gemi sicilinden alınan gemi sicil verilerini karşılık gelen liman devleti denetimleri ile birleştirerek, üç aşamalı bir En Küçük Kareler yöntemi çerçevesinde, kararların belirlenmesi için ikili bir Logit Modeli ve liman devleti denetim oranını açıklamak için doğrusal bir model geliştirilmiştir.
Hanninen ve diğerleri (2014)	Expert Systems with Applications	Bayes Ağları kullanılarak emniyet yönetiminin kazaya karışma durumuna etkisi gemi trafik hizmetleri ve liman devleti denetimlerinden elde edilen verilerle incelenmiştir.
Liu ve diğerleri (2014)	Marine Policy	Balast suyu yönetimindeki küresel eğilimi araştırmakta ve Tayvan'ın Balast Suyu Yönetimi Sözleşmesi'ne (BWM) yanıt olarak benimseyebileceği olası stratejileri liman devlet denetimi açısından da analiz etmekte, balast suyu sorunuyla ilgili olarak Tayvan'ın paydaşlarının bakış açısından tartışılmıştır.
Wright ve Welschmeyer (2015)	Journal of Marine Engineering and Technology	Liman devleti denetimi için BWM uygunluk değerlendirmesinde kıstasların oluşturulması konusunda uyumluluk potansiyeline sahip bazı biyolojik noktalar bir değerlendirilmiştir.
Cariou ve Wolff (2015)	Marine Policy	Standart altı gemileri daha verimli şekilde tespit edilmek ve gemilerin çok sayıda eksikliğe sahip olma (gemi tutulma riski yüksek olduğu için) olasılığını tahmin etmek için Quantil Regresyon yöntemi kullanılmıştır.
Grbic ve diğerleri (2015)	Pomorstvo-Scientific Journal of Maritime Research	2013-2014 yıllarında Paris MOU'nun yetkisi altındaki limanlarda denetlenen gemilerin tutulmaları için gerekçe olarak tespit edilen MLC-2006 ile ilgili eksiklikleri analiz edilmiştir.
Gollasch ve diğerleri (2015)	Marine Pollution Bulletin	BWM kapsamında, balast suyu numunelerinde gösterge niteliğinde yaşayan fitoplankton hücrelerinin incelenmesi hususunda liman devleti denetimi için tavsiyelerde bulunulmuştur.
Randic ve diğerleri (2015)	Brodogradnja	Liman devleti denetimleri kapsamında deniz seyir emniyet üzerinde etkisi olan gemi sisteminin bileşenleri analiz edilmiştir.
Swan (2016)	International Journal of Marine And Coastal Law	Yasa dışı, kayıt dışı ve düzensiz balıkçılıkla mücadele için liman devleti denetimi yetkisinin ve önlemlerinin bölge dışı erişimi de dahil olmak üzere küresel standartların geliştirilmesi ve ilerletilmesinde uluslararası araçların değerlendirilmesi, bölgesel balıkçılık yönetimi tarafından alınan önlemler ile açıklanmıştır.
Pineiro (2016)	International Journal of Marine and Coastal Law	Liman devleti denetimlerini sonuçları kapsamında liman devleti mahkemelerinin ve yerel çalışma mevzuatının MLC-2006 konularında hangi davalarda karar verdiğini tespit etmeye çalışılmıştır.
Kopela (2016)	Ocean Development and International Law	Deniz Hukuku ve yargı yetkisine ilişkin uluslararası kurallar ışığında, sınır ötesi etkiye sahip olabilecek önlemler açısından liman devleti yargı yetkisinin kapsamı ve sınırları incelenmiştir. Liman devletlerinin yargı yetkisini kullanma uygulamasının, küresel müştereklerin korunması için düzenleyici bir araç olarak

Araştırmacı/lar	Yayınlandığı Yer	Araştırmanın Kapsamı
		(ülke dışı) yargı yetkisinin kullanılmasına ilişkin gelişmelere katkıda bulunup bulunmadığını değerlendirilmiştir.
Churchill (2016)	International Journal of Marine and Coastal Law	Liman devletinin deniz emniyetin sağlanması ve kirliliğin önlenmesi ile ilgili olarak yabancı gemiler üzerinde yargı yetkisinin ne ölçüde ülke dışı nitelikte olduğu değerlendirilmiştir.
Ravira ve Piniella (2016)	WMU Journal of Maritime Affairs	Gemi denetim uzmanlarının mesleki profilinin denetim sonuçlarına etkisi incelenmiştir. İspanyol Denizcilik İdaresi'ne ilişkin bir vaka çalışması yürütülerek gemi denetim uzmanlarının profesyonel profilinin etkisi değerlendirilmiştir.
Serdy (2016)	International Journal of Marine and Coastal Law	2009 FAO Agreement on Port State Measures ve yabancı bayraklı balıkçı gemilerine uygulamaları üzerine değerlendirmelerde bulunulmuştur.
Ryngaert ve Ringbom (2016)	International Journal of Marine and Coastal Law	Liman devleti denetimi yetkisinin olumlu yönleri ve karşılaşılabilecek zorluklarla birlikte yargı yetkisinin hangi sınırlamalara tabi olduğu konusunda değerlendirme yapılmıştır..
Honniball (2016)	International Journal of Marine and Coastal Law	UNCLOS'un 92. Maddesi'nin zayıf şekilde ifade edilen ve tanımlanamayan 'münhasır bayrak devleti yargı yetkisi' ve liman devleti yetkisinin kapsamı incelenmiştir.
Kara (2016)	Sustainability	Türk Boğazları'ndan geçiş yapan gemilerin boğaz bölgesi için deniz emniyeti değerlendirmesi Karadeniz MOU denetim sonuçları kapsamında incelenmiştir.
Marten (2016)	International Journal of Marine and Coastal Law	Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi ve diğer denizcilik sözleşmelerinde benimsenen deniz bölgesi temelli yargı yetkisi yaklaşımına atıfta bulunarak, uğrak yapan yabancı gemilere liman devleti yargı yetkisinin kullanımını tartışılmıştır.
Akyuz ve diğerleri (2016)	Maritime Policy & Management	Belirli dönemlerde farklı mutabakat zaptları tarafından gerçekleştirilen CIC yangın emniyeti, ana ve yardımcı makine, can kurtarma araçları, çalışma koşulları ana eksikliklerinde karşılaşılan temel operasyonel konuları etkin bir şekilde kontrol etmeye ve deniz emniyetini sağlamaya yönelik bir amaç kapsamında Bulanık Hata Türü ve Etki Analizi (Failure Mode and Effects Analysis-FMEA) yöntemi kullanılmıştır.
Nikcevic (2018)	Sustainability	Karadağ'ın denizcilik endüstrisinin ve deniz ekosisteminin sürdürülebilirliğini sağlamak için Paris MOU'ya tam üye olması gerekliliği ve nedenleri açıklanmıştır.
Yang ve diğerleri (2018a)	Transportation Research Part E- Logistics and Transportation Review	Paris MOU'nun NIR kapsamında (özellikle şirket performansı kriteri eklenmesiyle) Bayes Ağı (BN) yöntemi dahilinde liman yetkilileri ve armatörler arasında stratejik bir Oyun Modeli analizi yapılmıştır.
Yang ve diğerleri (2018b)	Transportation Research Part A-Policy and Practice	Liman devleti denetimlerini etkileyen risk faktörlerini ve geminin tutulma olasılığını tahmin etmek için veri güdümlü BN tabanlı bir yaklaşım önerilmiş, bunun için, ilgili risk faktörlerini belirlemede 2005'ten 2008'e kadar yedi büyük Avrupa ülkesindeki dökme yük gemilerinin Paris MOU'daki denetim verileri kullanılmıştır.
Heij ve Knapp (2018)	Maritime Policy & Management	Gemi tipi, yaşı, boyutu, bayrağı ve sahibi gibi gemiye özgü diğer risk faktörlerine ek olarak, liman devleti denetimleri sırasında tespit edilen eksikliklerin gelecekteki kaza riskini tahmin etme durumunu analiz etmek için Logit Model uygulaması yapılmıştır.
Graziano ve diğerleri (2018a)	Transport Policy	Denetim raporlarında belirlenen temel eksiklikler ve gözlemler özetlenmiş, Avrupa'daki liman devleti denetimi ile ilgili bir dizi direktifin üye devletler tarafından uygun şekilde uygulanma durumu ve uyumlaştırma sürecine değinilmiştir.
Kara (2018)	International Journal of Maritime Engineering	Türk Boğazları bölgesindeki deniz emniyeti, bu bölgeden geçen bayrak devletlerinin liman devleti denetimlerindeki performansları esas alınarak oluşturulan tutulma ve eksiklik endeksleriyle değerlendirilmiştir.
Graziano ve diğerleri (2018b)	Marine Policy	Paris MOU denetim raporları incelenerek gemi denetim uzmanlarının geçmiş raporlarının denetim sonuçlarını etkileyip etkilemediğini araştırılmıştır.

Araştırmacı/lar	Yayınlandığı Yer	Araştırmanın Kapsamı
Bai ve Wang (2019)	Ocean Development and International Law	Balıkçı gemilerinin Polar Kod'a dahil edilmesi gerekliliği bildirilmiş ve pratik düzeyde devletlerin Paris MOU kapsamında kabul edilen Liman Devleti Denetim Görevlisi Kılavuz İlkelerinin uygulanmasını ve kutupları kapsayan farklı mutabakat zaptları arasında işbirliğini teşvik etmesi gerekliliği hakkında değerlendirmelerde bulunulmuştur.
Fan ve diğerleri (2019)	Proceedings of The Institution of Mechanical Engineers Part O-Journal of Risk and Reliability	Liman devleti denetiminde tespit edilen eksiklikler ile birlikte diğer faktörlerin gemi kazası üzerindeki etkisini geçmiş denetim raporları kullanarak BN aracılığıyla analiz edilmiştir.
Honniball (2019)	Asia-Pacific Journal of Ocean Law and Policy	Singapur Liman Devleti'nin IMO 2020 Yakıt Sülfür Sınırı ve açık döngü gaz yıkayıcı (scrubber) sistemleri üzerine kısıtlayıcı uygulamaları analiz edilmiştir
Wang ve diğerleri (2019)	Transportation Research Part B-Methodological	Liman Devletlerine gelen yüksek riskli yabancı gemileri belirlemek için veri güdümlü TAN yöntemiyle Hong Kong Limanı'na ait denetim raporları üzerine uygulanmıştır.
Chen ve diğerleri (2019)	Marine Policy	Çeşitli faktörlerin gemi tutulma durumunu ne kadar etkilediğini anlamak için geliştirilmiş entropi ağırlığına sahip Gri İlişkisel Analiz (GRA) modelini kullanarak Tokyo MOU kapsamında gemilerin alkonmasının ardındaki faktörleri analiz etmiştir.
Tsou (2019)	Journal of Marine Engineering and Technology	Tokyo MOU kapsamında tutulma eksikliklerini ve tutulma eksiklikleri ile dış etkenler arasındaki ilişkileri incelemek için Birliktelik Kuralı (Apriori Algoritması) uygulanmıştır.
Kara ve diğerleri (2020)	Proceedings of The Institution of Mechanical Engineers Part M-Journal of Engineering for the Maritime Environment	Bayrak devletlerinin liman devleti denetimleri performansları, liman devleti denetim rejimleri arasındaki benzerlikler, tutulma ve eksiklik oranları ve bayrak devletlerinin risk seviyeleri benzerlik matrisleri ve birleşik benzerlik matrisi kullanılarak Hiyerarşik Kümeleme yöntemi ile analiz edilmiştir.
Yuan ve diğerleri (2020a)	Journal of Marine Science and Engineering	Liman devleti denetimi sisteminin uygulanmasını etkileyen 4 ana ve 14 alt faktör Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ile analiz edilmiştir.
Kiltidou ve diğerleri (2020)	TRANSSNAV-International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation	Bayrak devletlerinin ulusal sicillerine kayıtlı gemileri denetlemedeki merkezi rolü anlatılmakla birlikte, liman devleti denetimi uygulamaları, denetimlerin etkinliği, ve uzaktan denetimler için gerekli ihtiyaçlar değerlendirilmiştir.
Xiao ve diğerleri (2020)	Marine Policy	Tokyo MOU tarafından yürürlüğe konulan NIR'in etkinliğini ve tutulma kararlarını analiz etmek için İkili Lojistik Regresyon ve Karar Ağacı uygulaması yapılmıştır.
Sanlier (2020)	Marine Policy	Karadeniz MOU kapsamında tutulan gemiler ve eksiklikleri analiz edilmiştir.
Yuan ve diğerleri (2020b)	Journal of Marine Science and Engineering	Denetimlerde zamandan bağımsız anormal durumları belirlemek amacıyla denetim eksikliklerinin kontrol çizelgelerini oluşturmak için Tayvan limanlarında uygulanan denetim raporları İstatistiksel Süreç Kontrolü (SPC) ile analiz edilmiştir.
Chung ve diğerleri (2020)	Maritime Policy & Management	Tayvan'ın limanlarındaki geçmiş denetim raporları kullanılarak gemi bilgileri ve eksiklikler arasındaki ilişkiler Birliktelik Kuralı (Apriori Algoritması) yöntemiyle analiz etmiştir.
Piniella ve diğerleri (2020)	WMU Journal of Maritime Affairs	Liman devleti denetimlerine ilişkin paydaş algılarını anket yöntemi ile analiz etmekle birlikte Avrupa Deniz Emniyeti Ajansı (EMSA), Paris MOU ve diğer bölgesel ve ulusal veri tabanları incelenmiştir.
Fu ve diğerleri (2020a)	Plos One	Tokyo MOU denetim raporlarından oluşan veri setindeki eksiklikler arasındaki karşılıklı korelasyonları keşfetmek ve gemi değişkenleri ile eksiklikler arasındaki ilişkileri de tespit etmek için Birliktelik Kuralı (Apriori Algoritması) yöntemi uygulanmıştır.
Ukic Boljat ve diğerleri (2020)	Sustainability	Kirliliğin önlenmesi ile ilgili tespit edilen eksiklikler ki kare yöntemi ile analiz edilmiştir.

Araştırmacı/lar	Yayınlandığı Yer	Araştırmanın Kapsamı
Yang ve diğerleri (2020)	Transport Policy	Paris MOU tarafından yürürlüğe konulan NIR uygulamasının performansı BN ile analiz edilmiştir.
Akyurek ve Bolat (2020)	European Transport Research Review	COVID 19 döneminde gemi denetiminin nasıl etkilendiği Paris MOU denetim raporları üzerinden GRA yöntemi ile analiz edilmiştir.
Fotteler ve diğerleri (2020)	Bmc Public Health	MLC-2006'nın denizciler üzerine etkisini liman devleti denetimleri aracılığıyla analiz edilmiştir.
Knapp ve Heij (2020)	Safety	Denetimler için gemilerin hedeflenmesinde ve gemiye özel denetim öncelik alanlarının belirlenmesinde bir risk tahmin modeli önermişlerdir.
Akpınar ve Sahin (2020)	Maritime Business Review	Denetim sonucunun olasılığını tespit etmek için Karadeniz MOU tutulma raporları Hata Ağacı Analizi (FTA) yöntemiyle analiz edilmiştir.
Fu ve diğerleri (2020b)	Mathematical Problems in Engineering	Gemi denetimindeki eksik türlerini belirlemek için öncelikle AHP uygulanmış, ardından da geminin tutulma olasılığını belirlemek için NB modeli önerilmiştir.
Honniball (2020)	Marine Policy	2017 Katar-Körfez Krizi'nde, Birleşik Arap Emirlikleri'nin, Bahreyn'in ve Suudi Arabistan'ın Katar ile ilgili uluslararası denizcilik üzerindeki kısıtlamalarının yasalığını analiz etmek için mevcut deniz hukuku çerçevesinde analizler yapılmıştır.
Dinis ve diğerleri (2020)	Reliability Engineering & System Safety	Paris MOU için denetim raporları kullanılarak bireysel gemilerin statik riskini karakterize etmek için olasılıksal bir yaklaşım modeli BN yöntemi kullanılarak geliştirilmiştir.
Yan ve diğerleri (2020)	Transportation Research Part B-Methodological	Gemi denetim sonucundaki eksiklik sayılarını tespit etmeye yönelik bir Rastgele Orman (Rsndom Forest-RF) modeli önerilmiştir.
Fan ve diğerleri (2020a)	Maritime Policy & Management	Liman devleti denetimlerinin gemi kazası üzerindeki ve bir sonraki denetimde gemi emniyet düzeyi üzerindeki etkisi geminin kendine özgü nitelikleri ve denetimler arasındaki zaman aralığı ile birlikte BN modeli ile analiz edilmiştir.
Ung ve diğerleri (2021)	Journal of Marine Science and Technology-Taiwan	Gemi denetim sistemi, sistem yapısı, mevzuat, mekanizmalar ve eğitim kalıpları açısından değerlendirilmiştir. Hiyerarşik Görev Analizi yapısı altında eksiklikler değerlendirilmiştir. Değer Odaklı Düşünme ve AHP yöntemlerine dayalı olarak iyileştirme alternatiflerinin bir listesi ve buna göre öncelikleri belirlenmiştir.
Tirrell ve Mendenhall (2021)	Ocean Development and International Law	Yolcu gemilerinde COVID 19 sürecinin etkisi ve riskli olan gemilere yönelik liman ve bayrak devleti sorumlulukları ile ilgili uluslararası hukukun mevcut durumu gözden geçirilmiştir.
Yan ve diğerleri (2021)	Maritime Policy & Management	Denetim verimliliğini artırmak için hem düzenli hem de düzensiz hattaki gemiler için koordineli bir denetim stratejisi önerilmiştir.
Bethel ve diğerleri (2021)	Marine Policy	Karayıplarda yasa dışı, kayıt dışı ve düzensiz balıkçılıkla mücadelede kullanılacak araçlar ve bu gereksinimleri karşılamak için yasal, insan kaynakları ve mali kapasite ihtiyacın bir değerlendirmesi yapılmıştır.
Akyurek ve Bolat (2021)	European Transport Research Review	Avrupa Birliği ülkelerinin Paris MOU'daki tutulma raporları analiz edilerek ülke risk profilleri oluşturulmuştur.
Nunez-Sanchez ve diğerleri (2021)	WMU Journal Of Maritime Affairs	Endüstriyel balıkçı gemisi filosunun liman devleti denetimi uygulamaları nicel olarak analiz edilmiştir.
Wang ve diğerleri (2021a)	Reliability Engineering & System Safety	Tokyo MOU denetim raporları kullanılarak denetimi etkileyen risk faktörleri arasındaki ilişki ve karşılıklı bağımlılığı analiz etmek için BN Modeli kullanılmıştır.
Qi ve Zhang (2021)	Journal of East Asia and International Law	Bayrak devleti ve liman devleti yargı yetkisi üzerine değerlendirmelerde bulunulmuştur.
Yan ve diğerleri (2021b)	Journal of Computational Science	Hong Kong limanlarında uygulanan liman devleti denetimleri üzerine Dengeli Rastgele Orman (BRF) sınıflandırma modeli ile denetim sonucu tahminlemesi geliştirilmiştir.
Kristic ve diğerleri (2021)	Nase More	Liman devleti denetimlerinde Elektronik Harita Gösterim ve Bilgi Sistemi'nin (ECDIS) kullanımının ne kadar başarılı bir

Araştırmacı/lar	Yayınlandığı Yer	Araştırmanın Kapsamı
		şekilde izlendiğini analiz etmek için anket uygulaması yapılmış ve denetim sonuçları analiz edilmiştir.
Xiao ve diğerleri (2021)	Transport Policy	Mutabakat zaptları tarafından uygulanan denetim rejiminin denetim verimliliğini değerlendirmek ve karşılaştırmak için Super-Slacks-Based Measure ve Malmquist Production Index yöntemleri kullanılmıştır.
Shen ve diğerleri (2021)	Journal of Marine Science and Engineering	Tokyo MOU denetim raporlarını analiz ederek standart riskli bir gemi kategorisindeki hedef gemilerin gizli riskini belirlemek için Bulanık Önem-Performans Analizi ve Technology for Order Preference by Similarity to the Ideal Solution (TOPSIS) yöntemleri kullanılarak bir seçim sistemi geliştirilmiştir.
Osman ve diğerleri (2021)	Asian Journal of Shipping and Logistics	Malezya limanlarına uğrak yapan gemilerin tiplerine göre nasıl performans gösterdiğini analiz etmek için GRA modeli ve Entropi Ağırlık Metodu yöntemlerinin kombinasyonu gemi denetim raporları üzerine uygulanmıştır.
Uygur ve Bolat (2021)	Journal of Eta Maritime Science	Paris MOU kapsamında denetime giren Türk Bayraklı gemilerin denetim sonuçları Zaman Serisi yöntemi ile analiz edilmiştir.
Yu ve diğerleri (2021)	Reliability Engineering & System Safety	Gemi risk profilini ve deniz trafik akışının özellikleriyle ilgili coğrafi bağımlı risk faktörlerini ve geminin seyir riskini etkileyen diğer yerel özellikleri dikkate alarak, bir geminin riskini değerlendirmek için Bayes Ağı modeli geliştirmiştir.
Yan ve diğerleri (2021c)	Transportation Research Part B-Methodological	Liman devleti denetimi için sınırlı denetim kaynaklarının en uygun şekilde nasıl tahsis edilmesi için gemi profil faktörleri, dinamik faktörleri ve muayene geçmiş faktörlerini kullanarak gemi eksiklik sayısını doğru şekilde tahmin etmek için bir XGBoost Modeli geliştirilmiştir.
Prieto ve diğerleri (2021)	Mathematics	Paris MOU denetimleri kapsamında açıklayıcı değişkenler olarak denetlenen geminin özellikleri Çok Değişkenli İstatistiksel Bilgi Sistemi yöntemi kullanılarak analiz edilmiş ve mutabakat zaptının ve klas kuruluşlarının raporlarıyla kıyaslanmıştır.
Bolat ve Alpaslan (2021)	Transactions on Maritime Science-TOMS	En sık denetlenen ve tutulan gemilerin bayrak devletlerinin belirlenmesinin yanı sıra geçmiş yıllardaki denetim ve tutulmalara göre farklılık ve benzerliklerin ortaya konulması amacıyla 2019 yılında Paris MOU kapsamındaki denetim sonuçları ülkeler ve bölgeler bazında incelenmiştir.
Yan ve diğerleri (2021d)	Asia-Pacific Journal of Operational Research	Gemilerde tespit edilen eksikliklerin ilişkileri Birlikte Kuralı (Apriori Algoritması) ile analiz edilmiştir.
Yang ve diğerleri (2021)	Reliability Engineering & System Safety	Gemi tutulmasını etkileyen faktörlerin etkisini araştırmak ve tutulma olasılığını tahmin etmek için Bayes Ağı ve TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemleri entegre edilmiştir.
Osman ve diğerleri (2021b)	Maritime Policy & Management	Malezya limanlarına uğrak yapan gemilere uygulanan liman devleti denetimlerinde tespit edilen eksiklikler ve gemi profil bilgileri Birlikte Kuralı (Apriori Algoritması) yöntemi ile analiz edilmiştir.
Wu ve diğerleri (2022)	Maritime Policy & Management	Önemli gemi eksikliklerinden yararlanılarak Destek Vektör Makinesi (SVM) tabanlı gemi tutulma olasılığını tahmin edecek bir model önerilmiştir.
Derrig (2022)	International Journal of Marine And Coastal Law	Avrupa Birliği (AB) üye devletlerinin limanlarında liman devleti yetkisi temelinde yürütülen denetim görevlerini yerine getirmek için otonom denetim uygulamasının kullanılma olasılığı incelenmiştir.
Yan ve diğerleri (2022b)	Transport Policy	Denetim verileri analiz edilerek küresel ve bölgesel mutabakat zaptlarının denetimi durumlarının COVID 19 pandemisinden etkilenme durumu detaylı şekilde incelenmiştir.
Liu ve diğerleri (2022)	Reliability Engineering & System Safety	Paris MOU denetim verileri BN ile analiz edilerek tutulma riski incelenmiştir.
Fan ve diğerleri (2022b)	Reliability Engineering & System Safety	Tokyo MOU'dan elde edilen 17 ana eksiklik alanını analiz etmek için Açıklayıcı Faktör Analizi kullanılmıştır. Ayrıca,

Araştırmacı/lar	Yayınlandığı Yer	Araştırmanın Kapsamı
		dinamik gemi kusur seviyeleri göz önünde bulundurularak gemi kaza modeli BN yöntemi kullanılarak oluşturulmuştur.
Chuah ve diğerleri (2022)	Chemosphere	Tokyo MOU denetim verileri kullanılarak her bir risk faktörünün tutulmadaki eksiklik sayısı üzerindeki etkisini tespit etmek için nitel ve nicel analizler yapılmış ve risk faktörleri ile tutulma eksikliği türü arasındaki ilişki incelenmiştir.
Chen ve diğerleri (2022)	Marine Policy	Paris MOU denetim verileri kullanılarak ana gemi türleri üzerindeki eksikliklerin etki derecesini etkin bir şekilde belirlemek ve tutulma eksikliklerinin risk seviyesini belirlemek amacıyla bir risk değerlendirme matrisi oluşturulmuş ve eksiklikler arasındaki ilişki Birliklilik Kuralı (CARMA Algoritması) ile analiz edilmiştir.
Yan ve Wang (2022)	Electronic Research Archive	Her bir eksiklik kodu altında tanımlanan eksikliklerin sayısına bağlı olarak geminin tutulmasını tahmin etmeyi ve bunların her birinin tutulma kararını nasıl etkilediğini keşfetmeyi amaçlayan bir model Hong Kong limanlarında yapılmış denetim verilerini kullanarak İzolasyon Ormanı yöntemiyle geliştirilmiştir.
Gan ve diğerleri (2022)	Journal of Marine Science and Engineering	Bayrak devleti denetiminde çok kaynaklı bilgiyi entegre etmek için bilgi grafiği teknolojisi kullanılmıştır.
Kara (2022)	Marine Policy	Liman devleti denetimine dayalı olarak bayrak devletlerinin deniz emniyeti performansını değerlendirme doğrultusunda bir liman devleti rejimindeki performans değerlendirmesi TOPSIS yöntemi kullanılarak yapılmıştır.
Yan ve diğerleri (2022c)	Maritime Policy & Management	Farklı mutabakat zaptlarında kullanılan ve mevcut literatürde önerilen gemi hedef sistemi yöntemleri analiz edilerek avantajlı ve dezavantajlı yönlerini incelenmiştir.
Kostovic ve diğerleri (2022)	Pomorstvo-Scientific Journal of Maritime Research	Konteyner gemileri özelinde aynı dönemlerde farklı denetim rejimlerindeki gemi denetim sayısı ve tutulma oranları incelenerek karşılaştırılmıştır.
Fan ve diğerleri (2023)	Maritime Policy & Management	Sülfür Emisyon Kontrol Alanları'nın (SECA) kurulmasının liman devleti denetim sonuçları üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Ek 8: Gemi Denetimi Üzerine Yapılmış Veri Madenciliği Araştırmaları

Araştırma Adı	Araştırmacı/lar	Yıl	Dergi	Kullanılan Yöntem	Veri Kaynağı
A risk-based game model for rational inspections in port state control	Yang ve diğerleri	2018	Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review	BN	Paris MOU
Realising advanced risk-based port state control inspection using data-driven Bayesian networks	Yang ve diğerleri	2018	Transportation Research Part A: Policy and Practice	BN	Paris MOU
Association rule learning to improve deficiency inspection in port state control	Chung ve diğerleri	2019	Maritime Policy & Management	BirlikteKik Kuralı (Apriori)	Tokyo MOU
Big data analysis of port state control ship detention database	Tsou	2019	Journal of Marine Engineering & Technology	BirlikteKik Kuralı (Apriori)	Tokyo MOU
Development of a non-parametric classifier: Effective identification, algorithm, and applications in port state control for maritime transportation	Wang ve diğerleri	2019	Transportation Research Part B: Methodological	TAN	Tokyo MOU
A semi-“smart predict then optimize” (semi-SPO) method for efficient ship inspection	Yan ve diğerleri	2020	Transportation Research Part B: Methodological	RF	Tokyo MOU
Comparative analysis of the impact of new inspection regime on port state control inspection	Yang ve diğerleri	2020	Transport Policy	BN	Paris MOU
Mining ship deficiency correlations from historical port state control (PSC) inspection data	Fu ve diğerleri	2020	PLoS ONE	BirlikteKik Kuralı (Apriori)	Tokyo MOU
Ship detention situation prediction via Optimized Analytic Hierarchy Process and Naïve Bayes Model	Fu ve diğerleri	2020	Mathematical Problems in Engineering	BN	Tokyo MOU
The effectiveness of the New Inspection Regime for port state control: Application of the Tokyo MOU	Xiao ve diğerleri	2020	Marine Policy	LR, DT	Tokyo MOU
Effectiveness of port state control inspection using Bayesian network modelling	Fan ve diğerleri	2020a	Maritime Policy & Management	BN	Tokyo MOU
An artificial intelligence model considering data imbalance for ship selection in port state control based on detention probabilities	Yan ve diğerleri	2021	Journal of Computational Science	RF	Tokyo MOU
An integrated dynamic ship risk model based on Bayesian Networks and Evidential Reasoning	Yu ve diğerleri.	2021	Reliability Engineering & System Safety	BN	Paris MOU
Incorporation of deficiency data into the analysis of the dependency and interdependency among the risk factors	Wang ve diğerleri	2021b	Reliability Engineering & System Safety	BN	Tokyo MOU

Araştırma Adı	Araştırmacı/lar	Yıl	Dergi	Kullanılan Yöntem	Veri Kaynağı
influencing port state control inspection					
Ship detention prediction via feature selection scheme and support vector machine (SVM)	Wu ve diğerleri	2021	Maritime Policy & Management	SVM	Tokyo MOU
Using Bayesian network-based TOPSIS to aid dynamic port state control detention risk control decision	Yang ve diğerleri	2021	Reliability Engineering & System Safety	BN	Paris MOU
Association rule mining for identification of port state control patterns in Malaysian ports	Osman ve diğerleri	2021	Maritime Policy & Management	Birliktelik Kuralı (Apriori)	Tokyo MOU
Development of two highly-efficient and innovative inspection schemes for PSC inspection	Yan ve diğerleri	2021	Asia-Pacific Journal of Operational Research	Birliktelik Kuralı (Apriori)	Tokyo MOU
Impacts of dynamic inspection records on port state control efficiency using Bayesian network analysis	Fan ve diğerleri	2022b	Reliability Engineering & System Safety	BN	Tokyo MOU
BN-based port state control inspection for Paris MOU: New risk factors and probability training using big data	Liu ve diğerler	2022	Reliability Engineering & System Safety	BN	Paris MOU
Risk analysis of ship detention defects based on association rules	Chen ve diğerleri	2022	Marine Policy	Birliktelik Kuralı (CARMA)	Paris MOU
Ship detention prediction using anomaly detection in port state control: model and explanation	Yan ve Wang	2022	Electronic Research Archive	RF	Tokyo MOU

Ek 9: Birliktelik Kuralı ve Naive Bayes Sınıflayıcılar Kullanılarak Yapılan Denizcilik Çalışmaları

Yazarlar	Yayınlandığı Yer	Araştırma Alanı	Yöntem	Araştırmanın Kapsamı
Ng ve diğerleri (1998)	ACM SIGMOD Record	Liman Müşteri İlişkileri	ARM	Müşteri sadakatini ölçmek ve onların ayrılma olasılıklarını tahmin etmek amaçlanmıştır.
Tsou (2010)	The Journal of Navigation	Otomatik Tanımlama Sistemi (AIS)	ARM	Büyük miktarda AIS gözlem verisindeki gizli ve değerli bilgilerin keşfedilmesini kolaylaştırmak için Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS), veri tabanı yönetim sistemleri, veri ambarı ve veri madenciliği gibi teknolojileri entegre edilmiştir.
Zhu (2011)	2nd IEEE International Conference on Emergency Management and Management Sciences	Otomatik Tanımlama Sistemi (AIS)	ARM	Büyük miktarda AIS verisindeki gizli ve değerli bilgilerin keşfedilmesini kolaylaştırmak için Elektronik Harita Sistemi (ECS), veri tabanı yönetimi, Veri Ambarı (DW) ve Veri Madenciliği (DM) teknolojilerini uygulanmıştır.
Kelangath ve diğerleri (2012)	Ships and Offshore Structures	Deniz Kazaları	NB	Deniz kazalarının risk analizinde farklı veriye dayalı Bayes yöntemleriyle geliştirilen modellerin karşılaştırması yapılmıştır.
Deng ve diğerleri (2014)	International Conference on Multisensor Fusion and Information Integration for Intelligent Systems	Otomatik Tanımlama Sistemi (AIS)	ARM	Gemilerin hareket modellerini keşfetmek için AIS verileri analiz edilmiştir.
Teng ve Liu (2014)	Signal, Image and Video Processing	Gemi Tespit/Takip	NB	Rastgele projeksiyonlar aracılığıyla çok ölçekli gemi takibi modeli önerilmiştir.
Rodriguez Garcia ve diğerleri (2015)	Promet Traffic&Transportation	Liman Planlaması	Bayes/K2	Konteyner terminallerinde liman planlama etkinliğini etkileyen faktörleri kullanarak bir model önerisinde bulunulmuştur.
Triepels ve diğerleri (2015)	Computer Information Systems and Industrial Management	Denizyolu Taşımacılığında Dolandırıcılık Tespiti	NB, TAN	Tedarik zinciri verilerinden belge sahtekarlığını tespit edecek ve taşıma işleri komisyoncularının (freight forwarder) kullanabilecekleri bir model önerilmiştir.
Montewka ve diğerleri (2015)	Cold Regions Science and Technology	Buz Seyri	NB	Buz özelliklerinin etkisine dayalı olarak bir geminin hız ve buzda sıkışma olasılığını

Yazarlar	Yayınlandığı Yer	Araştırma Alanı	Yöntem	Araştırmanın Kapsamı
				tahmin eden bir model önerilmiştir.
Awad-Nunez ve diğerleri (2016)	Transportation Research Procedia	Liman Sürdürülebilirliği	Bayes/K2	Kuru yük liman lokasyonunun sürdürülebilirliğini etkileyen değişkenler ve bu sürdürülebilirliğin nasıl değerlendirilebileceği araştırılmıştır.
Ma ve diğerleri (2016)	Ocean Engineering	Deniz Radar Hedefleri	Bayes/K2	Radar görüntülerinde yakalanan çok sayıda sinyalden hareket eden gemileri belirlemek için Bayes Ağı tabanlı bir metodoloji geliştirilmiştir.
Chengtao ve diğerleri (2016)	IEEE International Conference on Information and Automation (ICIA)	Gemi Makineleri	ARM	Gemi dizel motoru arıza tespitinin doğruluk oranını arttırmak için Destek Vektör Makinesi (SVM) yöntemini birliktelik kuralı madenciliği ile birleştiren yeni bir arıza tespit yaklaşımı önerilmiştir.
Serrano ve diğerleri (2017)	World Scientific News	Liman Planlaması	Bayes/K2	Liman planlaması ve yönetimini etkileyen faktörler kullanılarak bir model geliştirilmiştir.
Abdolshah ve diğerleri (2017)	Expert Systems With Applications	Konteynerlerde Güvenlik	TAN	Konteynerin gerçek içeriğin tespit edilmesi ve güvenlik riskini azaltmak için, denetim hatlarında konteynerlerin X-Ray görüntülerinin sınıflandırılmasına yönelik bir model geliştirilmiştir.
Zhen ve diğerleri (2017)	The Journal of Navigation	Rota Tahminlemesi	NB	AIS verileri kullanarak gemi rota kümelemesi ve Naïve Bayes sınıflandırıcısına dayalı kıyı sularında deniz anomalisi tespiti üzerine bir model önerilmiştir.
Zhao-Kun ve diğerleri (2017)	Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology	Gemi Tespit/Takip	NB	AIS verileri kullanarak gemi anormal davranış tespiti için bir model önerilmiştir.
Serrano ve diğerleri (2018)	Transport Policy	Liman Planlaması	Bayes/K2	İspanya'daki 40 limanın verileri incelenerek liman planlaması ve yönetimi üzerine bir model geliştirilmiştir.
Serrano ve diğerleri (2018b)	Logistics	Sürdürülebilir Liman Klanlaması	Bayes/K2	Sürdürülebilir liman planlama ve yönetimini incelemek için İspanya'daki limanların verileri üzerinden bir model geliştirilmiştir.

Yazarlar	Yayınlandığı Yer	Araştırma Alanı	Yöntem	Araştırmanın Kapsamı
Adedigba ve diğerleri (2018)	Journal of Petroleum Science and Engineering	Açık Deniz Sondaj Operasyonları	TAN	Açık deniz sondaj operasyonlarında zamana bağlı tepme olasılığını tahmin etmek için bir risk analiz metodolojisi önerilmiştir.
Yang ve diğerleri (2018)	IOP Conference Series: Earth and Environmental Science	Deniz Kazaları	ARM	Zhejiang bölgesindeki kaza raporları kullanılarak deniz kazalarının nedenlerini analiz etmek ve seyir güvenliğini arttırmak için gemilerin denizdeki riskleri ve etki faktörleri incelenmiştir.
Sun ve diğerleri (2018)	<i>Polish Maritime Research</i>	Deniz Suyu Kalitesi	ARM	Fotoelektrik sensör ağı tarafından izlenen deniz suyu kalitesi izleme verilerinden potansiyel bilgilerin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.
Watawana ve Caldera (2018)	th International Conference on Soft Computing 5 and Machine Intelligence	Deniz Kazaları	NB	AIS veri setini kullanarak ramak kala çatışma durumları incelenmiştir.
Liu ve diğerleri (2018)	2018 Tenth International Conference on Advanced Computational Intelligence (ICACI)	Deniz Emniyeti Bilgilendirmeleri	NB	Denizcilerin aldıkları mesajların temasının yapay olarak belirlenebilmesi için çeşitli makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak karşılaştırılmıştır.
Krüger (2018)	21st International Conference on Information Fusion (FUSION)	Otomatik Tanımlama Sistemi (AIS)	NB	AIS veri kümelerine dayanarak oluşturulan sınıflandırma yöntemleri birbiriyle karşılaştırılmış ve doğruluk parametreleri açısından değerlendirilmiştir.
Serrano ve diğerleri (2019)	Journal of KONES Powertrain and Transport	Deniz Kirliliği/Emisyon	Bayes/K2	Kısa denizyolu taşımacılığında sınıflandırılmış doğal gaz taşıma kararıyla ilgili değişkenler belirlemiş ve bu değişkenleri kullanarak bir model geliştirilmiştir.
Wang ve diğerleri (2019)	Transportation Research Part B	Liman Devleti Denetimleri	TAN	Liman devleti denetimi makamlarına gelen yüksek riskli gemileri belirlemek için Tokyo MoU'ya ait 300 gemi denetim sonucu analiz edilerek bir model önerilmiştir.
Wang ve diğerleri (2019b)	The 5th International Conference on Transportation Information and Safety	Otomatik Tanımlama Sistemi (AIS)	NB	AIS verileri kullanılarak geminin tarihsel rotasını otomatik olarak sınıflandırmaya ve geminin yörüngesini tahmin etmeye yönelik bir gemi rota

Yazarlar	Yayınlandığı Yer	Araştırma Alanı	Yöntem	Araştırmanın Kapsamı
				sınıflandırma algoritması önerilmiştir.
Sahin ve diğerleri (2019)	Journal of Environmental Management	Deniz Seviyesinin Yükselmesi-Kıyı Erozyonu	NB, TAN	Deniz seviyesindeki yükselmenin neden olduğu kıyı erozyonunun olasılıksal bir tahminlemesinin yapılması ve uyum önlemlerinin etkilerinin değerlendirilmesi için bir model geliştirilmiştir.
Lehikoinen ve diğerleri (2019)	Ecological Indicators	Kıyı Balıkçılığı	TAN	Baltık Denizi'ndeki kıyı balık toplulukları içerisindeki çevre-gösterge ilişkilerini incelemek için bir model önerilmiştir.
Tsou (2019)	Journal of Marine Engineering & Technology	Liman Devleti Denetimleri	ARM	Liman devleti denetimi sonucu tutulma eksiklikleri ile dış faktörler arasındaki ilişkiler ve tutulma eksiklikleri arasındaki ilişkiler incelenmiştir.
Weng ve Li (2019)	Journal of Transportation Safety & Security	Deniz Kazaları	ARM	Deniz kazalarını etkileyen faktörleri analiz etmek için Fujian bölgesindeki deniz kazaları analiz edilmiştir.
Changhai ve Shenping (2019)	Cluster Computing	Deniz Kazaları	ARM	Deniz kazalarında rol oynayan birçok faktör arasındaki potansiyel nedensel ilişkileri belirlemek için Çin'de meydana gelen 894 deniz kazası analiz edilmiştir.
Wei (2019)	Computer Life	Deniz Kazaları	NB	Deniz kazalarının şiddetini tahmin etmek için 267 deniz kazası raporu kullanılarak bir model geliştirilmiştir.
Song ve diğerleri (2020)	Applied Science	Denizyolu Taşımacılığında Kargo Hırsızlığı/Dolandırıcılık Tespiti	Bayes/K2	Limanlarda dökme yük hırsızlığını tespit etmek için veri odaklı yaklaşım ile tahmine dayalı bir model geliştirilmiştir.
Jiang ve diğerleri (2020)	Maritime Policy & Management	Deniz Kazaları	Bayes/K2	Deniz İpek Yolu'nun ana rotası üzerindeki deniz kazaları incelenerek bir risk analizi yapılmıştır.
Serrano ve diğerleri (2020)	Environmental and Sustainability Indicators	Liman Sürdürülebilirliği	Bayes/K2	Liman otoritelerinin sürdürülebilirlik unsurlarının liman sürdürülebilirliği üzerindeki etkisi ve ilişkisi incelenmiştir.
Jiang ve Lu (2020)	Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review	Deniz Güvenliği	Bayes/K2	Güneydoğu Asya'da gemilerin korsanlar tarafından saldırıya uğrama veya kaçırılma olasılığını tahmin etmek için bir model önerilmiştir.
Van Nguyen ve diğerleri (2020)	Transportation Research Part E	Liman Lokasyonu	ARM	Büyük ölçekli bir iç ulaşım sisteminde kuru yük limanların konumlanması ve hizmet alanlarını optimize

Yazarlar	Yayınlandığı Yer	Araştırma Alanı	Yöntem	Araştırmanın Kapsamı
				etmek için veri madenciliği ve karmaşık ağ teorisini birleştiren iki aşamalı bir yaklaşım önerilmiştir.
Chung ve diğerleri (2020)	Maritime Policy & Management	Liman Devleti Denetimleri	ARM	Liman devleti denetimleri için potansiyel değerli bilgileri çıkarmak için Tayvan'ın büyük limanlarındaki geçmiş liman devleti denetimleri analiz edilmiştir.
Shanshan ve diğerleri (2020)	Chinese Journal of Polar Research	Deniz Kazaları	ARM	Arktik sularda 2008'den 2017'ye kadar olan deniz kazası kayıtları kullanılarak gemi ve kaza özellikleri arasındaki gizli ilişkiler incelenmiştir.
Fu ve diğerleri (2020)	Plos One	Liman Devleti Denetimleri	ARM	Tokyo MOU'dan elde edilen veri seti üzerinden gemi eksiklikleri arasındaki karşılıklı korelasyonları keşfetmek için bir model önerilmiştir.
Fu ve diğerleri (2020b)	Mathematical Problems in Engineering	Liman Devleti Denetimleri	NB	Gemi major eksikliği ile gemi tutulma durumu arasındaki ilişkiyi belirlemeye ve tahmin etmeye yönelik bir model önerilmiştir.
Wang ve Yin (2020)	Maritime Policy & Management	Risk Değerlendirmesi	ARM	Çin iç su taşımacılığı risk değerlendirmesi yapmak için 536 iç kaza raporu analiz edilmiştir.
Fan ve diğerleri (2019)	Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability	Deniz Kazaları	NB	Deniz kazalarını etkileyen risk faktörlerini analiz etmek için NB tabanlı bir risk analizi yaklaşımı önerilmiştir.
Fan ve diğerleri (2020b)	Reliability Engineering and System Safety	İnsan Hatası	TAN	Farklı risk faktörlerinin, bireysel veya birleşik bir şekilde, insan kaynaklı deniz kazalarının farklı türleri üzerinde nasıl bir etki yarattığını araştırılmıştır.
Fan ve diğerleri (2020c)	Ocean Engineering	İnsan Hatası	TAN	İnsan faktörü perspektifinden deniz kazalarını önleme stratejisi için gelişmiş bir metodoloji önerilmiştir.
Lo Duca ve Marchetti (2020)	Journal of Systems and Information Technology	Rota Tahminlemesi	NB	Gemi rota tahminlemesi için çeşitli makine öğrenmesi algoritmaları karşılaştırılmıştır.
Tsaganos ve diğerleri (2020)	WMU Journal of Maritime Affairs	Gemi Makineleri	NB	Gemi makine arızası algılaması ve tespitinin iyileştirilmesi için çeşitli makine öğrenmesi algortimaları karşılaştırılmıştır.

Yazarlar	Yayınlandığı Yer	Araştırma Alanı	Yöntem	Araştırmanın Kapsamı
Altarriba ve Halonen (2020)	Journal of Maritime Research	Enerji	TAN	Gemilerin enerji tüketimini etkileyen değişkenler kullanılarak bir model önerilmiştir.
Hathikal ve diğerleri (2020)	SN Applied Sciences	Taşımacılık Süresi	NB	Gönderici, taşıyıcı, nakliyeciler ve alıcı gibi farklı paydaşların çıkarları göz önünde bulundurularak, deniz ithalat yükleri için makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak taşıma süresini tahmin edecek bir model geliştirilmiştir.
Liu ve diğerleri (2021)	Ocean&Coastal Management	Deniz Kazaları	Bayes/K2 , TAN	Deniz kazalarına neden olan faktörleri belirlemek ve denizcilik yöneticilerine ve denizcilere kapsamlı bir öneri sunmak için bir model geliştirilmiştir.
Zhao ve diğerleri (2021)	Sustainability	Otonom Gemiler	Bayes/K2	Yangtze Nehri'ndeki deniz kazalarının olası nedenleri incelenerek, kazaların önlenmesi konusunda özellikle otonom gemiler için bir rehber oluşturmak amaçlanmıştır.
Çakır ve diğerleri (2021)	Transportation Research Part D	Deniz Kirliliği	TAN	Olası gemi kazalarındaki petrol sızıntısı şiddetini tahmin etmek için Amerika sularında meydana gelen gemi kazaları kullanılarak veriye dayalı bir model önerilmiştir.
Çakır ve diğerleri (2021b)	Reliability Engineering and System Safety	Deniz Kazaları	ARM	Toplam 477 kaza raporuna çeşitli birliktelik kuralı madenciliği algoritmaları kullanılarak römorkör kazalarını etkileyen faktörler arasındaki ilişkiler incelenmiştir.
Osman ve diğerleri (2021)	Maritime Policy & Management	Liman Devleti Denetimleri	ARM	Malezya'daki denetim modelini belirlemek ve denetim yeri, bayrak devleti, eksiklik sayısı, tutulma durumu ve gemi risk profili arasındaki ilişkiyi belirlemek için liman devleti denetim verileri kullanılmıştır.
Zhou ve diğerleri (2021)	Transport Policy	Sürdürülebilirlik	ARM	Konteyner taşımacılığı şirketlerinin sürdürülebilirlik raporlarındaki gizli ilkeleri keşfetmek ve konteyner taşımacılığı endüstrisinin sürdürülebilirlik açıklaması için birleşik bir çerçeve önerilmiştir.

Yazarlar	Yayınlandığı Yer	Araştırma Alanı	Yöntem	Araştırmanın Kapsamı
Veerappa ve diğerleri (2021)	International Conference on Pattern Recognition	Gemi Emniyet Alanı (Ship Domain)	ARM	Gemi emniyet alanındaki zaman serisi sınıflandırıcılarını açıklamak için birliktelik kuralı yöntemleri uygulanmıştır.
Jia ve Zhang (2021)	Reliability Engineering and System Safety	Risk Değerlendirmesi	ARM	Bilgi riski olaylarının diğer riskleri uyarmadaki rollerini ampirik olarak inceleyerek denizcilikte lojistik hizmet risklerini azaltmak için bir erken uyarı modeli oluşturulmuştur.
Chintalapudi ve diğerleri (2021)	International Journal of Information Management Data Insights	Gemi İnsanlarının Sağlığı	NB	Gemide meydana gelen tıbbi sorunlar hakkında daha iyi bilgi sağlayabilmek için İtalyan Telemedikal Deniz Yardım Sistemi'ndeki tıbbi belgeler kullanılarak metin madenciliği uygulaması yapılmıştır.
Wang ve diğerleri (2021)	Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments	Gemi Tespit/Takip	NB	Uydu görüntüleri kullanılarak gemi tespiti için çeşitli makine öğrenmesi algoritmaları kullanılmıştır.
Sevgili ve diğerleri (2022)	Journal of Cleaner Production	Deniz Kirliliği	Bayes/K2	USCG verileri incelenerek deniz kirliliğine neden olan faktörler incelenmiş ve kirlilik tahminelemesi üzerine bir model geliştirilmiştir.
Kamal ve Çakır (2022)	Applied Ocean Research	Deniz Kazaları	TAN	İstanbul Boğazı'nda meydana gelen kazalar analiz edilerek hem kazaları etkileyen önemli değişkenler tespit edilmesi amaçlanmış hem de kaza türlerine göre bir model geliştirilmiştir.
Lan ve diğerleri (2022)	Reliability Engineering and System Safety	Deniz Kazaları	ARM	Risk faktörleri arasındaki ilişkiyi araştırmak, çatışma kazalarının ciddiyetini tahmin etmek ve kritik risk faktörlerini belirlemek için Birliktelik Kuralı Madenciliği'ni (ARM), Karmaşık Ağ (CN) ve Rastgele Orman (RF) yöntemlerini entegre eden veriye dayalı bir yaklaşım önerilmiştir.
Lan ve diğerleri (2022b)	Reliability Engineering and System Safety	İnsan Hatası	ARM	Emniyetsiz fiillerinin ve bunlara neden olan faktörler arasındaki ilişki incelenmiştir.
Da Silva ve diğerleri (2022)	Remote Sensing	Görüntü İşleme	NB	Radar görüntüleri kullanılarak petrol platformu sınıflandırması için makine öğrenmesi teknikleri karşılaştırmıştır.

Yazarlar	Yayınlandığı Yer	Araştırma Alanı	Yöntem	Araştırmanın Kapsamı
Hashi ve diğerleri (2022)	Advances on Intelligent Informatics and Computing: Health Informatics, Intelligent Systems, Data Science and Smart Computing	Gemi Tespit/Takip	NB	Farklı yapay zeka ve makine öğrenmesi teknikleri uygulanarak gemileri tespit edebilen bir model önerilmiştir.
Lan ve diğerleri (2023)	Reliability Engineering and System Safety	Deniz Kazaları	ARM	Tam zıya ile sonuçlanan deniz kazalarında yer alan önemli ilişkileri tespit etmek için 1554 deniz kazası analiz edilmiştir.

Ek 10: Araştırmanın Etik Kurul Onayı

HİZMETE ÖZEL

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
HUKUK MÜŞAVİRLİĞİ

Sayı : E-87347630-659-104346
Konu : Coşkan SEVGİLİ

ACELE
04.09.2021

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 11.08.2021 tarih ve E-57485104-300.99-94722 sayılı yazınız.

İlgide kayıtlı yazınıza istinaden Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma ve Yayın Etik Kurulunun 19.08.2021 tarihli toplantısında alınan 3 sayılı karar ile Enstitünüz Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı Denizcilikte Emniyet, Güvenlik ve Çevre Yönetimi doktora programı öğrencisi Coşkan SEVGİLİ'nin "Gemi Denetim Sonuçlarının Veri Madenciliği Yöntemleriyle Analizi" başlıklı tez çalışması kapsamında uygulayacağı mülakat/anket/uygulama çalışmasının etik açıdan uygun olduğuna karar verilmiş olup, alınan karar Makamımızca onaylanmıştır.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr. Nükhet HOTAR
Rektör

Ek 11: Değişkenlerin Belirlenmesi İçin Uzmanlarla Yapılan Görüşme Formu

Değerli Katılımcı,

Bu anket formu “Gemi Denetim Sonuçlarının Veri Madenciliği Yöntemleriyle Analizi” başlıklı doktora tezi kapsamında oluşturulmuştur ve denetimlerin sonucunu etkileyen değişkenleri tespit etmeyi amaçlamaktadır. Bu çalışmaya katılmanız durumunda araştırmacı ile yapacağınız görüşme ortalama on (10) dakika sürecektir. Araştırmaya katılımınız tamamen gönüllük esasına dayanmaktadır. Görüşme formunda sizden kimlik belirleyici bir bilgi istenmemektedir ve yanıtlarınız gizli tutulacaktır. Görüşme formu liman devleti denetimlerinin sonucunu etkileyebilecek değişkenlerin belirlendiği ve katılımcıların profil bilgilerinin istendiği iki bölümden oluşmaktadır. Katılımınız için teşekkür ederiz.

Araş.Gör. Coşkan SEVGİLİ

Doç.Dr. Ali Cemal TÖZ

1. LİMAN DEVLETİ DENETİM SONUÇLARINI ETKİ EDEBİLECEK DEĞİŞKENLERİN BELİRLENMESİ

a) Araştırmacı tarafından belirtilecek değişkenlerin denetim sonucu üzerine etkisinin olup olmadığı hakkındaki görüşlerinizi doğrultusunda cevaplamanız istenmektedir. Bu değişkenler memorandumların gemi hedef sistemlerinden ve literatürdeki çalışmalardan elde edilmiştir. Belirteceğiniz görüşler doğrultusunda değişkenler araştırma modeline dahil edilecektir.

	Değişkenler	Etkisi yok	Etkisi var
GEMİ	Gemi Tipi	x	✓
	Gemi Yaşı	x	✓
	Gemi Tonajı	x	✓
	Gemi Bayrağı	x	✓
	Gemi Klası	x	✓
	Şirket Performansı	x	✓
TARİHSEL	Geçmiş Denetimlerde Tutulma Sayısı	x	✓
	Son Denetimden Geçen Süre	x	✓
	Son Denetim Eksiklik Sayısı	x	✓
	Geminin Geçmişteki Kaza Durumu	x	✓
	İzleme (follow up) Denetimi Oranı	x	✓
DENETİM	Gemi Risk Profili	x	✓
	Denetim Türü	x	✓
	Denetimi Yapan Liman Devleti	x	✓
	Denetim Yapılan Mevsim	x	✓
	Eksiklik Sayısı	x	✓
DİĞER	Geminin Bayrak Değiştirme Sayısı	x	✓
	Diğer denetim kuruluşları (Rightship, CDI, SIRE, vb.) verileri	x	✓
	Gemi Sahibinin Ülkesi	x	✓
	Geminin İnşa Edildiği Ülke	x	✓

b) değişkenler içerisinde bulunmayan, ancak denetimlerin sonucuna etkisi olduğunu düşündüğünüz değişken/ler varsa yazınız.

.....
.....

2. PROFİL BİLGİLERİ

Görev yaptığınız Liman Başkanlığı:

Görev süreniz	:	(yıl)	
Eğitim Bilgileriniz	:	Lisans	()
		Yüksek Lisans	()
		Doktora	()



Ek 12: Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci Formu

Değerli Katılımcı,

Bu anket formu “Gemi Denetim Sonuçlarının Veri Madenciliği Yöntemleriyle Analizi: Türk Bayraklı Gemiler Üzerine Bir Uygulama” başlıklı doktora tezi kapsamında oluşturulmuştur ve denetimlerin sonucunu etkileyen değişkenleri tespit etmeyi amaçlamaktadır. Bu çalışmaya katılmanız durumunda anket formunu doldurmanız ortalama on (10) dakika sürecektir. Araştırmaya katılmanız tamamen gönüllük esasına dayanmaktadır. Görüşme formunda sizden kimlik belirleyici bir bilgi istenmemektedir ve yanıtlarınız gizli tutulacaktır. Aşağıda, istenilen değerlendirme yöntemi ve değişkenler hakkında genel bilgiler verilmiştir. Katkılarınız için teşekkür ederiz.

Araş.Gör. Coşkan SEVGİLİ

Doç.Dr. Ali Cemal TÖZ

Liman Devleti Denetimlerinde denetim sonucunu etkileyen değişkenler literatür taraması ve uzman görüşleri sonucunda “Gemi Profil Bilgileri” ve “Geminin Denetim Bilgileri” olmak üzere iki ana başlık altında değerlendirilmiştir. Bu iki ana başlık altında bulunan alt kriterler ise aşağıdaki gibidir;

Gemi Profil Bilgilerine Ait Alt Kriterler;

1. Gemi Tipi
2. Gemi Yaşı
3. Gemi Klası
4. Gemi Tonajı/Büyüklüğü

Geminin Denetim Bilgilerine Ait Alt Kriterler;

1. Geminin Geçmiş Denetimlerdeki Tutulma Sayısı
2. Son Denetimden İtibaren Geçen Süre
3. Son Denetimdeki Eksiklik Sayısı
4. Şirket Performansı
5. Denetimi Yapan Liman Devleti/MOU
6. Geminin Kaza Geçmişi

Anket Formu Açıklaması:

Aşağıdaki anket formunda, gemi denetim sonucuna etki eden değişkenlerin birbirlerine göre önem derecelerinin belirtilen ölçek kapsamında kıyaslanması istenmektedir. Anket ana başlıkların (ana kriterlerin) birbiri ile kıyaslanması ve ana başlık altındaki alt kriterlerin birbiri ile kıyaslandığı üç bölümden oluşmaktadır.

Ölçek:

- Bir kriter diğerine göre “kesinlikle daha önemli” ise “kō” puan
- Bir kriter diğerine göre “çok daha önemli” ise “çō” puan
- Bir kriter diğerine göre “daha önemli” ise “dō” puan
- Bir kriter diğerine göre “biraz önemli” ise “bō” puan
- İki kriter “eşit derecede önemli” ise “eō” puan
- Ara değerler birbirine komşu iki yargı arasındaki ara önem derecesini ifade eder.

Ana Kriterlerin Kıyaslama Örneği:

Gemi Profil Bilgileri	kö	☐	çö	☒	dö	☐	bö	☐	eö	☐	bö	☐	dö	☐	çö	☐	kö	Geminin Denetim Bilgileri
-----------------------	----	--------------------------	----	-------------------------------------	----	--------------------------	----	--------------------------	----	--------------------------	----	--------------------------	----	--------------------------	----	--------------------------	----	---------------------------

Açıklama: Bu örnekte ana kriterlerin kıyaslanması örneğinde gemi profil bilgileri, geminin denetim bilgilerine göre daha önemli ve önem derecesi olarak da “çok daha önemli” (çö) seviyesinde değerlendirilmiştir.

Alt Kriterlerin Kıyaslama Örneği:

Gemi Tipi	kö	☐	çö	☐	dö	☐	bö	☐	eö	☐	bö	☐	dö	☐	çö	☐	kö	Gemi Yaşı
-----------	----	--------------------------	----	--------------------------	----	--------------------------	----	--------------------------	----	--------------------------	----	--------------------------	----	--------------------------	----	--------------------------	----	-----------

Açıklama: Gemi profil bilgilerine alt kriterlerin kıyaslanması örneğinde gemi yaşı, gemi tipine göre daha önemli ve önem derecesi olarak da “kesinlikle çok daha önemli” (kö) seviyesinde değerlendirilmiştir.

ANKET

Gemi Denetim Sonucunu Etkileyen Ana Kriterler İçin Karşılaştırma Matrisi																		
	kö- Kesinlikle Daha Önemli		çö- Çok Daha Önemli		dö- Daha Önemli		bö- Biraz Önemli		eö- Eşit Derecede Önemli		bö- Biraz Önemli		dö- Daha Önemli		çö- Çok Daha Önemli		kö- Kesinlikle Daha Önemli	
Gemi Profil Bilgileri	kö ☐	☐	çö ☐	☐	dö ☐	☐	bö ☐	☐	eö ☐	☐	bö ☐	☐	dö ☐	☐	çö ☐	☐	kö ☐	Geminin Denetim Bilgileri

Gemi Profil Bilgilerine Ait Alt Kriterler İçin Karşılaştırma Matrisi																		
	kö - Kesinlikle Daha Önemli		çö - Çok Daha Önemli		dö - Daha Önemli		bö - Biraz Önemli		eö - Eşit Derecede Önemli		bö - Biraz Önemli		dö - Daha Önemli		çö - Çok Daha Önemli		kö - Kesinlikle Daha Önemli	
Gemi Tipi	kö ☐	☐	çö ☐	☐	dö ☐	☐	bö ☐	☐	eö ☐	☐	bö ☐	☐	dö ☐	☐	çö ☐	☐	kö ☐	Gemi Yaşı
Gemi Tipi	kö ☐	☐	çö ☐	☐	dö ☐	☐	bö ☐	☐	eö ☐	☐	bö ☐	☐	dö ☐	☐	çö ☐	☐	kö ☐	Gemi Klası
Gemi Tipi	kö ☐	☐	çö ☐	☐	dö ☐	☐	bö ☐	☐	eö ☐	☐	bö ☐	☐	dö ☐	☐	çö ☐	☐	kö ☐	Gemi Tonajı
Gemi Yaşı	kö ☐	☐	çö ☐	☐	dö ☐	☐	bö ☐	☐	eö ☐	☐	bö ☐	☐	dö ☐	☐	çö ☐	☐	kö ☐	Gemi Klası
Gemi Yaşı	kö ☐	☐	çö ☐	☐	dö ☐	☐	bö ☐	☐	eö ☐	☐	bö ☐	☐	dö ☐	☐	çö ☐	☐	kö ☐	Gemi Tonajı
Gemi Klası	kö ☐	☐	çö ☐	☐	dö ☐	☐	bö ☐	☐	eö ☐	☐	bö ☐	☐	dö ☐	☐	çö ☐	☐	kö ☐	Gemi Tonajı

Geminin Denetim Bilgilerine Ait Alt Kriterler İçin Karşılaştırma Matrisi																		
	kö- Kesinlikle Daha Önemli		ço- Çok Daha Önemli		dö- Daha Önemli		bö- Biraz Önemli		eö- Eşit Derecede Önemli		bö- Biraz Önemli		dö- Daha Önemli		ço- Çok Daha Önemli		kö- Kesinlikle Daha Önemli	
Geçmiş Tutulma Sayısı	kö ☐	☐	ço ☐	☐	dö ☐	☐	bö ☐	☐	eö ☐	☐	bö ☐	☐	dö ☐	☐	ço ☐	☐	kö ☐	Son Denetimden Geçen Süre
Geçmiş Tutulma Sayısı	kö ☐	☐	ço ☐	☐	dö ☐	☐	bö ☐	☐	eö ☐	☐	bö ☐	☐	dö ☐	☐	ço ☐	☐	kö ☐	Son Denetimdeki Eksiklik Sayısı
Geçmiş Tutulma Sayısı	kö ☐	☐	ço ☐	☐	dö ☐	☐	bö ☐	☐	eö ☐	☐	bö ☐	☐	dö ☐	☐	ço ☐	☐	kö ☐	Şirket Performansı
Geçmiş Tutulma Sayısı	kö ☐	☐	ço ☐	☐	dö ☐	☐	bö ☐	☐	eö ☐	☐	bö ☐	☐	dö ☐	☐	ço ☐	☐	kö ☐	Denetimi Yapan Liman Devleti/MOU
Geçmiş Tutulma Sayısı	kö ☐	☐	ço ☐	☐	dö ☐	☐	bö ☐	☐	eö ☐	☐	bö ☐	☐	dö ☐	☐	ço ☐	☐	kö ☐	Geminin Kaza Geçmişi
Son Denetimden Geçen Süre	kö ☐	☐	ço ☐	☐	dö ☐	☐	bö ☐	☐	eö ☐	☐	bö ☐	☐	dö ☐	☐	ço ☐	☐	kö ☐	Son Denetimdeki Eksiklik Sayısı
Son Denetimden Geçen Süre	kö ☐	☐	ço ☐	☐	dö ☐	☐	bö ☐	☐	eö ☐	☐	bö ☐	☐	dö ☐	☐	ço ☐	☐	kö ☐	Şirket Performansı
Son Denetimden Geçen Süre	kö ☐	☐	ço ☐	☐	dö ☐	☐	bö ☐	☐	eö ☐	☐	bö ☐	☐	dö ☐	☐	ço ☐	☐	kö ☐	Denetimi Yapan Liman Devleti/MOU
Son Denetimden Geçen Süre	kö ☐	☐	ço ☐	☐	dö ☐	☐	bö ☐	☐	eö ☐	☐	bö ☐	☐	dö ☐	☐	ço ☐	☐	kö ☐	Geminin Kaza Geçmişi
Son Denetimdeki Eksiklik Sayısı	kö ☐	☐	ço ☐	☐	dö ☐	☐	bö ☐	☐	eö ☐	☐	bö ☐	☐	dö ☐	☐	ço ☐	☐	kö ☐	Şirket Performansı
Son Denetimdeki Eksiklik Sayısı	kö ☐	☐	ço ☐	☐	dö ☐	☐	bö ☐	☐	eö ☐	☐	bö ☐	☐	dö ☐	☐	ço ☐	☐	kö ☐	Denetimi Yapan Liman Devleti/MOU
Son Denetimdeki Eksiklik Sayısı	kö ☐	☐	ço ☐	☐	dö ☐	☐	bö ☐	☐	eö ☐	☐	bö ☐	☐	dö ☐	☐	ço ☐	☐	kö ☐	Geminin Kaza Geçmişi
Şirket Performansı	kö ☐	☐	ço ☐	☐	dö ☐	☐	bö ☐	☐	eö ☐	☐	bö ☐	☐	dö ☐	☐	ço ☐	☐	kö ☐	Denetimi Yapan Liman Devleti/MOU
Şirket Performansı	kö ☐	☐	ço ☐	☐	dö ☐	☐	bö ☐	☐	eö ☐	☐	bö ☐	☐	dö ☐	☐	ço ☐	☐	kö ☐	Geminin Kaza Geçmişi
Denetimi Yapan Liman Devleti/MOU	kö ☐	☐	ço ☐	☐	dö ☐	☐	bö ☐	☐	eö ☐	☐	bö ☐	☐	dö ☐	☐	ço ☐	☐	kö ☐	Geminin Kaza Geçmişi

Katılımcının mesleki tecrübesi: (yıl)

Katılımcının Eğitim Durumu: Lisans ()

Yüksek Lisans ()

Doktora ()