KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

LİMANLARDA TEHLİKELİ YÜK OPERASYONLARI İLE İLGİLİ RİSKLER VE ALINACAK ÖNLEMLERİN BULANIK ÇOK KRİTERLİ BÜTÜNLEŞİK MODELLE İNCELENMESİ

ALİ OSMAN YEĞİN

KOCAELİ 2023

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

LİMANLARDA TEHLİKELİ YÜK OPERASYONLARI İLE İLGİLİ RİSKLER VE ALINACAK ÖNLEMLERİN BULANIK ÇOK KRİTERLİ BÜTÜNLEŞİK MODELLE İNCELENMESİ

ALİ OSMAN YEĞİN

Doç. Dr. Murat YORULMAZ		
Danışman,	**Kocaeli Üniversitesi**	**.....**
Dr. Öğr. Üyesi Muhammed BAMYACI		
Jüri Üyesi,	**Kocaeli Üniversitesi**	**.....**
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÖZKAN		
Jüri Üyesi,	**Yalova Üniversitesi**	**.....**

Tezin Savunulduğu Tarih: 04.07.2023

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ

Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez/proje çalışmasında,

- Bu tezin/projenin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu,
- Çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı,
- Bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi,
- Bu çalışmanın Kocaeli Üniversitesi'nin abone olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun olduğunu,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Tezin/Projenin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez/proje çalışması olarak sunmadığımı, beyan ederim.

☒ Bu tez/proje çalışmasının herhangi bir aşaması hiçbir kurum/kuruluş tarafından maddi/alt yapı desteği ile desteklenmemiştir.

☐ Bu tez/proje çalışması kapsamında üretilen veri ve bilgiler ..... tarafından ..... no'lu proje kapsamında maddi/alt yapı desteği alınarak gerçekleştirilmiştir.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

.....
(İmza)
.....
Ali Osman YEĞİN

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI

Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/projemin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullarla kullanıma açma izninin Kocaeli Üniversitesi'ne verdiğimi beyan ederim. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet hakları bende kalacak, tezimin/projemin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki makale, kitap, tebliğ, lisans, patent gibi çalışmalarda kullanımı, danışmanımın isim hakkı saklı kalmak koşuluyla ve her iki tarafın bilgisi dâhilinde bana ait olacaktır.

Tezin/projenin kendi özgün çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin/projenin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim kurulu tarafından yayınlanan ***"Lisanüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge"*** kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricinde YÖK Ulusal Tez Merkezi/ Kocaeli Üniversitesi Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

☐ Enstitü yönetim kurulu kararı ile tezimin/projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.
☐ Enstitü yönetim kurulu gerekçeli kararı ile tezimin/projemin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 6 ay ertelenmiştir.
☒ Tezim/projem ile ilgili gizlilik kararı verilmemiştir.

.....
(İmza)
.....
Ali Osman YEĞİN

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasında, liman işletmelerinde tehlikeli yük elleçleme operasyonlarından kaynaklı oluşabilecek riskler ve bu risklere karşı alınabilecek önlemleri Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden olan Bulanık DEMATEL ve ANP yöntemleri ile analizi yapılmış ve önerilerde bulunulmuştur.

Tez çalışmamda yardımını esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Doç. Dr. Kpt. Murat YORULMAZ hocama sonsuz minnettarlığımı ve teşekkürlerimi sunarım. Benden son anıma kadar desteklerini esirgemeyen ve hayatımın her anında yanımda olan kardeşim Büşra YEĞİN' e, eşim Yeliz YEĞİN' e ve annem Mehtap YEĞİN' e sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım. Ayrıca benim bugünlere ulaşmamda en büyük pay sahiplerinden biri olan merhum babam Nuri YEĞİN' i de rahmetle yad ederim.

Temmuz-2023 Ali Osman YEĞİN

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN VE ARAŞTIRMA FONU DESTEĞİ i
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR iii
ŞEKİLLER DİZİNİ v
TABLOLAR DİZİNİ vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ vii
ÖZET ix
ABSTRACT x
1. GİRİŞ 1
2. ULUSLARARASI DENİZYOLU TAŞIMACILIĞI, LİMANLAR VE YÜKLER 4
2.1. Denizyolu Taşımacılığı ve Özellikleri 4
2.2. Limanlar ve Yük Elleçleme Operasyonları 9
2.3. Yük Kavramı ve Tehlikeli Yükler 12
2.3.1. Yüklerin Sınıflandırılması 13
2.3.2. Tehlikeli Yükler ve Özellikleri 15
2.3.3. Denizyolu İle Tehlikeli Yük Taşımacılığı 16
3. LİMANLARDA TEHLİKELİ YÜK OPERASYONLARI 18
3.1. Limanlarda Tehlikeli Yük Operasyonlarından Kaynaklı Oluşan Riskler 18
3.2. Limanlarda Tehlikeli Yük Operasyonlarında Düzeltici ve Önleyici Faaliyetler 20
3.3. Limanlarda Tehlikeli Yük Operasyonlarına İlişkin Kazaların İncelenmesi 23
4. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI 25
4.1. Tehlikeli Yük Taşımacılığı ile İlgili Yapılmış Çalışmalar 25
4.2. BDEMATEL ve ANP Yöntemi ile İlgili Yapılmış Çalışmalar 28
5. MALZEME VE YÖNTEM 31
5.1. ÇKKV Teknikleri 31
5.2. Bulanık Mantık 32
5.3. BDEMATEL Yöntemi 34
5.4. ANP (Analıtıc Network Process) Yöntemi 38
5.5. Problem Hiyerarşisi 41
5.6. Verilerin Toplanması 43
6. BULGULAR VE TARTIŞMA 45
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 51
KAYNAKLAR 56
EKLER 65
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER 78
ÖZGEÇMİŞ 79

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. 2011-2020 yılları arası Türkiye'de denizyolu taşımacılığında ithalat yüklerinin yıllık gelişimi (Milyon ton) 7
Şekil 2.2. 2011-2020 yılları arası Türkiye'de denizyolu taşımacılığında ihracat yüklerinin yıllık gelişimi (Milyon ton) 7
Şekil 2.3. 2011-2020 yılları arası Türkiye'de denizyolu taşımacılığında toplam dış ticaret yüklerinin yıllık gelişimi (Milyon ton) 8
Şekil 2.4. Terminal Türleri 10
Şekil 2.5. Yük Gemisi Türleri 11
Şekil 2.6. Yük Elleçleme Operasyonlarına Konu Olan Yükler 14
Şekil 5.1. Bulanık Yapı 33
Şekil 5.2. Üçgen Üyelik Fonksiyonlarının Gösterimi 34
Şekil 5.3. Analitik Ağ Süreci ve Ağ Yapısı 39

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Dünya Taşımacılığı ve Denizyolunun Payı 6
Tablo 2.2. Gemi Türüne Göre Dünya Filosu 2020-2021 12
Tablo 5.1. Dilsel İfadelere Karşılık Gelen Bulanık Skala 35
Tablo 5.2. İkili karşılaştırma skalası 40
Tablo 5.3. Kriterlerin ve Alternatiflerin Tanımlanması 41
Tablo 6.1. Bulanık DEMATEL sonucunda oluşan kriterler arası ilişki 45
Tablo 6.2. Kriterler Arası Ağırlıklandırılmış Süper Matris 46
Tablo 6.3. Kriterler Arası Limit Süper Matris 46
Tablo 6.4. Alternatiflerin İkili Karşılaştırma Matrisi Sonucunda Elde Edilen Ağırlıkları 47
Tablo 6.5. Kriterler ve Alternatiflerden Oluşan Süper Matris Tablosu 49
Tablo 6.6. ANP Yöntemi Sonucu Alternatiflerin Ağırlıkları 50
Tablo A.1. Direkt İlişki Matrisi 68
Tablo B.1. Normalleştirilmiş Direkt İlişki Matrisi 69
Tablo C.1. Toplam İlişki Matrisi 70
Tablo D.1. Durulaştırılmış Toplam İlişki Matrisi 71
Tablo E.1. Kriterler Arası Ağırlıklandırılmış Süper Matris 72
Tablo F.1. İkili Karşılaştırma Matrisleri 73

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

CI : Tutarlılık göstergesi
CR : Tutarlılık analizi değeri
$\breve{D}_i$: Toplam İlişki Matrisi satır değerleri toplamı
$r^{(k)}$: Direkt İlişki Matrisinde en büyük sütun değeri toplamı
RI : Rassallık göstergesi
$\breve{R}_i$: Toplam İlişki Matrisi sütun değerleri toplamı
$\breve{T}$: Toplam İlişki Matrisi
W_i : İkili Karşılaştırma Matrisi satır ağırlık değeri
$\breve{X}$: Normalleştirilmiş Direkt İlişki Matrisi
$\widetilde{X_{ij}}^{(k)}$: Normalleştirilmiş Direkt İlişki Matrisinde i. satır, j. sütun elemanı
$\breve{Z}$: Direkt İlişki Matrisi
$\widetilde{Z_{ij}}$: Direkt İlişki Matrisinde i. satır, j. sütun elemanı
μ_A : Üçgensel Bulanık Küme
λmax : Maksimum özdeğer

Kısaltmalar

ADR : European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods Road (Tehlikeli Malların Karayolu ile Uluslararası Taşımacılığına İlişkin Anlaşma)
AHP : Analitic Hierarchy Procees (Analitik Hiyerarşi Prosesi)
ANP : Analitic Network Process (Analitik Ağ Süreci)
BLEVE : Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion (Kaynayan Sıvının Genleşmesiyle Oluşan Buhar Patlaması)
BDEMATEL : Bulanık DEMATEL
ÇKKV : Çok Kriterli Karar Verme
DEMATEL : The Desicion Making Trial and Evaluation Laboratory (Karar Verme Yolu ve Değerlendirme Laboratuvarı)
DÖF : Düzeltici ve Önleyici Faaliyet
DTÖ : Dünya Ticaret Örgütü
ELECTRE : Elemination and Choice Translating Reality English (Eleme ve Seçim Çeviri Gerçeklik Analizi)
FCA : Formal Concept Analysis (Biçimsel Kavram Analizi)
IBC : Intermediate Bulk Container (Akıcı ve Sert Maddelerin Depolanması veya Nakliye Edilmesi için Kullanılan Konteyner)
IMDG Kod : International Maritime Dangerous Goods (Denizyolu ile Taşınan Tehlikeli Maddelere İlişkin Uluslararası Kod)
İSG : İş Sağlığı ve Güvenliği
LIFO : Last in First Out (Son Giren İlk Çıkar)
LNG : Liquefied Natural Gas (Sıvılaştırılmış Doğal Gaz)
LPG : Liquefied Petroleum Gas (Sıvılaştırılmış Petrol Gazı)
MACBETH : Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (Kategori Tabanlı Değerlendirme Tekniği ile Etkinlik Ölçümü)
MARPOL : International Convention for the Prevention of Pollution from Ships

(Denizlerin Gemiler Tarafından Kirletilmesinin Önlenmesine Dair Uluslararası Sözleşme)

MSDS : Material Safety Data Sheet (Malzeme Güvenlik Bilgi Formu)

PROMETHEE : The Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (Zenginleştirme Değerlendirmesi için Tercih Derecelendirme Organizasyon Yöntemi)

RO-RO : Roll On-Roll Off

SOLAS : International Convention for the Safety of Life at Sea (Denizlerde Can Güvenliği Uluslararası Konvansiyonu)

TOPSIS : Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (İdeal Sonuç Odaklı Çok Ölçütlü Karar Verme)

TÜRKLİM : Türkiye Liman İşletmecileri Derneği

UNCTAD : United Nations Conference on Trade and Development (Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı)

VIKOR : Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm)

LİMANDA TEHLİKELİ YÜK OPERASYONLARI İLE İLGİLİ RİSKLER VE ALINACAK ÖNLEMLERİN BULANIK ÇOK KRİTERLİ BÜTÜNLEŞİK MODELLE İNCELENMESİ

ÖZET

Denizyolu taşımacılığı, hem ulusal hem de uluslararası alanda ticaret ve lojistik faaliyetlerinde en çok kullanılan taşımacılık yöntemidir. Bundan dolayı denizyolu taşımacılığının en önemli halkasından biri ve gemilerin uğrak yaptığı yer olan limanlar, iş yoğunluğu, çalışan sayısının fazla olması ve kompleks bir iş sürecine sahip olmasından kaynaklı güvenlik ve çevresel deformasyon, diğer işletmelere göre çok daha fazla olmaktadır. Sonuç olarak limanlar iş sağlığı ve güvenliği ayrıca çevre kirliliği açısından bünyesinde birçok risk etmeni barındırmaktadır. Bu risk etmenlerinin kaza ile sonuçlanması birden çok ölüme veya yaralanmaya, büyük çevresel felakete ayrıca işletmelerin maddi zararına sebep olmaktadır. İş sağlığı ve güvenliği ile çevre sağlığı açısından en büyük tehditlerden biri de tehlikeli yük elleçleme operasyonlarıdır. Tehlikeli yüklerin başlı başına tehlike sınıfına özgü oluşturduğu riskler ve elleçleme operasyonlarında karşılaşılan engeller veya hatalar, düzeltici ve önleyici faaliyetlerin önemini gözler önüne sermektedir. Bu kapsamda tezin amacı, liman işletmelerinde tehlikeli yük elleçleme operasyonlarından kaynaklı oluşabilecek riskler ve bu risklere karşı alınabilecek önlemleri çok kriterli karar verme tekniklerinden olan Bulanık DEMATEL ve ANP yöntemleri ile analiz etmek ve önleyici faaliyetleri belirlemektir. Bulanık DEMATEL ve ANP yöntemini uygulayabilmek için iki farklı anket hazırlanmış ve Kocaeli Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulunun 04.01.2022 tarihli ve 2022/01 nolu toplantısında alınan 2 sıra sayılı kararı ile karar vericilere sunulmuş ve sonuçlar toplanmıştır. Araştırma bulgularına göre önem derecesi en yüksek risk unsuru olarak ambalaj, tank, ambar kapaklarının veya valflerinin arızalı olması olarak tespit edilmiş, oluşan tüm risk unsurları için alınması gereken, önem derecesi en yüksek önlem olarak da liman personelinin tehlikeli yükleri IMDG Kod mevzuatına uygun şekilde sınıflandırması, işaretlemesi, kontrolünü sağlaması ve depolanması olarak belirlenmiştir. Araştırmanın sonucunda liman işletmelerine, liman idari personellerine ve liman saha çalışanlarına tehlikeli yük elleçlemesinden kaynaklı oluşan riskler ve buna karşı gerekli önlemlerin alınmasına ilişkin tavsiyelerde bulunulmuştur

Anahtar Kelimeler: ANP, Bulanık DEMATEL, Liman İşletmeleri, Risk Analizi, Tehlikeli Yük Elleçleme.

INVESTIGATION OF THE RISKS RELATED TO DANGEROUS CARGO OPERATIONS IN THE PORT AND THE MEASURES TO BE TAKEN WITH A FURIOUS MULTI-CRITERIA INTEGRATED MODEL

ABSTRACT

Sea transport is the most commonly used transportation method both in the national and the international field with trade and logistic activities. Ports which are the frequent destination of ships and the high point of sea transportation have more security and environmental deformation than any other operations because of the workload, excessive worker numbers and complex working hours. As a result, ports in terms of work safety and health contain many risk factors within their structure. When these risk factors result in an accident it causes more injury or death and major environmental disaster also causes financial damage to businesses. One of the biggest threats to work health and safety and environmental health are hazardous cargo handling operations. Risk factors posed by hazardous loads on their own hazard class and the obstacles or errors that occur in handling operations show the importance of corrective and preventive actions. In this context, the aim of the thesis risks that may occur in dangerous cargo handling operations in port operations and to analyze the measures that can be taken against these risks with the Fuzzy DEMATEL and ANP methods which are multi-criteria decision-making methods and to determine the preventive actions. In order to apply the fuzzy DEMATEL and ANP method, two different questionnaires were prepared and presented to the decision makers with the decision numbered 2 taken at the meeting of Kocaeli University Science and Engineering Sciences Ethics Committee dated 04.01.2022 and numbered 2022/01 and the results were collected. According to the research findings, it has been determined that the packaging, tank, hatch covers or valves are defective as the highest risk factor also the most important precaution to be taken for all risk factors occurring is determined as the classification, marking, control and storage of dangerous goods by the port personnel in accordance with the IMDG Code legislation. As a result of the research suggestions were made about risk factors caused by hazardous cargo handling and precautions to be taken are told to port operations, port administrative personnel and port workers.

Keywords: ANP, Fuzzy DEMATEL, Port Managements, Risk Analysis, Hazardous Cargo Handling.

1. GİRİŞ

Denizyolu taşımacılığı, ulusal ve uluslararası ekonominin gelişmesi açısından en önemli taşımacılık türüdür. Dünya genelinde hacimsel bazda %84, değer bazında %70 oranında en çok tercih edilen denizyolu taşımacılığı, ülkelerin ithalat ve ihracat oranlarının yükselmesini sağlayıp gelişimine katkı sağlamaktadır. Bu taşımacılık türünün uğrak yapıp, hizmet aldığı aynı zamanda yolcu ve yük transferini de yaptığı nokta olan limanlar, bu halkanın en önemli zincirini oluşturur. Yük taşımacılığının en çok gerçekleştiği taşımacılık türü denizyolu olmasından kaynaklı limanlar da bu yük transferlerinin en fazla gerçekleştiği yerdir. Dolayısıyla limanlar, tehlikeli yüklerin de en çok elleçlendiği ve depolandığı yerdir. Tehlikeli maddeler çoğu sektörde hammadde olarak kullanılmasının yanı sıra günlük hayatımızda da karşımıza çıkmaktadır. Kimya, kozmetik, tarım, plastik, inşaat gibi çeşitli sektörlerde kullanılan tehlikeli maddeler, günlük hayatımızda temizlik ürünlerinde, kozmetik ürünlerinde, boya ve spreylerde bulunur. Günlük hayatımızda ve endüstride ihtiyaç duyduğumuz bu tehlikeli maddeler, adından da anlaşılacağı üzere kendine özgü tehlikeleri bünyesinde barındırır. Tehlike sınıfına göre etkisi değişkenlik gösteren bu maddelerin patlayıcılık, yanıcılık, oksitleyicilik, zehirleyicilik, bulaşıcılık ve aşındırıcılık özellikleri mevcuttur (Mert ve Çetinyokuş, 2020; Ünal ve Usluer, 2015; Zorba ve Kişi, 2009). İnsan ve çevre sağlığı açısından çok büyük tehdit olan bu maddeler, yük olarak elleçlendiğinde ve depolandığında çok büyük risk etmenlerini de ortaya çıkarmaktadır. Limanlarda elleçlenen bu tehlikeli yükler, limanların yapısı gereği çalışan sayısının fazlalığı, iş süreçlerinin karmaşık yapısı ve denize kıyısı olmasından dolayı hem iş güvenliği hem de çevre sağlığı için çok daha büyük tehlike arz etmektedir.

Literatür incelendiğinde limanlarda tehlikeli yük operasyonlarının oluşturduğu riskler üzerine birçok kayda değer kaynak bulunmaktadır. Mert ve Çetinyokuş, (2020) çalışmasında liman işletmelerinde tehlikeli yük operasyonlarından kaynaklanan kazaların istatistiksel ve hata analizini yapmış, Zorba, (2009) bu tehlikeli yüklerin neden olabileceği kazaları önleyebilme adına iş güvenliği kültürünün önemini vurgulamıştır. Kaza analizi ve iş güvenliği kültürünün yanı sıra tehlikeli yük elleçleme operasyonlarına karşı çalışanların eğitiminin önemine değinen Ünal ve Usluer, (2015), mevzuatın ve yükümlülülerin önemini açıkça belirtmişlerdir. Ayrıca tehlikeli yük taşımacılığı ve

elleçleme operasyonlarında yüklerin oluşturduğu riskleri kaza senaryosu düzenleyerek çevreye olan etkisini analiz eden çalışmalardan biri olan Kuzu, (2021) ve geçmiş dönemlerde gerçekleşen kazaların etki analizinin yapıldığı Huang ve diğ., (2020)' un yaptıkları çalışmalarda, gerçekleşmesi durumunda insan ve çevre sağlığı açısından çok büyük tehdit olabileceğini açıkça belirtmişlerdir. Bununla birlikte tehlikeli yüklerin depolanmasından kaynaklı oluşan riskleri önlemek adına tesis yönetimi ve ekipman yönetiminin önemini vurgulayan Chu ve Lyu, (2018) ve Chen ve diğ., (2020) tehlikeli yük operasyonlarına ilişkin yapılmış değerli bir çalışma olarak literatürde yerini almıştır. Literatür incelendiğinde limanlarda tehlikeli yük operasyonlarından kaynaklı risk unsurları ve alınması gereken önlemlerin birlikte olduğu spesifik kaynak çok az olmakla birlikte, risk unsurlarına göre alınması gereken önlemlerin doğru seçilmesi için yapılmış herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu yüzden çalışmanın önemi liman işletmelerinde tehlikeli yük operasyonlarına ilişkin risklere karşı alınması gereken önlemlerin doğru seçilebilmesi adına bu çalışma hazırlandı ve ÇKKV tekniklerinden olan BDEMATEL ve ANP yönteminden faydalanıldı.

Çalışmamızın amacı limanlarda elleçlenen bu tehlikeli yüklerin oluşturduğu riskleri belirlemek ve bu risklere karşı gerekli ve doğru önlemlerin alınması için analizleri yapmak, aynı zamanda liman işletmelerine önerilerde bulunmak ve literatüre bu konu ile alakalı yeni bir kaynak kazandırmak amaçlandı. Risklerin birbirleri ile olan ilişkisinin analizi ve buna göre de alınacak önlemlerin en uygun olanlarının seçilmesi ve önem derecelendirmesinin yapılabilmesi için ÇKKV tekniklerinden olan DEMATEL ve ANP yönteminden faydalanıldı ve bütünleşik olarak kullanıldı. DEMATEL yöntemi kriterler arasındaki ilişkilerin analiz edilmesinde en verimli yöntem olmasından kaynaklı tercih edildi, ağırlıklandırma, seçim analizi ve önem derecesi belirlemede de en etkili yöntemlerden biri olan ANP yöntemi seçildi.

Literatürde, limanlarda ve terminallerde tehlikeli yük operasyonları ile ilgili yapılmış olan çalışmalar, işletmeler ve bilim adına çok önemli bilgiler sunmuştur. Tehlikeli yük operasyonlarından kaynaklı oluşabilecek ölümler ve çevresel felaketlerin önüne geçilebilmesi adına rehber niteliği taşımıştır. Çalışmamızda literatürde eksik olan, tehlikeli yük operasyonlarında oluşan risklerin ilişkilendirilmesi ve bu risklere karşı alınacak önlemlerin seçimi, ağırlıklandırılması, önem derecelendirmesi yapıldı.

Çalışmanın sonucuna göre risklerin önüne geçebilmek için birbirleri ile arasındaki bağı tespit etmek ve doğru önlemi alabilmek için en uygun olanını seçebilmek hedeflendi.

Tezin birinci kısmında giriş bölümü, ikinci kısmında denizyolu taşımacılığının özellikleri, liman ve yük operasyonları ile yük kavramı ve tehlikeli yüklere değinildi. Üçüncü bölümde limanlarda tehlikeli yük operasyonlarından kaynaklı riskler ve buna karşılık düzeltici ve önleyici faaliyetlerden bahsedildi, geçmiş dönemde yaşanan kazaların incelemesi yapıldı. Dördüncü bölümde tehlikeli yük operasyonlarına ve BDEMATEL ile ANP yöntemine ilişkin literatürde yer alan çalışmalar incelendi. Beşinci bölümde tezde kullanılan teknikler olan Bulanık Mantık, DEMATEL ve ANP yöntemleri açıklanmış, problem hiyerarşisi oluşturuldu. Altıncı bölümde tezde kullandığımız ÇKKV teknikleri içerisinde yer alan BDEMATEL ve ANP yönteminin analiz sonuçları ve bulguları yer almaktadır. Son bölüm olan yedinci bölümde tezin sonucu, çalışmanın literatüre katkıları, çalışmanın kısıtları ile ayrıca liman işletmlerine, çalışanlara ve araştırmacılara önerilere yer verildi.

2. ULUSLARARASI DENİZYOLU TAŞIMACILIĞI, LİMANLAR VE YÜKLER

2.1. Denizyolu Taşımacılığı ve Özellikleri

Dış ticaret, dünya ekonomisi açısından önemi büyük olmasının yanı sıra, ülkelerin ekonomisinin gelişiminde ve ihtiyaçların karşılanmasında çok önemli bir faktördür. Ülkeler arasında yapılan mal veya hizmet alışverişi olan dış ticaret, her geçen gün gelişimini sürdürür. Bu gelişimin sağlanmasında en önemli zincir lojistik sektörüdür. Tedarik edilmesi planlanan pazarlara en ekonomik, en güvenli ve en hızlı şekilde ulaştırılması, lojistik faaliyetlerin amacını oluşturur (Tatar ve diğ., 2019). Dolayısıyla deniz taşımacılığı, deniz ticareti için stratejik bir önem kazandırır. Deniz taşımacılığı, diğer taşımacılık metotları ile karşılaştırıldığında erişimi, esnekliği, minimum çevresel etkisi ve düşük maliyeti açısından, diğerlerine göre daha avantajlı konumdadır (Ensslin ve diğ., 2018).

Global alanda deniz taşımacılığının gün geçtikçe önemi artmaktadır. Hacmi ve ağırlığı fazla olan ürünlerin, üreticilerden pazarlara daha ekonomik ve daha güvenli taşınabilmesi, bu yolun tercih edilmesinin başlıca nedenlerindendir. Tercih edilmesinin bir başka nedeni de dünyanın dörtte üçünün sularla kaplı olması, deniz taşımacılığı ile ulaşımın, diğer ulaştırma metotlarına göre daha avantajlı kılmaktadır (Saban ve Güğerçin, 2009).

Nihai ürünün üreticisinden pazarına ulaştırılmasındaki tüm faaliyetler taşımacılık kavramı olarak tanımlanır. Büyük hacimde ve tonajda gemi ile uzak mesafelere taşınabilen bu yüklerin üreticiye sağladığı düşük maliyet ve güvenli ulaşım deniz taşımacılığının başlıca avantajlarını oluşturmaktadır. Sağladığı avantajlarının yanında, deniz taşımacılığının dezavantajları da vardır. Bunlar çevre kirliliği, gemi yakıtları ve atıkların denizler üzerinde oluşturduğu kirlilikler, diğer ulaşım metotlarına göre daha yavaş ulaşım sağlaması, olumsuz hava şartlarından kaynaklı riskler, korsanlık başlıca dezavantajlarındandır (Tunalı ve Akarçay, 2018).

Bir ülkenin gelişmişlik seviyesinin en önemli göstergesi deniz taşımacılığında aktif rol almasından geçmektedir. Dünya çapında üreten ve pazarlayan ülkeler, deniz taşımacılığını aktif olarak kullanmaktadır.

Global ticarette denizyoluyla, ürünlerin "ton.mil" bazında %99' unun, değer bazında ise %80' inin taşınması gerçekleşmektedir. Ülke ekonomisinin gelişiminde temel faktörlerden olan deniz taşımacılığı, denize kıyısı olmayan ülkelerin dahi filo oluşturmasına sebep olmaktadır. Modern ekonominin ilklerinden olan Adam Smith, ülke ekonomisinin büyümesinde deniz taşımacılığının en önemli faktörlerden biri olduğunu ifade etmiştir. Aynı zamanda dış ticarete kapalı bir ülke ekonomisinin, ülke halkının, sanayisinin, kamu kurum ve kuruluşlarının hiçbir zaman refah seviyesine yükselemeyeceğini de savunan Adam Smith, en az maliyetli ve daha geniş coğrafyaya ulaşabilmenin en etkili yolunun deniz taşımacılığı olduğunu savunmuştur (Yorulmaz, 2009).

Global ekonominin durumu hakkında yorum ve analiz yapabilmek için takip edilmesi gereken en önemli piyasa denizyolu taşımacılığıdır. Denizcilik endeksi, uluslararası denizyolu taşımacılığında taşınan yük miktarları, dünya ticaretini takip edebilmek adına kullanılabilecek en iyi verilerdir. Denizyolu taşımacılığının dünya ticareti açısından bu kadar önemli olması, ilk olarak sanayi devrimi zamanında fark edilir. Sanayi devriminden sonra artarak devam eden üretim, ihtiyaç fazlasından çok ürün oluşmasına neden olmuştur. Bu neden ülkeleri global ticarete yöneltmiş ve rekabeti doğurmuştur. İhtiyaç fazlası ürünün üretilmesiyle ülkeler ihracat yapmaya başlamış ve bu da deniz taşımacılığının önemini arttırmıştır. Sonuç olarak deniz taşımacılığının öneminin artması, gemi taşıma kapasitelerinin artmasına, böylelikle taşımacılık maliyetlerinin de düşmesini sağlar. Aynı zamanda kara, hava ve demiryolu taşımacılık yöntemleri ile karşılaştırıldığında, hacmi büyük malların düşük bir maliyetle taşınması, üreticilerin ve satıcıların denizyolu taşımacılığını tercih etmesinde en büyük etkendir (Tarı ve İnce, 2019).

Aşağıda Tablo 2.1' de dünyada toplam taşımacılık miktarını ve denizyolu taşımacılığının toplam taşımacılıktaki payı yer almaktadır.

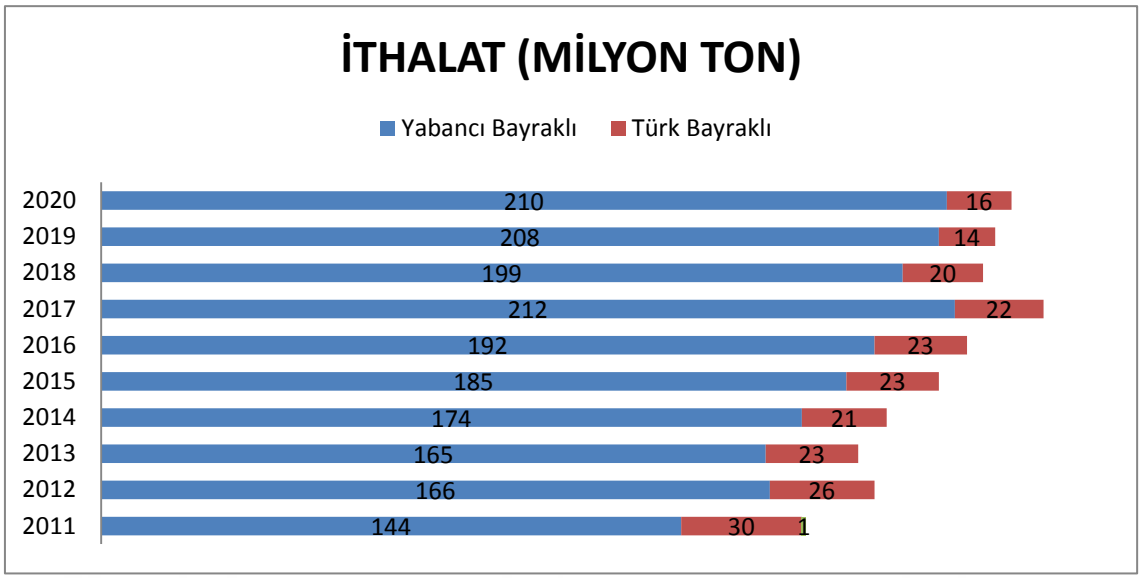
Tablo 2.1. Dünya Taşımacılığı ve Denizyolunun Payı (Bozkurt, Pelit ve Irmak, 2018)

YILLAR	DÜNYA TAŞIMACILIĞI (TÜM YILLAR) MİLYAR TON	DÜNYA TAŞIMACILIĞI DEĞİŞİM (%)	DÜNYA DENİZYOLU TAŞIMACILIĞI (MİLYAR TON)	DÜNYA TAŞIMACILIĞINDA DENİZYOLUNUN PAYI (%)
2008	10,86	-	8,61	%79
2009	9,56	-%12	8,29	%87
2010	10,82	%13	9,07	%85
2011	11,54	%7	9,47	%83
2012	11,83	%3	9,88	%84
2013	12,19	%3	10,21	%84
2014	12,58	%3	10,54	%84
2015	12,88	%3	10,77	%84
2016	13,18	%4	11,10	%84
2017	13,72	%4	11,59	%85

Tablodan yola çıkarak dünya taşımacılığının %80' in üzerinde denizyolu taşımacılığı ile yapıldığı görülmektedir. Bunun birçok nedeni olmasının yanı sıra en önemli etkenlerden birisi de dünyanın üçte ikisinin deniz ve okyanuslardan oluşmasıdır. Diğer en önemli etkenler ise, en güvenilir taşımacılık yöntemi olması, çevre kirliliğine daha az neden olması, enerji sarfiyatının diğer taşımacılık yöntemlerine göre daha az gerçekleşmesi, çok miktarda ve büyük hacimde yüklerin taşınıyor olabilmesi ile en az maliyetli taşımacılık yöntemi olması tercih edilme sebepleridir (Eryüzlü, 2019).

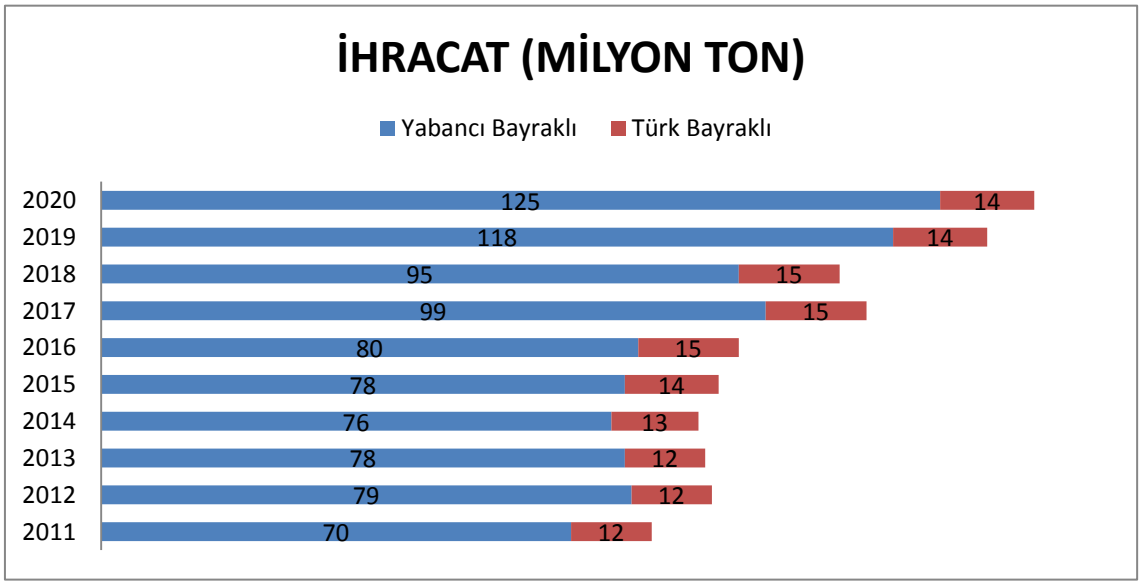
Türkiye, üç tarafı denizlerle çevrili olmasından kaynaklı bugüne kadar bütün uygarlıklara deniz taşımacılığı ve deniz ticaretinde önemli rol oynamış bir coğrafyadır. Dünya Ticaret Örgütünün verilerine göre global çapta en çok ihracat yapan 30 ülke ve en çok ithalat yapan 20 ülke arasına girmeyi başarmıştır. 2018 yılı Türkiye İstatistik Kurumu analizine göre Türkiye'nin ihracatının %55' lik kısmını, ithalatın da %60,6' sını denizyolu ile gerçekleştirmiştir (Eryüzlü, 2019). 2020 yılı Türkiye'nin denizyolu verilerine göre de ihracat miktarı 138.902.823 ton, ithalat miktarı 226.539.473 ton olarak gerçekleşmiştir (Denizcilik Genel Müdürlüğü, 2021).

Aşağıda gösterilen Şekil 2.1, Şekil 2.2 ve Şekil 2.3' te 2011 ve 2022 yılında deniz taşımacılığının ithalat, ihracat ve toplam dış ticaret miktarlarına etkisi görülmektedir.



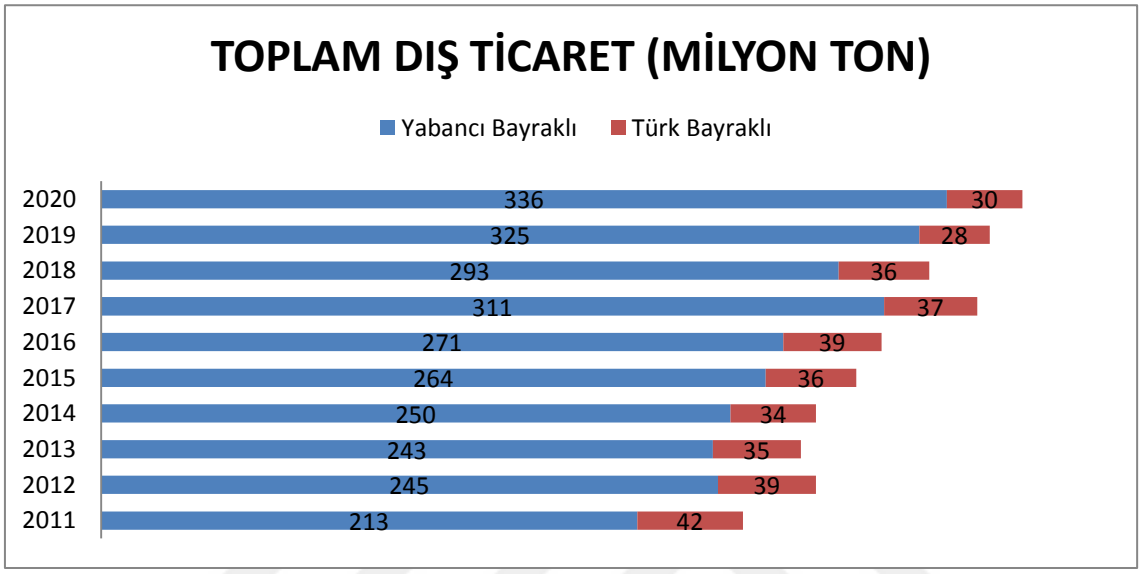
Şekil 2.1. 2011-2020 yılları arası Türkiye'de denizyolu taşımacılığında ithalat yüklerinin yıllık gelişimi (Milyon ton) (Denizcilik Genel Müdürlüğü, 2020)

Şekil 2.1' de 2011-2020 yılları arasında Türkiye'de denizyolu taşımacılığı ile gerçekleşen ithalat miktarları verilmiştir. Yıllara göre değişim izlendiğinde 2011 yılında gerçekleşen miktar 174 milyon ton iken, 2020 yılında bu rakam 226 milyon tona yükselmiştir.



Şekil 2.2. 2011-2020 yılları arası Türkiye'de denizyolu taşımacılığında ihracat yüklerinin yıllık gelişimi (Milyon ton) (Denizcilik Genel Müdürlüğü, 2020)

Şekil 2.2’ de 2011-2020 yılları arasında Türkiye’de denizyolu taşımacılığı ile gerçekleşen ihracat miktarları verilmiştir. Yıllara göre değişim izlendiğinde 2011 yılında gerçekleşen miktar 82 milyon ton iken, 2020 yılında bu rakam 139 milyon tona yükselmiştir.



Şekil 2.3. 2011-2020 yılları arası Türkiye'de denizyolu taşımacılığında toplam dış ticaret yüklerinin yıllık gelişimi (Milyon ton) (Denizcilik Genel Müdürlüğü, 2020)

Şekil 2.3’ te 2011-2020 yılları arasında Türkiye’de denizyolu taşımacılığı ile gerçekleşen toplam dış ticaret miktarları verilmiştir. Yıllara göre değişim izlendiğinde 2011 yılında gerçekleşen miktar 255 milyon ton iken, 2020 yılında bu rakam 366 milyon tona yükselmiştir.

Denizcilik Genel Müdürlüğünün yayınladığı bu istatistiğe göre, Türkiye’nin dış ticaret hacminin belirlenmesinde denizyolu taşımacılığının önemi ortaya çıkmaktadır. Dış ticaret rakamlarının artmasının en büyük faktörü olan deniz taşımacılığı yıl içinde gelişen teknoloji ile beraber gelişme göstermektedir. Böylelikle gemi kapasitelerinin arttırılması ve liman hizmetlerinin gelişimi denizcilik ve deniz taşımacılığının gelişimini sağlamasında en önemli etkenlerdir (Kol, 2010).

2.2. Limanlar ve Yük Elleçleme Operasyonları

Liman, gemilerin dalga, fırtına, akıntı gibi dış maruziyetlerden korunması, yakıt ve erzak ihtiyacını gidermesi, gemiden kıyıya ve kıyıdan gemiye yolcu ve yük akışını sağlaması için gerekli tesis ve donanımı içeren su alanlarına denir (Bartan, 2007). Bir başka tanımda uluslararası deniz ticareti ve taşımacılığı oluşumunun en önemli öğesi limanlardır. Limanlar, gemi ile pazar arasında ürün ve yolcu taşımayı, yük depolamayı, gemiye yakıt ikmali veya erzak tedariki sağlamayı ve bu hizmetleri verebilmesi için bütün altyapı ve donanımı bünyesinde bulundurmayı amaçlayan yerdir (Koldemir, 2008).

Limanlar, gemilere ve yüklere ilişkin verdiği hizmetle denizyolu ve uluslararası ticaretin en önemli halkasıdır. Liman işletmelerinde çok çeşitli operasyon gerçekleşmektedir. Bu operasyonlar limanların gemilere ve yüklere verdiği hizmetler içindir ve şu şekilde sıralanır (Töz ve Köseoğlu, 2015);

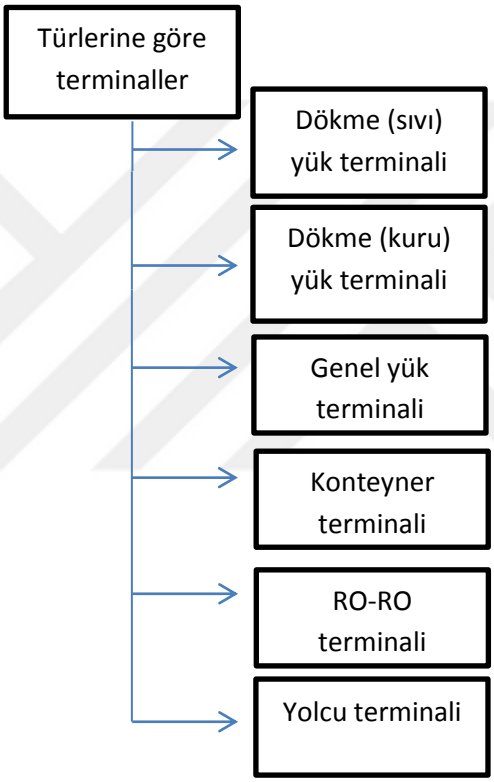
- Deniz Operasyonları: Gemilerin ihtiyaçlarına yönelik yapılan operasyonel süreçtir. Bu ihtiyaçlar geminin barınması, rıhtıma bağlanması, yakıt ikmali ve malzeme tedariki yer alır.
- Yük Operasyonları: Yüklerin limandan gemiye, gemiden limana gerçekleşen elleçleme operasyonlarının tümünü kapsar.
- Yolcu Operasyonları: Yolcu taşıma esnasındaki hizmetlerin tümüdür.
- Diğer Operasyonlar: Liman işletmelerinde idari tarafından gerçekleştirilen yönetimsel faaliyetlerin hepsi bu başlık altında incelenir.

Liman yönetimi, gümrük, göçmenlik, sağlık ve ilkyardım hizmetleri, atık toplama ve çevre sağlığı hizmeti sunar. Diğer operasyon personeli, bakım-onarım birimi, destek birimi, gemi inşaat ve gemi makinaları mühendisleri olarak sınıflandırılır.

- Destek Operasyonları: Destek faaliyetleri, diğer operasyonlardan farklı olarak direkt operasyonlarda yer almayıp, bu operasyonlarda çalışanlara hizmet veren birimdir.

Limanların verdiği hizmetlerden biri olan yük elleçleme yük operasyonları başlığı altında incelenir ve limanın en kritik operasyonlarından birisidir. Yük elleçleme; yük doldurma-boşaltma, yükleme, yük depolama, yük taşıma, yük paketleme

operasyonlarının tümünü kapsamaktadır. Yük elleçleme operasyonları terminallerin türüne göre farklılık gösterebilir. Örneğin; sıvı yük terminallerinde yük elleçleme operasyonu olarak daha çok, doldurma ve boşaltma operasyonu görülürken, konteyner terminallerinde paketleme ve yükleme operasyonları ağırlıktadır. Terminal, sadece bir tür yük elleçlemede uzmanlaşmış liman tesisleridir. Yük ve gemi operasyonları için önemli olan terminaller Şekil 2.4' te olduğu gibi altı gruba ayrılır (Köse ve diğ., 2018; Ertuğrul, 2010);

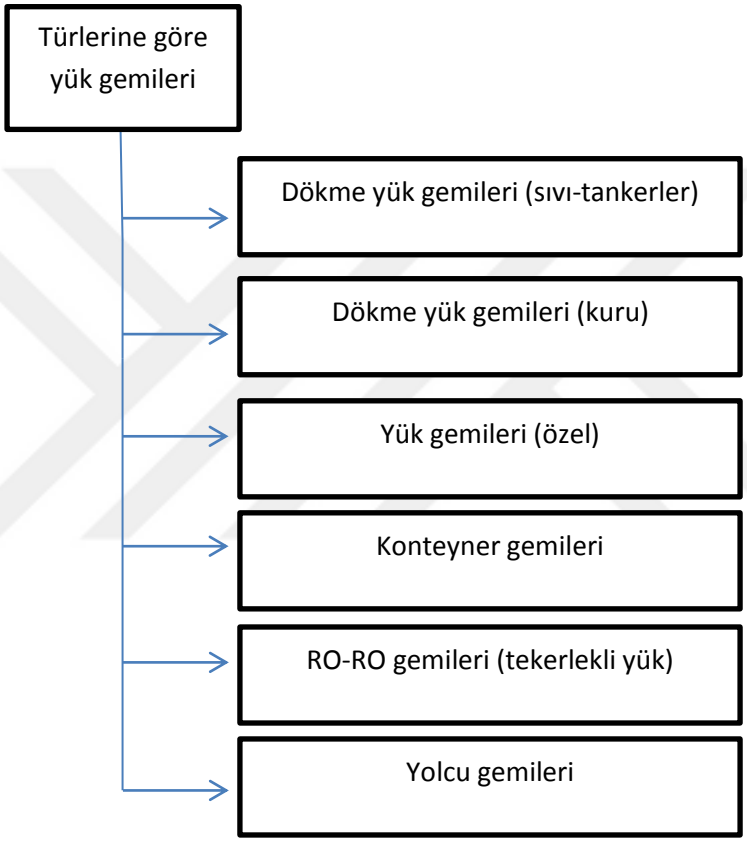


Şekil 2.4. Terminal Türleri (Ertuğrul, 2010; Esmer, 2019)

Limanlarda zamanla gerçekleşen teknolojik ve lojistik gelişmeler ile yük elleçleme operasyonları da gelişme kaydetmektedir. Teknolojik ve lojistik gelişmelerin yanı sıra uluslararası ticaretin ve pazarların da artmasıyla yük elleçleme operasyon zincirinin en önemli halkası olan gemilerin de daha modern, yüksek kapasiteli ve yük cinsine uygun gelişmesi gözlemlenmektedir (Zorba, 2009). Deniz taşımacılığı yapan işletmeler ve terminaller uluslararası arenada rekabet edebilmesi için modern yüke uygun gemileri

kullanmaktadır. Taşıma operasyonunun en önemli unsuru olan gemiler, yükün limandan pazara, pazardan limana ulaşmasını sağlayan araçtır (Akgül ve diğ., 2015).

Geminin en önemli görevi yükü en iyi şekilde pazara ulaşımını sağlamasıdır. Bundan dolayı gemi türleri yük cinsine göre değişiklik gösterir. Şekil 2.5' te görüldüğü üzere yük gemisi türleri altı başlık altında incelenir (Esmer, 2019);



Şekil 2.5. Yük Gemisi Türleri (Esmer, 2019)

2020'de 100 groston ve üzeri küresel ticari nakliye filosu %3 büyüyerek 99800 gemiye ulaşmıştır. Ocak 2021' de kapasite 2,13 milyar ton ölü ağırlığa eşdeğer olmuş ve aynı yılda son yirmi yılın en yüksek konteyner ve LNG gemisi üretimine başlanmıştır. Tablo 2.2'de 2020 ile 2021 arasındaki gemi tipine göre ölü ağırlık miktarındaki değişim verilmektedir. Bu tabloya göre filodaki artış ve buna göre deniz taşımacılığının bir yıldaki değişimi gözlemlenmektedir (UNCTAD, 2021).

Tablo 2.2. Gemi Türüne Göre Dünya Filosu 2020-2021 (UNCTAD, 2021)

GEMİ TÜRÜNE GÖRE DÜNYA FİLOSU 2020-2021					
Gemi Türü	**2020**		**2021**		**Değişim Yüzdesi**
Dökme Yük Gemileri	879725	%42,47	913032	%42,77	%3,79
Sıvı Dökme Yük Gemileri	601342	%29,03	619148	%29	%2,96
Konteyner Gemileri	274973	%13,27	281784	%13,2	%2,48
Genel Yük Gemileri	238705	%11,52	243922	%11,43	%2,19
Diğer Türdeki Gemiler	76893	%3,71	76754	%3,6	-%0,18
Toplam	2071638		2134640		%3,04

Tablo 2.2 incelendiğinde gemilerin yük miktarı kapasitesinin artması ve aldığı mesafenin gelişimi, liman hizmetlerinin ve yük elleçleme operasyonlarının gelişmesi dolayısıyladır.

2.3. Yük Kavramı ve Tehlikeli Yükler

Limanlar, liman kullanıcılarına ve gemilere hizmet sunan tesislerdir. Liman işletmelerinin sunduğu yük elleçleme hizmeti en temel hizmetlerin başında gelmektedir. Yük, üreticinin veya ticari bir işletmenin kazanç sağlamak için taşıttığı mal ya da malların tümüne denir. Bu nedenle taşıyan, taşıtan ve alıcının en çok fayda sağladığı kalem elleçlenen yükler olduğu için liman hizmetlerinde yüke sağlanan hizmet liman kullanıcıları için çok önemlidir.

Liman işletmelerinde yüklere ve gemilere verilen hizmetler olarak iki başlık altında incelenir. Yüklere verilen hizmetler aşağıda tanımlanmaktadır (Esmer, 2019);

Yükleme: Yükün depodan ya da kapıdan gemiye aktarılması işlemidir.

Boşaltma: Geminin ambarından, güvertesinden ya da tankerinden limana aktarılması işlemidir.

Depolama: Boşaltılan yüklerin ya da yüklenecek olan yüklerin alıcısına ulaşmadan önce liman işletmesi tarafında açık veya kapalı bir alanda tutulmasıdır.

İç Taşıma: Gemiden boşaltılan yükün depoya ya da depodan yüklenecek ürünün gemiye liman taşıma ekipmanlarınca nakliye işlemine denir.

Ambalajlama/Paketleme: Yük ilgilisinin, yükün paketlenmesi işlemini liman işletmelerinden talep edebilir. Liman işletmelerinin sağladığı bu hizmet katma değer yaratan bir hizmettir.

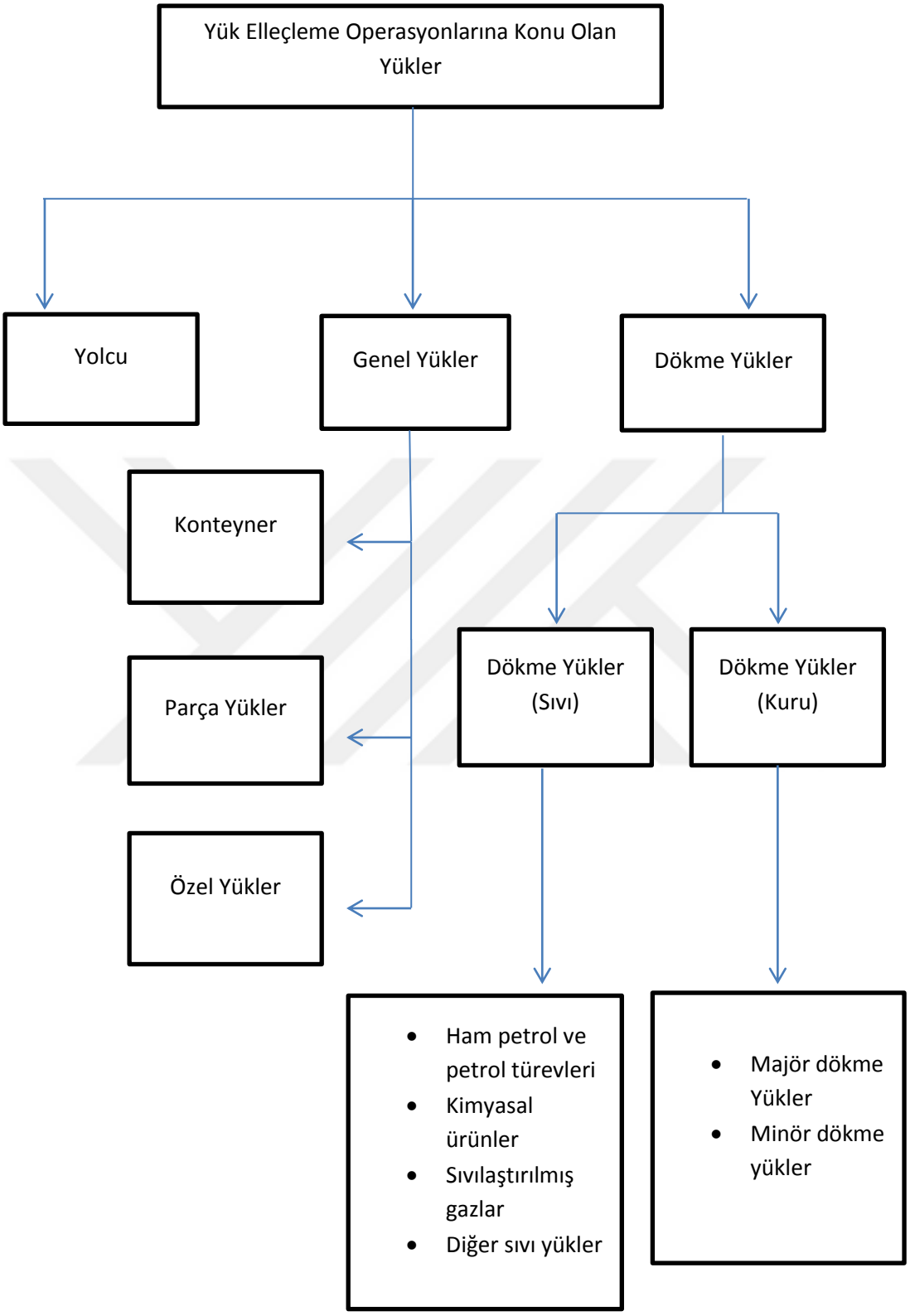
Tehlikeli Yüklerin Elleçlenmesi: Limanda tehlikeli yüklerin elleçlenme operasyonunu iş ve çevre güvenliğinin sağlanabilmesi için ilgili tüm mevzuatlara göre yerine getirilmesidir.

İstifleme: Yüklerin düzenli bir şekilde yerleştirilmesi işlemine denir

2.3.1. Yüklerin Sınıflandırılması

Yük taşımacılığında denizyolu, farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip endüstriyel hammaddelerin taşınmasında en güvenilir, en maliyetsiz olmasının yanı sıra çok miktarda ve büyük hacimde taşınabilmesinden dolayı dünyada en çok kabul gören taşımacılık yöntemidir. Farklı fiziksel ve kimyasal özelliğe sahip endüstriyel hammaddeler ve ürünler nedeniyle denizyolu taşımacılığında yüklerin sınıflandırılması gerekmektedir (Dursun ve Sercan, 2012).

Denizyolu taşımacılığında hız, zaman ve maliyet baz alındığında yük türlerine göre gemi ve terminaller oluşturulur bununla birlikte gemi ve terminallere yüke uygun donanım ve altyapı kazandırılır (Dursun ve Sercan, 2012). Denizyolu taşımacılığında yük türüne göre gemi ve terminal türü Şekil 2.4 ve Şekil 2.5’ te verilmektedir. Buna göre yıllar boyunca denizyolu ile taşınan yük türleri çeşitli değişime uğramıştır ve bu değişim devam etmektedir. Arz ve talep arasındaki dengesizlikler, üretim süreçlerinin ve tüketim ihtiyaçlarının değişimi, mevsimsellik, enerji ve yer altı kaynaklarının değişimi ve gelişimi, iş gücü ve iş süreçlerinde yaşanan farklılıklar, gelişen teknoloji ile beraber gemilerin ve terminallerin gelişimi yük türlerinin de değişiminin nedenidir. Günümüzde denizyolu taşımacılığında yük türleri sınıflandırılarak ve Şekil 2.6’ da olduğu gibi literatüre dahil edilmiştir (Esmer, 2019);



Şekil 2.6. Yük Elleçleme Operasyonlarına Konu Olan Yükler (Esmer, 2019)

2.3.2. Tehlikeli Yükler ve Özellikleri

Denizyolu taşımacılığı tehlikeli yük taşımacılığının en fazla yapıldığı taşımacılık türüdür. Tehlikeli yük taşımacılığında denizyolunun daha çok tercih edilmesinin nedeni güvenli ve daha az maliyetli olmasından dolayıdır. Sanayinin üretimde ihtiyaç duyduğu hammaddelerin bir kısmını tehlikeli maddeler oluşturur. Kimya, plastik, tarım, kozmetik gibi birçok sektörde hammadde veya mamul olarak bulunmaktadır.

Tehlikeli yükler insan sağlığı ve çevreye zararının yanı sıra farklı zararlı etkileri de vardır. Bunlar patlayıcılık, aşındırıcılık, yanıcılık, zehirlilik, bulaşıcılık gibi özelliklerdir. Katı ve sıvı halde elleçlenen tehlikeli yükler, dökme, konteyner, RO-RO veya tankerli taşımalarla nakli sağlanabilmektedir. İnsan sağlığı ve çevreye zararlı etkisinin yok edilebilmesi ve bu taşımacılıktan kaynaklı oluşabilecek iş kazaların önüne geçilebilmesi adına Uluslararası Denizcilik Örgütü, IMDG Code mevzuatını yayımlamıştır. IMDG Code, tehlikeli maddelerin sınıflandırılmasında, kullanılacak ambalajların ve taşımacılık yöntemlerinin belirlenmesinde, tehlikeli sınıfa göre uygulanması gereken operasyonlar hakkında oluşturulmuş çok önemli bir standarttır (Ünal ve Usluer, 2015).

> "IMDG Code hükümlerine göre tehlikeli maddeler arz ettikleri veya en baskın tehlikeye göre 1'den 9'a kadar sınıflandırılmıştır. Bu sınıflardan bazıları kendi içinde alt gruplara da ayrılmıştır. Bu sınıflar ve alt gruplar aşağıdaki gibidir (IMDG Kod, 2018);
>
> Sınıf 1: Patlayıcılar
>
> Tehlike bölümü 1.1: Kütlesel patlama tehlikesi olan maddeler ve nesneler
>
> Tehlike bölümü 1.2: Kütlesel patlama tehlikesi olmayıp, saçılma/fırlama tehlikesi olan maddeler ve nesneler
>
> Tehlike bölümü 1.3: Yangın tehlikesi veya hafif bir patlama ya da hafif bir fırlama tehlikesi veya her ikisi birden olan, ancak kitlesel patlama tehlikesi olmayan madde ve nesneler
>
> Tehlike bölümü 1.4: Belirgin bir tehlike içermeyen maddeler ve nesneler
>
> Tehlike bölümü 1.5: Kütlesel patlama tehlikesi olan ancak hassasiyeti çok az olan maddeler
>
> Tehlike bölümü 1.6: Kütlesel patlama tehlikesi olmayan, aşırı derecede düşük hassaslık düzeyindeki nesneler
>
> Sınıf 2: Gazlar

Sınıf 2.1: Alevlenebilir gazlar

Sınıf 2.2: Alevlenmeyen, zehirsiz gazlar

Sınıf 2.3: Zehirli gazlar

Sınıf 3: Alevlenebilir sıvılar

Sınıf 4: Alevlenir katılar; Kendiliğinden yanmaya yatkın maddeler; Su ile temas ettiğinde alevlenebilir gazlar açığa çıkaran maddeler;

Sınıf 4.1: Alevlenebilir katılar, kendiliğinden tepkimeye giren maddeler, duyarlılığı giderilmiş katı patlayıcılar ve polimerleştirici maddeler

Sınıf 4.2: Kendiliğinden yanmaya yatkın maddeler

Sınıf 4.3: Su ile temas ettiğinde alevlenebilir gazlar açığa çıkaran maddeler

Sınıf 5: Oksitlenmeye neden olan maddeler ve Organik peroksitler

Sınıf 5.1: Yükseltgen maddeler

Sınıf 5.2: Organik peroksitler

Sınıf 6: Zehirli ve Bulaşıcı maddeler

Sınıf 6.1: Zehirli maddeler

Sınıf 6.2: Bulaşıcı maddeler

Sınıf 7: Radyoaktif maddeler

Sınıf 8: Aşındırıcı maddeler

Sınıf 9: Muhtelif tehlikeli maddeler ve nesneler

Bu sınıfların ve bölümlerin sayısal sırası, tehlike derecesine göre değildir." (IMDG, 2018).

2.3.3. Denizyolu İle Tehlikeli Yük Taşımacılığı

Denizyolu ile taşınan tehlikeli yükler kaza yaşanması durumunda insan ve çevre sağlığına ciddi zararlar verebilecek etkiye sahiptir. Taşınan tehlikeli yüklerin oluşturduğu olası riskleri tespit etmek ve yok etmek veya olası kazanın gerçekleşmesi durumunda etkisini azaltabilecek düzeltici ve önleyici faaliyetler çok önemlidir. Daha önemlisi tehlikeli maddelerin insan ve çevre sağlığına zararını önleyebilmek adına taşıma, depolama ve elleçleme kurallarına uyulması zorunludur (Mert ve Çetinyokuş, 2020).

Denizyolu ile taşınan tehlikeli yükler için uyulması gereken kuralların gerekliliği 1929 yılında Safety of Life at Sea (SOLAS) konferansında karara bağlanmıştır. Daha sonra 1948 yılında tehlikeli maddelerin denizyolu ile taşınması ile ilgili kuralların yürürlüğe girmesi için konferans düzenlenmiştir. Uluslararası Denizcilik Örgütü genel kurulunda ise "Denizyolu ile Taşınan Tehlikeli Maddelere İlişkin Uluslararası Kod (IMDG Kod)" kullanılmaya başlanması kararına varılmıştır. Denizyolu ile tehlikeli yüklerin taşınması ile ilgili kurallar SOLAS' ın 7. bölümünde belirtilir. Bu bölümde tehlikeli maddelerin paketlenme ve istiflenme ile ilgili uyulması gereken kurallar ve alınması gereken önlemlerden bahsedilmektedir. Ayrıca etiketlenme ve işaretleme ile alakalı uyulması gereken prosedürler de bu bölümde yer almaktadır (Sıtkı, 2017).

IMDG Kod hükümlerinde denizyolu ile taşınan tehlikeli maddeler için elleçleme ve kıyı personellerinin eğitimi, güvenlik hükümleri, tehlikeli maddelerin sınıflandırılması, tehlike sınıflarının özellikleri, tehlikeli madde listesi, paketleme, istifleme, ayırma, etiketleme ve işaretleme, belgeleme, ambalajlar, tank ve dökme yük konteynerlerinin kullanımı ve özellikleri, sevkiyat prosedürleri ve taşıma operasyonları hakkında bilgi verir (IMDG Kod, 2018).

Ülkemizde aynı zamanda "Tehlikeli Maddelerin Denizyoluyla Taşınması Hakkında Yönetmelik" hükümleri de uygulanmaktadır. SOLAS ve IMDG Kod hükümleriyle birbirine paralel olan bu yönetmelik hükümlerinde taşıma faaliyetlerine ilişkin hükümler, güvenlik planı gereklilikleri, yük sahibi, liman işletmecisi ve gemi kaptanının sorumluluklarının yanı sıra liman işletmelerinin alması gereken tedbirler de yer alır (Tehlikeli Maddelerin Denizyoluyla Taşınması Hakkında Yönetmelik, 2015).

3. LİMANLARDA TEHLİKELİ YÜK OPERASYONLARI

Limanlardan gemilere, gemilerden limanlara elleçlenen tehlikeli yükler, çevre sağlığı ve liman çalışanlarının sağlığı açısından ciddi tehdit oluşturmaktadır. Elleçlenen bu tehlikeli yüklerin operasyon esnasında kaza gerçekleşmesine sebebiyet vermesi liman, deniz ve insan sağlığı açısından zararlı sonuçları olmaktadır (Boran ve Alkan, 2018). Tehlikeli maddeler yükleme-boşaltma, doldurma, taşıma ve paketleme esnasında hassas davranılması gereken ürünlerdir. Bu yüzden operasyonlar esnasında oluşan risklerin, düzeltici ve önleyici faaliyetler ile önüne geçilmesi gerekmektedir (Tatar ve Özer, 2018).

3.1. Limanlarda Tehlikeli Yük Operasyonlarından Kaynaklı Oluşan Riskler

Günümüzde AB ülkeleri ve diğer gelişmekte olan ülkelerin denizyolu ile ticareti oldukça yüksek seviyededir. Sadece Avrupa' da üç yüzün üzerinde Ro-Ro, genel yük, sıvı ve kuru dökme yük, yüz otuza yakın konteyner elleçlemek için liman bulunmaktadır. Elleçlenen bu yüklerin bir kısmını oluşturan tehlikeli yükler, limanlarda ve gemilerde kaza riskinin oluşturmasından kaynaklı potansiyel bir tehdit olarak karşımıza çıkmaktadır. FACTS' in raporuna göre 1960 ve 2010 yılları arasında gerçekleşen 961 kazanın %42' sini tehlikeli yükler, % 42' sini de petrol ve petrol ürünleri oluşturmuştur. Petrol ve petrol türevlerinin malzeme güvenlik bilgi formları incelendiğinde, bu ürünlerinde aynı zamanda tehlikeli yük olduğu görülmektedir. Totalde gerçekleşen 961 kazanın %84'ünü tehlikeli yükler direkt veya dolaylı olarak neden olmuştur (Peralta ve diğ., 2020).

Janno ve Koppel, (2018) yaptıkları çalışmada tehlikeli yüklerin bütün taşımacılık türlerinde oluşturduğu riskleri tanımlamışlar ve risk değerlendirmesi yapmışlardır. Tehlikeli yük taşımacılığında, tehlikeli yüklerin yanlış sınıflandırılması, yüklerin doğru miktarda yüklenmemesi, yanlış ambalaj kullanılması, etiketleme ve işaretlemenin yapılmaması ve depolama ile emniyet koşullarının yetersiz olmasını risk unsurları olarak belirlemişlerdir.

Romer ve diğ., (1995) denizyolu ile tehlikeli yük taşımacılığı sırasında meydana gelen kazalar ile ilgili yaptıkları çalışmada, taşıma ve elleçleme sırasında tehlikeli madde

taşınmış boş ve temizlenmemiş tank, varil, IBC veya konteynerin temizlenmesi ya da onarılması işleminin kaza oluşturabilecek bir risk unsuru olduğuna değinmişlerdir. Denizyolu ile tehlikeli yük taşımacılığında gerçekleşen kazaların analizinin yapıldığı başka bir çalışma gerçekleştiren Ellis, (2011) içinde tehlikeli madde olan ambalajın, varilin, IBC' nin veya konteynerin kapaklarının veya valflerinin açık veya arızalı olması insan ve çevre sağlığı açısından çok büyük risk teşkil ettiğinden bahsetmiştir.

Japonya'da gerçekleşen tehlikeli yük kazalarının istatistiksel analizini yapan Ohtani ve Kobayashi, (2005) iş kazalarına neden olan en büyük risk unsurlarından biri olan statik elektriklenme üzerinde durmuşlardır. Liman ve terminallerdeki depo alanlarında statik elektriklenme ve tutuşma kaynaklarına karşı yeterli önlemin alınmamasının tehlikeli yük kazalarının oluşmasına neden olabilecek bir risk unsuru olduğundan bahsetmişlerdir.

Peralta ve diğ., (2020) tehlikeli yük bulunan terminallerin daha güvenli olabilmesi için yerleşim planı çalışması yapmışlar, bu çalışmada tehlikeli madde depolamasından kaynaklı oluşabilecek risklerden bahsetmişlerdir. En dikkat çekici risk unsuru olarak depolama tanklarının veya tankerlerin mevzuatta geçen dolum miktarını aşmasından kaynaklı kazaların oluşabileceğini belirtmişlerdir. Yine buna benzer Molero ve diğ., (2017) yaptıkları çalışmada konteyner ile taşınan tehlikeli maddelerin güvenliğini ve operasyonel kabiliyetini arttırabilmek adına limanların tasarımından bahsetmişler, tehlikeli yük bulunan konteynerlerin elleçlenmesinde kullanılan ekipmanların güvenirliliğinin olmamasının çok ciddi bir risk olduğunu savunmuşlardır.

Tehlikeli yüklerin oluşturduğu riskler ile alaklı Ünal ve Usluer, (2015)' in yapmış oldukları çalışmada üç risk unsurunun üzerinde durarak liman işletmeleri için tehlikeli yük elleçleme eğitimlerinin gerekliliklerinden bahsetmişlerdir. Bu risk unsurları, dökme yük halinde taşınan zehirli, kimyasal tehlikeli yüklerin kaza ya da işletme sebebiyle deniz ortamına karışması, bir diğeri Sınıf 1, Sınıf 6.2 ile Sınıf 7 grubundaki ambalajlama grubu I olan tehlikeli maddelerin limana yakın rıhtım veya iskelelerde boşaltma veya yükleme yapılması ve son olarak da tehlikeli yüklerin gemiye yüklenirken ve boşaltılırken LIFO yönteminin uygulanmaması olarak belirtmişlerdir.

Tırpan, (2018) denizyolu taşımacılığında tehlikeli yüklerin boşaltılması ve yüklenmesi esnasında oluşabilecek risklerin analizini yapmış olduğu çalışmada değerlendirme yapmış olduğu iki risk dikkat çekmiştir. Bunlardan biri, tehlikeli yük taşıtan veya yükletenlerin gemilerin liman sularında veya boğaz ile dar geçitlerde klavuz kaptan hizmeti almamasının bir risk unsuru olduğundan bahsetmiştir. Bir diğeri ise IMDG Kod sınıfında yer alan alevlenebilir maddelerin boşaltma yada yükleme işlemi yapılmadan önce ortamın gaz ölçümlerinin yapılmadan gerçekleşmesinin de bir risk olduğunu belirtmiştir.

Tatar ve Özer, (2018) Hopa limanı tank terminalinde yangın güvenliğinin sağlanması amacıyla, depolanan ve elleçlenen tehlikeli maddeler hakkında yaptıkları incelemede, kıyı personelinin tehlikeli yük dolumu esnasında yükün durumuna uygun kişisel koruyucu donanımını giymemesi, kıyı personelinin sağlığı ve güvenliği açısından risk oluşturduğunu savunmuşlardır.

Batarliene, (2008) tehlikeli yük taşımacılıklarındaki yeni teknolojiler hakkında yaptığı çalışmada, en çok yapılan hatalardan biri olan, tehlikeli yük taşımış boş ve temizlenmemiş ambalajların, konteynerlerin, tankların ve gemi ambarlarının içine farklı sınıfta başka bir tehlikeli yük doldurmak çok ciddi kazaların oluşmasına sebep olabileceğinden bahsetmiştir. Bu hatanın oluşturduğu risk insan ve çevre sağlığı açısından geri dönülemez bir sonuç doğurabileceğini belirtmiştir.

3.2. Limanlarda Tehlikeli Yük Operasyonlarında Düzeltici ve Önleyici Faaliyetler

DÖF, işletmelerde kazaların, ramak kala olaylar ile uygunsuz durumların değerlendirilmesi ve bu olaylardan kaynaklanabilecek insan ve çevre sağlığını olumsuz yönde etkileyebilecek sonuçları yok etmek veya azaltabilmek için yapılması gereken faaliyetleri belirleyen prosedürlerdir. Olayların nedenlerini yok etmek için uygulanan düzeltici ve önleyici faaliyet problemlerin türüne ve büyüklüğüne uygun olmalı ve iş sağlığı güvenliği kurallarıyla ile çelişmemelidir (Kurt ve Özdemir, 2003).

İş sağlığı ve iş güvenliği yönetim sistemlerinin vazgeçilmez unsuru olan düzeltici ve önleyici faaliyetler aynı zamanda liman işletmelerinde tehlikeli yük operasyonlarının

oluşturduğu risklerin önüne geçebilmek adına uygulanabilecek en etkili yöntemlerdir. Limanlarda tehlikeli yük operasyonlarında önleyici faaliyetlerin birçoğu IMDG Kod mevzuatında mevcuttur. IMDG Kod, (2018) mevzuatına göre önleyici faaliyetlerden biri olan tehlikeli madde yükleme operasyonlarının ayırma tablosuna göre yapılmasıdır. Ayırma tablosu, yüklenecek farklı sınıftaki tehlikeli yüklerin hangilerinin beraber yüklenebileceğini gösteren tablodur. Böylelikle birlikte yüklendiğinde risk teşkil edecek tehlike sınıflarının oluşturabileceği kazaların önüne geçilmiş olunacaktır. Diğer önleyici unsurlar kıyı personelinin tehlikeli yüklerin IMDG Kod mevzuatına uygun şekilde sınıflandırılmasını ve kontrolünü sağlamak, kıyı personelinin boşaltma işlemi sırasında konteynerlerin, ambalajların, varillerin ve tankların operasyonu tehlikeye sokacak biçimde deformasyona uğramış olup olmadığını kontrol etmek, maddenin kaynama derecesine göre doldurma derecesinin hesaplanması ve maddenin özel hükümleri ve operasyon şartlarının incelenmesi, kıyı personeli ambalajlama şartlarını veya karışık ambalajlama şartlarını ilgilendiren zorunluluklarını sağlaması ve kıyı personelinin ambalajların işaretlenmesi ve etiketlenmesini ilgilendiren zorunlulukları sağlaması IMDG Kod mevzuatıyla elde edilebilecek düzeltici ve önleyici faaliyetlerdir.

Tehlikeli maddelerin denizyoluyla taşınması hakkında yönetmelikte de tehlikeli yüklerin elleçleme esnasında oluşturduğu risklere karşı alınabilecek önlemlere yer verilmiştir. Bunlardan biri, "Tehlikeli madde elleçlemesinde görevli kıyı tesisi personeli, gemi adamları ve yüke ilişkin diğer yetkili kişilerin depolama esnasında yükün fiziksel ve kimyasal özelliklerine uygun koruyucu giysileri giymesidir". Böylelikle tehlikeli yüklerin oluşturduğu potansiyel tehditlere karşı çalışanların sağlık ve güvenliğini sağlamak adına bir kişisel koruma önlemidir. Diğeri ise "Kıyı personeli tehlikeli maddeler ile ilgili faaliyetleri bu işlere uygun olarak tesis edilmiş rıhtım, iskele, depo ve antrepolarda yapmasıdır". Elleçleme ve depolama şartlarının bu tür yüklerde herhangi bir kaza yaşanmaması için daha elverişli hale getirilmesi için gereklidir.

Molero ve diğ., (2017) konteyner ile taşınan tehlikeli maddelerin güvenliğini sağlamak için liman tasarımından bahsettikleri çalışmada, iklim koşullarına göre (rüzgar hızı, sıcaklık, yağışlar, nem vb.) tasarlanması ve güvenlik önlemlerinin alınması gerektiğini bir risk önleyici faaliyet olarak savunmuşlardır. Liman ve terminallerin tehlikeli madde elleçleme ve depolama için iklim şartlarına uygun tasarlanmasının önemini

anlatmışlardır. Yine benzer başka bir çalışmada Peralta ve diğ., (2020) tehlikeli yüklerin depolanması için liman içinde ayrı bir bölge tasarlanması ve oluşturulması gerekliliğinden bahsetmişlerdir. Hem depolama şartlarının farklı olmasından hem de bir kaza gerçekleşmesi durumunda işletmeye, insan sağlığına ve çevreye ciddi oranda zarar vermesini önlemek adına bu düzeltici ve önleyici faaliyetin gerekliliğinin önemini vurgulamışlardır.

İş ekipmanlarının kullanımında sağlık ve güvenlik şartları yönetmeliğinde, "İşveren tehlike yaratabilecek iş ekipmanının, periyodik kontrollerini yapmaya yetkili kişilerce periyodik kontrollerinin yapılmasını sağlar". Özellikle tehlikeli yük elleçlemede kullanılan iş ekipmanlarının periyodik kontrollerinin yönetmelik uyarınca belirlenen aralıkta yapılması oluşabilecek riskleri önlemek adına çok önemlidir. Aynı zamanda periyodik kontrolü yapmaya yetkili kurum ve kuruluşlarca bu işlemin yapılması yönetmelikçe zorunludur.

Liman işletmelerinde tehlikeli yük elleçlemede çalışanların eğitimi üzerine Ünal ve Usluer, (2015)' in yaptıkları çalışmada, kıyı personelleri ve liman çalışanlarına IMDG Kod, temel kimyasal eğitim, göreve yönelik eğitim ve elleçlenen kimyasal ürünlerin MSDS' leri konularında belli periyotlarda eğitim verilmesi, tehlikeli yüklerin oluşturduğu riskler konusunda çalışanları bilgilendirmek alınabilecek önlemlerin başında geldiğini belirtmişlerdir.

Tırpan, (2018) çalışmasında konteynerlerden tehlikeli yük elleçlenmesine ilişkin oluşabilecek risklerin analizi yapılmış, düzeltici ve önleyici faaliyet olarak en dikkat çekeni tehlikeli yük taşıyan gemilerin boğazlardan, kanallardan ve sığ sulardan geçerken klavuzluk ve römorkaj hizmeti alması olduğunu savunmuştur. Tehlikeli yük taşıyan gemilerin bu alanlarda kaza geçirmesi, hem çalışanların sağlığına tehdit olmakla birlikte denizlerin kirlenmesine de sebebiyet verebileceğini belirtmiştir. Bu riski önlemek için klavuzluk ve römorkaj hizmeti önerilmiştir. Aynı çalışmada bir başka önleyici faaliyet olarak yaz ikliminde ve sıcak havalarda alevlenebilir yüklerin ıslatılarak nem kazandırılması suretiyle yangın çıkmasını engelleme olarak sunmuştur. Ortam koşullarının sıcak olması alevlenebilir tehlikeli yüklerin tutuşmasına ve bununla birlikte yangın çıkma riskinin gerçekleşmesine neden olabilir. Böyle yüklere kıyı personelinin soğutma işlemi yani nem kazandırma, ıslama işlemi yapması riski önleyici

bir faaliyettir. Diğer bir önleyici faaliyet olarak ta tehlikeli yük operasyonları başlamadan önce iş güvenliği uzmanı tarafından gaz ölçümlerinin yapılması olarak tanımlamıştır. Bu tanımlamaya göre çalışanların ambalajların deforme olması veya valflerin yada kapakların açık kalarak ortama gaz sızıntısı olması ile tehlikeli yükün özelliğine göre zehirlenme, aşınma, yanma veya patlama riskiyle karşı karşıya kalmasına neden olduğunu savunmuştur. Bunun için elleçleme operasyonundan önce gaz ölçümü yapılması, bu riskin önlenmesinde en etkili önleyici faaliyetlerden biri olduğunu göstermiştir.

3.3. Limanlarda Tehlikeli Yük Operasyonlarına İlişkin Kazaların İncelenmesi

Tehlikeli yükler denizyolu taşımacılığında da çok ciddi kazalara sebep olmaktadır ve olmaya devam etmektedir. IMDG Kod, SOLAS sözleşmesi ve Uluslararası Denizcilik Örgütü uygulamalarının eksik ya da yanlış yerine getirilmesi veya hiç yerine getirilmemesi bu kazaların olmasına neden olmaktadır (Zorba, 2009). Önceki konularda da bahsedildiği gibi FACTS' in raporuna göre yük nedeniyle gerçekleşen 961 kazanın %42' sini tehlikeli yüklerin oluşturduğu görülmektedir. Bu sonuç ile tehlikeli yüklerin oluşturduğu kaza potansiyelinin ne kadar yüksek olduğu bilinmektedir.

Başlıca tehlikeli yüklerden kaynaklı dünya genelinde yaşanan kazaları incelediğimizde akıllara ilk gelenlerden biri 1917 yılında Amerika'dan Halifax limanına gelen ve 2600 ton patlayıcı yüklenen "Mont Blanc" isimli gemi seyir hatasından dolayı "Imo" isimli başka bir gemiyle çatışması sonucu yangın çıkmış ve yüklü olan 2600 ton patlayıcı infilak etmiştir. Çok miktarda patlayıcının infilak etmesi sonucu zayiat büyük olmuş, sonucunda 3000 kişinin ölümüne, 9000 kişinin yaralanmasına ve şehirdeki 6000 evin tamamen yok olmasına neden olmuştur (Zorba, 2009).

Başka bir tehlikeli yük taşımacılığı kazası olan 1974 yılında Tokyo körfezinde gerçekleşen kazada Japon LPG tankeri "Yuyo Maru No.10", Liberya yük gemisi "Pasific Ares" ile çatışmıştır. Petrol tankı ve nafta yükünün de bulunduğu Japon gemisinde bu iki maddenin bulunduğu tank yarılmış, nafta yükü ve petrol su yüzüne akıp diğer gemi Pasific Ares'e ulaşmıştır. Nafta kolay tutuşan tehlikeli madde olduğundan dolayı yangın çıkmış, bundan dolayı Japon gemisinde 5 personel, Liberya gemisinde 28 personel yaşamını yitirmiştir (Zorba, 2009).

1980 yılında Malezya limanında gerçekleşen bir başka tehlikeli yük kazası olan "Port Kelang", liman deposunda bulunan tehlikeli yüklerin tutuşması sonucu yangın başlamış, aynı zamanda boş gaz silindirlerinin bu yangından etkilenip patlayarak tüm limana yangının yayılmasına neden olmuştur. Söndürülmesi iki gün süren yangının sonucunda 3 kişi ölmüş, 12 milyon dolarlık zarar ve deponun yok olmasına neden olmuştur (Zorba, 2009).

Panama bayraklı gemi olan Ariadne 1985 yılında, Somali'nin Mogadishu limanındayken çıkan yangından dolayı karaya oturtulmuştur. Gemide bulunan Tetra Etil yangın nedeniyle çok büyük hava ve deniz kirliliğine neden olmuş, limanın tahliye edilmesiyle sonuçlanmıştır (Zorba, 2009).

Difenilmetan, Sodyum ve Anilin yağı gibi tehlikeli yük bulunan "Cason" isimli Panama yük gemisi, deniz suyunun sızmasıyla içinde Sodyum bulunan variller patlamıştır. İspanya' da karaya oturan gemide 23 personel hayatını kaybetmiştir. Aynı zamanda ciddi miktarda tehlikeli madde sızıntısından deniz kirlenmiş, kasabada yaşayanlar tahliye edilmiştir (Zorba, 2009).

Liberya bayraklı tanker "Masqusar" 1989 yılında makine dairesinde yaşanan patlama sonucu yangın çıkmış, kostik, soda, metanol ve çok yüksek zehir etkisine sahip Akrilonitril yangından dolayı toksik gaza dönüşmüş ve etrafa yayılmıştır. Japonya yakınlarında gerçekleşen bu kazada yangın ve kurtarma ekipleri gemi batana kadar 5 gün boyunca toksik gaz nedeniyle yaklaşamamıştır. 23 gemi personelinin tamamı kaza sonucu hayatını kaybetmiştir (Zorba, 2009).

4. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

4.1. Tehlikeli Yük Taşımacılığı ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Tehlikeli maddelerin kullanımı ve bulundurulması başlı başına risk teşkil etmesinin yanı sıra taşınması da aynı şekilde risk taşımaktadır. Önceki konularda bahsedildiği üzere tehlikeli yükler nedeniyle gerçekleşen kazalar incelendiğinde, kazaların sonucunun ölümle sonuçlandığı ve çevresel kalıcı zararlar bıraktığı bilinmektedir. Bu nedenle denizyolu taşımacılığında tehlikeli yüklerin oluşturduğu riskleri belirlemek ve önleyici faaliyetleri ortaya koyabilmek adına literatüre daha çok çalışma kazandırmak önemlidir. Ayrıca bugüne kadar yapılmış olan denizyolu ile tehlikeli yük taşımacılığına ilişkin çalışmaların da kazaların önüne geçebilmek ve riskleri ortadan kaldırabilmek adına önemi çok büyüktür.

Mert ve Çetinyokuş, (2020) denizyolu taşımacılığında tehlikeli yükler nedeniyle gerçekleşen kazaların analizini yapmışlar, kazaların istatistiksel analizini incelemişlerdir. Yangın ve patlama kaynaklı kazaların çoğunun tehlikeli yüklerin oluşturduğunu gözlemlemişler, ikinci aşamada hata ağacı analizi uygulamışlardır. Analiz sonucunda tehlikeli yüklerden kaynaklı gerçekleşen yangın ve patlamanın temel sebebinde insan hatası, makine arızası ve elektrik arızası olduğu tespit etmişler, acil durum planlarının iyileştirilmesi ve kaza verilerinin tutulması gerekliliğinden bahsetmişlerdir.

Zorba, (2009) yaptığı çalışmada tehlikeli yüklerin neden olabileceği kazaların önlenebilmesi için iş güvenliği kültürünün önemini vurgulamıştır. Bundan dolayı konteyner terminallerinde tehlikeli yük operasyonlarında çalışan personelin ve yönetimin, iş güvenliği ile alakalı bilgi birikimine ve eğitime sahip olup olmadığını incelemek, iş güvenliği kültürünün işletmeye entegre edebilmek adına gerekli kriterleri belirlemek ve yöntemleri etkinleştirmeyi çalışmanın hedefi olarak belirlemiştir.

Ünal ve Usluer, (2015) denizyolu taşımacılığında tehlikeli yüklerin özellikle iş kazalarının önlenmesi adına dikkat edilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. İnsan, çevre sağlığı ve deniz kirliliğinin önüne geçilebilmesi adına tehlikeli yük operasyonlarından kaynaklı oluşabilecek kazaların liman çalışanlarının tehlikeli yük konusunda

bilgilendirilmesi ve eğitilmesi gerekliliğini savunmuşlardır. Ayrıca ulusal ve uluslararası mevzuatlarda tehlike yük operasyonları ile ilgili uygulanacak eğitimleri ve gerekliliklerini de incelemişlerdir.

Sıtkı, (2017) Mersin limanını örnek gösterdiği tehlikeli bozunabilir yüklerin denizyolu ile taşınması hakkında yaptığı çalışmada, tehlikeli yüklerin denizyolu ile taşınmasını dünyada ve Türkiye'de istatiksel olarak incelemiştir. Ayrıca denizyolu ile tehlikeli yüklerin taşınmasında ulusal ve uluslararası mevzuata uygun olarak operasyonların yürütülmesinin önemini vurgulamış, liman ve gemi çalışanları için iş güvenliği ve emniyetli elleçleme operasyonlarını öneminden bahsetmiştir.

Kuzu, (2021) yaptığı çalışmada denizyolu taşımacılığında tehlikeli yük olan Propan'ın taşımacılığını yapan gaz tankerine sabotaj senaryosu düzenlemiş ve BLEVE etki analizi yapmıştır. ALOHA isimli yazılımda kurgulanan bu operasyon sonucunda tehlikeli gazın ne kadar uzun mesafeye yayılma eğilimi olduğunu göstermiş, insan ve çevre sağlığı açısından çok büyük tehdit olabileceğini sunmuştur. Çalışmanın amacında tehlikeli yüklerin denizyolu taşımacılığında emniyetin ve iş güvenliğinin önemini vurgulamaya çalışmıştır.

Romer ve diğ., (1995) yaptıkları çalışmada denizyolu ile taşınan tehlikeli yükler nedeniyle gerçekleşen kazaları ve ölümlerin dağılımını incelemişlerdir. Tehlikeli yüklerin denizyolu ile taşınması sırasında ölümle sonuçlanan 2781 kaza vakasını incelemişler ve diğer taşımacılık modlarında ölümle sonuçlanan tehlikeli yük kaynaklı kazalarla karşılaştırmışlardır. Yaptıkları çalışmanın amacında ölümlerin dağılımında kargo tipi, tank tipi, coğrafi konumun etkisini incelenmeyi ve diğer ulaşım modlarıyla kıyaslama yapmayı hedeflemişlerdir.

Paketlenmiş tehlikeli yüklerin denizyoluyla taşınması sırasında meydana gelen kazaların analizini yapan Ellis, (2011) tehlikeli yük kazalarını etkileyen faktörleri araştırmak için bu çalışmayı gerçekleştirmiştir. Denizyolu ile taşınan tehlikeli yüklerin taşınması sırasında gerçekleşen kazaların temel faktörleri olarak paketleme, konteynerlerin doldurulması, ve geminin yüklenmesi olarak tespit etmiştir. Çalışmanın amacı denizyolu taşımacılığında tehlikeli yüklerin doğru şekilde hazırlanması ve belgelendirilmesi, ayrıca gemi güvenliğinin iyileştirilmesi olmuştur.

Hamidou ve diğ., (2013) çalışmalarında tehlikeli yük bulunan konteynerlerin elleçleme ve depolama operasyonlarında oluşan risklerden bahsetmişler ve bunları önlemek için MAS modeli ile hibrit bir mimari oluşturup, elleçleme ve depolama sorununu ortadan kaldırmayı hedeflemişlerdir. Tehlikeli yük bulunan konteyner terminallerine güvenliği arttırmak amacıyla konteyner terminallerinin yapılandırılması ve optimizasyonunun sağlanması gerektiğini savunmuşlar ve çalışmalarını bu yönde tamamlamışlardır.

Chen ve diğ., (2020) çalışmalarında Çin' de bulunan limanlarda gerçekleşen tehlikeli yük kaynaklı kazalara neden olan faktörleri tespit etmeye ve kazaların yönetimi hususunda bilgi vermeye çalışmışlardır. Biçimsel kavram analiz (FCA) yöntemi kullanılan çalışmalarında Çin' deki limanlarda gerçekleşen kazaların analizini yapmışlar, böylelikle kazaya neden olan faktörleri belirlemişlerdir. Depolama yönetimi, tesis yönetimi ve ekipman yönetiminin tehlikeli yüklerden kaynaklı gerçekleşecek kazaları da azaltacağını çalışmalarında savunmuşlardır. Sonuç olarak tehlikeli yük kazalarının önüne geçilebilmesi için işletme yönetim kurallarında revizyon ve geliştirme önerileri sunmuşlardır.

Chu ve Lyu, (2018) yaptıkları çalışmada konteyner terminallerinde tehlikeli yük depolamaya ilişkin değerlendirme gerçekleştirmişlerdir. Vaka analizi çalışmasını LPG tank konteyner üzerinde gerçekleştiren araştırmacılar, kontol edilemez risk faktörleri olan yangın, patlama, sızıntı, zehirlenme vb. etmenlerin toplu ölüme ve işletmeye büyük maddi zarar oluşturabileceğinden bahsetmişlerdir. Bundan dolayı LPG tank konteyner depolamada gerçekleşebilecek kazaların senaryosu oluşturmuşlar ve hata ağacı analiziyle nedenlerini araştırmışlardır. Sonuç olarak kabul edilebilir riske uygun kriterleri belirlemişler, tank konteyner işletmecilerine öneriler sunmuşlardır.

Huang ve diğ., (2020) tehlikeli yük operasyonları ile ilgili konteyner terminali üzerine yaptıkları çalışmada, tehlikeli yüklerin elleçlemesinde oluşan riskleri incelemişlerdir. Tianjin limanında gerçekleşen kaza ile karşılaştırmalı analiz yapılan bu çalışmada konteyner terminalinde elleçlenen tehlikeli yüklerin oluşturduğu riskleri balık kılçığı diyagramı analiz yöntemi ile değerlendirmişlerdir. Aynı zamanda ÇKKV teknikleri arasında yer alan AHP yöntemini kullanmışlar, risk değerlendirme göstergelerini ağırlıklandırarak önem derecelerini de sunmuşlardır. Bütünleşik olarak kullanılan bu iki

yöntem sonucuna göre konteyner terminal işletmelerine tehlikeli yük operasyonları ile ilgili risklere karşı kaynak niteliğinde bir çalışma sunmuşlardır.

4.2. BDEMATEL ve ANP Yöntemi ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Nicel analiz yöntemlerinden olan BDEMATEL ve ANP yöntemi ÇKKV tekniklerinden biridir. ANP yöntemi karar verme problemlerinde, birbiriyle çok yönlü ve kompleks ilişkide olan faktörleri modellemede ve faktörleri değerlendirerek ağırlıklarını belirleyip, öncelik sıralaması yapılabilmesinde etkili olmaktadır. DEMATEL yöntemi problemi etkileyen faktörlerin yapı ve ilişkisini inceleyen, aralarındaki etki ağırlıklandırılarak öncelik sırası düzenlenebilen karar verme tekniklerinden biridir.

Aksakal ve Dağdeviren, (2010) çalışmalarında insan kaynakları yönetimi için önemli bir unsur olan personel seçimi sürecini etkileyen kriterleri DEMATEL ve ANP yöntemleri ile bütünleşik bir şekilde nicel olarak incelemişlerdir. Bütünleşik olarak incelenen kriterlerin birbirleri arasında bağımlılık düzeyini DEMATEL yöntemiyle, problemin çözümü için modellenen bütünleşik algoritmanın çözümü için ANP yöntemini kullanmışlardır. Ağırlıkları incelenen ve işletme için önemli sayılan kriterler, yazılı ve sözlü olarak iletişim kurma, farklı birimlerde çalışma ve tecrübe olarak tespit etmişlerdir.

Yalçın ve Gülsün, (2020) tüketicilerin kozmetik ürünleri satın almasındaki davranışları ÇKKV tekniklerinden olan BDEMATEL, BANP ve VIKOR yöntemleri ile değerlendirmişlerdir. Araştırmada tüketicilerin kozmetik ürünleri satın alırken önemli bulduğu beş kriter ve onbeş alt kriter tespit etmişler ve buna göre model kurmuşlardır. Model kurulduktan sonra yaptıkları bütünleşik değerlendirmede kriterler arası ilişkiyi belirlemişler, ağırlık derecelendirmesini yapmışlar ve sonucunda önem sırasına koymuşlardır. Sonuç olarak "fiyat", "reklam" ve "kalite" tüketiciler açısından ürünü satın almada önemli faktörler olduğunu göstermişlerdir.

Gökşen, (2021) yaptığı çalışmada kablo sektöründe tedarik zinciri performansını etkileyen kriterlerin BDEMATEL ve ANP yöntemleri ile değerlendirmiştir. Tedarik zinciri performansını etkileyen kriterlerin bütünleşik olarak modellemesi yapılmış, bu çalışmada da kriterler arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde BDEMATEL, önem

derecesinin belirlenmesi ve sıralamanın yapılmasında da ANP yöntemi kullanmıştır. Değerlendirme sonucunda "mükemmel sipariş karşılama oranı", "toplam hizmet maliyeti" ve "sipariş karşılama süresi" kriterlerini en dikkate değer üç kriter olarak bulmuştur.

Yeh ve Huang, (2014) kurulacak olan rüzgar tribünlerinin lokasyonunun seçilmesinde önemli olan faktörleri ÇKKV teknikleriyle değerlendirmişlerdir. DEMATEL ve ANP yöntemleri ile yaptıkları incelemede kriterler arası ilişkilendirmeyi yapmışlar ve ağırlıklarını analiz ettikten sonra lokasyon için önemli olan faktörlerin önem derecelendirmesiyle çalışmalarını tamamlamışlardır. Çalışmanın sonucunda güvenlik ve kalite faktörü ile çevre ve ekoloji faktörü tribün lokasyon seçimini etkileyen en önemli iki faktör olarak tespit etmişlerdir.

Tadic ve diğ., (2014) yaptıkları çalışmada lojistik şehir kavramını etkileyen faktörleri bütünleşik olarak çok kriterli karar verme teknikleriyle değerlendirmişlerdir. Lojistik şehir kavramını etkileyen çok sayıda faktör tanımlamışlar, BDEMATEL, BANP ve BVIKOR yöntemiyle bütünleşik bir şekilde incelemişlerdir. Modellemesi, ağırlıklandırılması ve önem derecelendirmesi yapılan çalışmanın sonucunda sosyal, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli kriterler lojistik şehir kavramını geliştirmeye yönelik yatırımlar, uygulama imkanları ve ekolojinin yönü olarak bulmuşlardır.

Büyüközkan ve Çifçi, (2012) Ford Otosan' da yaptıkları örnek uygulamada, endüstride "yeşil" tedarikçi esasını değerlendirmeye yönelik bütünleşik olarak BDEMATEL, BANP ve BTOPSIS yöntemleriyle inceleme yapmışlardır. Yeşil tedarikçi esasını etkileyen nitel ve nicel faktörleri belirlemişler, bütünleşik olarak uygulanan çok kriterli karar verme tekniklerinin sonucuna göre endüstri ve sanayi kuruluşlarına yeşil tedarikçi seçimi adına önerilerde bulunmuşlardır. Ford Otosan için yaptıkları bu örnek uygulamada yeşil tedarikçi yaklaşımına en uygun alternatifi seçmişlerdir.

Mavi ve Standing, (2018) sürdürülebilir proje yönetimi ile ilgili yaptıkları çalışmada, kritik başarı etkenlerini çok kriterli karar verme teknikleriyle incelemişlerdir. Kriterler arası etkileşimi değerlendirmek için BDEMATEL, ağırlıklandırılması yapılarak en önemli kriteri bulmak için ANP yöntemi kullanmışlardır. Sonuç olarak proje, proje

takımı, organizasyon, harici çevre ve sürdürülebilirlik ana başlığı altında incelenen çalışmada en etkili kriter olarak üst yönetim ve sponsor desteği olarak bulmuşlar ve sektöre öneriler sunmuşlardır.

Hatefi ve Tamosaitiene, (2019) inşaat projelerinin risk faktörlerini değerlendirmek amacıyla yaptıkları çalışmada BDEMATEL ve BANP yöntemlerini entegre bir şekilde kullanmışlardır. İnşaat projelerinin kompleks yapısı, geniş alanlara yayılması, benzersiz yapıda olması ve dinamik yapısı gereği bazı belirsiz durumlarla ilişkili olduğunu belirtmişler, bu belirsiz durumlarında inşaat projesi açısından risk unsuru doğurabileceğini savunmuşlardır. İnşaat projesi için risk unsuru olabilecek faktörleri tespit ederek, ÇKKV teknikleri olan BDEMATEL ve BANP yöntemini entegre olarak kullanarak, risk faktörlerinin analizini yapmışlar ve risk faktörü en düşük projeyi seçmeyi hedeflemişlerdir.

Abikova, (2020) mülteci kamplarına uygun yerin belirlenebilmesi için yaptığı çalışmada, BDEMATEL ve ANP yöntemini bütünleşik olarak kullanmıştır. İnsani yardım çalışanlarının araştırmaya katıldığı bu çalışmada, belirlenen kriterler değerlendirilerek, en yüksek sırada yer alan kriterleri kampların kurulması için uygun yerin belirlenmesinde göz önüne alınması gereken kriterler olarak tanımlamıştır. Bu çalışma insani yardım kuruluşlarına karmaşık karar verme problemlerini çözmek için etkili bir yol sunmuştur.

Khalilzadeh ve diğ., (2021) yaptıkları çalışmada petrol ve gaz projelerinin çok sayıda karmaşık ve belirsiz risk faktörlerini barındırıdığını belirtmişlerdir. Bu risk faktörlerinin tanımlanması ve değerlendirilmesi amacıyla ÇKKV tekniklerinden olan BDEMATEL ve ANP yöntemini bütünleşik olarak kullanmışlardır. On yıldan fazla petrol ve gaz projelerinde çalışmış onbeş karar vericinin yaptığı değerlendirme neticesinde siyasi ve ekonomik yaptırımların en yüksek ağırlığa sahip kriter olduğu sonucuna varmışlardır.

5. MALZEME VE YÖNTEM

5.1. ÇKKV Teknikleri

Herkes birçok alanda karşılaştığı problemlere karşı en doğru ve verimli karar verebilmek ister. Sosyal ve iş hayatında bu problemler daha kompleks hale gelebilmektedir. Bu karmaşık durumun çözülebilmesi, karar vericilerin en verimli kararı verebilmesine, bunun için de problemin çözümünde tespit edilen kriterleri en iyi şekilde analiz etmesine bağlıdır. Zamanla sanayinin, bilginin ve teknolojinin gelişmesinden kaynaklı problemlerin karmaşıklığının artması, etkili ve doğru karar verebilmeyi zorlaştırmıştır. Karşılaşılan bu kompleks problemler için etkin karar verebilme adına, karar analizi yöntemlerinin bulunmasına ve geliştirilmesine neden olmuştur. Sonuçta günümüzde karar analizi yöntemleri etkin karar verebilmek adına her sektörde hatta hayatımızda her alanda kullanılabilmektedir (Ersöz ve Kabak, 2010).

Etkin karar verme sürecinin aşamaları şu şekildedir (Topçu, 2000);

- Problem tanımı
- Olası muhtemel seçeneklerin sıralanması
- Kontrol dışı olası olayların sıralanması
- Alternatiflerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi
- Olayların sonucunu gösteren karar tablosu
- Karar modelinin seçilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesi
- Analiz sonucu alternatiflerden en uygununun seçilmesi

Çeşitli problemlerin çözülmesinde doğru kararın verilebilmesi için alternatifler arasında en etkili olanın seçilmesi, karar vericilerin en çok zorlandığı alandır. Aynı zamanda göz önünde bulundurulması gereken kriterlerin çok sayıda olması nedeniyle rastgele seçim yöntemi de uygulanamaz. Bu yüzden karar vericiler için ÇKKV yöntemlerinin her alanda kullanılabilmesi adına avantaj sağlamaktadır. 1960'lı yıllarda karar verme konusunda etkili bir çözüm yolunun bulunması için araştırılan ÇKKV yöntemleri, amaç, kriter ve alternatif miktarının fazla olması durumunda karar vericilerin doğru, verimli ve hızlı karar analizini yapabilmesi için geliştirilen ve günümüzde halen kullanılan yöntemlerdir (Karakaşoğlu, 2008).

Çok kriterli karar verme yöntemleri incelendiğinde birbirinden farklı yöntemler olmasına rağmen hiçbir yöntem diğerinden daha avantajlı değildir. Karar vericilerin çok kriterli karar verme yöntemlerini tercih etmesinin en büyük nedeni nicel ve nitel olarak analizin yapılmasını sağlamasından dolayıdır. Çoğunlukla kullanılan çok kriterli karar verme yöntemleri şunlardır (Karakaşoğlu, 2008);

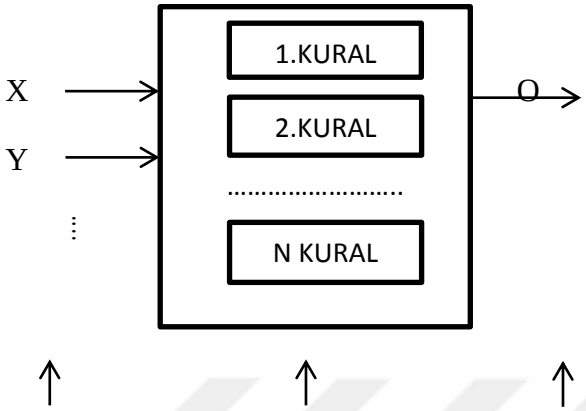
- Ağırlıklı Toplam Yöntemi
- Ağırlıklı Çarpım Yöntemi
- Analitik Hiyerarşi Prosesi
- Analitik Network Proses
- DEMATEL
- TOPSIS
- PROMETHEE
- ELECTRE
- VIKOR
- MACBETH
- Gri İlişkisel Analiz

5.2. Bulanık Mantık

Çoğu zaman bazı durum ve olayları nitel olarak ifade ederken kullandığımız kesinlik ifade etmeyen terimlere ölçü kazandırdığımızda bulanık bir yapıya sahip olmaktadır. Örneğin, kişinin kilo durumuna göre zayıf, normal, kilolu, çok kilolu veya obez gibi terimler kullanırız. Bir başka örnek olarak havanın durumuna göre çok sıcak havalarda daha ince giysiler giyerken, soğuk ve rüzgarlı havalarda daha kalın giysiler ya da mont giyeriz. Bu örneklerden yola çıkarak belirsiz ve kesin olmayan durumlarda olayların değerlendirilmesindeki farklılık bulanık yapının tanımını oluşturmaktadır (Altaş, 1999).

Zadeh, (1965) yaptığı çalışmada bulanık mantık ve bulanık küme teorisini literatüre kazandırmıştır. Belirsiz olan yapıların analiz edilmesinde kolaylık sağlayan bulanık küme teorisi bir çok alanda günümüzde kullanılmakta, çoğu nicel analiz yöntemlerinde de bütünleşik olarak uygulanmaktadır.

Bulanık sistem üç başlıkta incelenir. Bunlar bulanıklaştırma işlemi, kural işleme ve durulaştırma işlemidir. Şekil 5.1' de bulanık yapının işleyişi gösterilmektedir.



Şekil 5.1. Bulanık Yapı (Kahvecioğlu ve Kıyak, 2003)

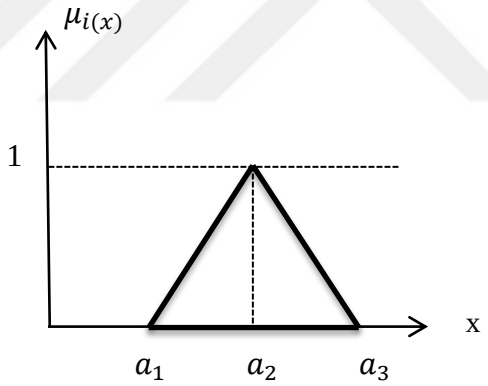
Bulanıklaştırma işlemi, bulanık yapının girdisini oluşturmaktadır. Bu bölüme gelen kesinlik içeren bilgiler ölçeklendirilip dilsel ifade ile bulanıklaştırma işlemi uygulanarak kural koyma adımına gönderilir. Kural koyma adımında bulunan veri tabanı "if…..and…..then…..else….." (eğer….,ise,….olsun) de olduğu gibi kural koyma bilgileriyle bütünleştirilir. Bahsi geçen mantıksal değerler, probleme göre nicel değerlerle de uygulanabilir. Son olarak probleme göre mantıksal değerler uygulanarak elde edilen veriler durulaştırıcı birime gönderilerek durulaştırma işlemi uygulanır. Durulaştırma işlemi, bulanık halde bulunan verilerin hepsi gerçek sayılara döndürülür (Kahvecioğlu ve Kıyak, 2003).

Bulanık küme, normal küme olarak belirtilen değer aralıklarının bulanıklaştırılmasıyla elde edilir. Bulanıklaştırma işleminde, öğelerin 0 ile 1 arasında farklı değerlere sahip olması varsayılır. Böylelikle öğelerin belirsiz durumda olduğu düşünülür. Belirsiz olan öğelerin sayısal olmamasından dolayı ise bulanıklık söz konusu olur. Ayrıca bulanıklık söz konusu olursa, işlem uygulanırken fonksiyonların amaca ve probleme uygun olması analiz sonucunu doğru elde edebilmek adına çok önemlidir (Kahvecioğlu ve Kıyak, 2003).

Bulanık küme üyeleri tarafından belirlenen ve 0 ile 1 arasında değer alan fonksiyona üyelik fonksiyonu denir. Çok çeşitli üyelik fonksiyonları olmasına rağmen bulanık mantıkta en çok tercih edilen üyelik fonksiyonları sırasıyla üçgen, yamuk ve çan eğrisi fonksiyonlarıdır. Çalışmada kullanılıcak olan üç parametreli üçgen üyelik fonksiyonu a1, a2 ve a3 olarak tanımlanmaktadır (Aytaç, 2006);

$$\mu_A\,(x;a_1,a_2,a_3)= \begin{cases} a_1 \le x \le a_2 \quad \text{ise} \quad (x-a_1)/(a_2-a_1) \\ a_2 \le x \le a_3 \quad \text{ise} \quad (a_3-x)/(a_3-a_2) \\ x>a_3 \ \text{veya} \ x<a_1 \quad \text{ise} \quad 0 \end{cases} \tag{5.1}$$

Üçgen üyelik fonksiyonunun grafiksel ifadesi Şekil 5.2' de gösterilmiştir;



Şekil 5.2. Üçgen Üyelik Fonksiyonlarının Gösterimi (Aytaç, 2006)

5.3. BDEMATEL Yöntemi

1973 yılında Cenevre Battelle Memorial Araştırma Enstitüsü tarafından ilk defa kullanılan DEMATEL yöntemi, ÇKKV tekniklerinden biridir. DEMATEL yöntemi, faktör ağırlıkları, etki düzeyi ve ÇKKV tekniklerinden ayıran özellik, faktörler arasındaki ilişkiyi tespit etmeye yardımcı olmaktadır (Fontela ve Gabus, 1976). DEMATEL yöntemi faktörler arasında neden-sonuç tekniğine dayalı model oluşturup analiz edilmesine, ayrıca etkileyen kriterlerin daha efektif değerlendirilebilmesi için

kriter sayısını azaltmaya yardımcı olur. Bundan dolayı karar analizi yapılırken önemli faktörlerin tespit edilebilmesinde çok etkilidir. Ayrıca DEMATEL yönteminin bulanık mantık ile birlikte uygulanması, karar analizi sonucunun doğruya en yakın değerlere sahip olmasını sağlar. Çünkü bulanık küme teorisinin başlıca amacı belirsizlik olan durumlarda, doğruya en yakın sonucu elde edebilmek için belirsiz durumları sayısal verilere dönüştürüp analiz eder (Chang ve diğ., 2011). DEMATEL yönteminde karar problemlerinin çözümünde ilk adım olarak karar vericilerin değerlendirmeyi yapabilmesi için dilsel ifadeler kullanılır. Fakat dilsel ifadeler sayısal analizde belirsizliği arttırarak doğru çözüme ulaşmamızı güçleştirmektedir. Bundan dolayı bulanık küme teorisi belirsizlik durumlarında doğru sonuçlara yakınlaşmamızı sağlar (Zhou ve diğ., 2011).

Bulanık DEMATEL yönteminde aşağıdaki adımlar izlenir (Organ, 2013; Kısa ve Perçin, 2017; Koç, 2019);

1. Adım: Kriterlerin tanımlanması ve bulanık değerlerin belirlenmesi

Başlangıçta kriterlerin tanımlanması, karar vericilerin değerlendirme yapabilmesi açısından çok önemlidir. Etkilenen ve etkileyen faktörlerin belirlenebilmesi için karar vericiler ikili karşılaştırma yapmalı ve faktörler arasında anlamlı ilişki kurmalıdır. Karar vericiler ikili karşılaştırma yaparken ölçeklendirme yapabilmesi için bulanık değerler kullanılmıştır. Dilsel ifadelere karşılık gelen bulanık sayı karşılıkları aşağıda Tablo 5.1' de verilmiştir.

Tablo 5.1. Dilsel İfadelere Karşılık Gelen Bulanık Skala (Organ, 2013; Kısa ve Perçin, 2017; Koç, 2019)

Dilsel İfadeler	**Üçgen Bulanık Sayı Karşılıkları**
Etkisi Yok (0)	(0;0;0,25)
Etkisi Az (1)	(0;0,25;0,50)
Oldukça Etkili (2)	(0,25;0,50;0,75)
Etkisi Çok (3)	(0,50;0,75;1)
Kesin Etkili (4)	(0,75;1;1)

2. Adım: Direk İlişki Matrisinin Oluşturulması

Kriterler arası ilişkiyi ölçeklendirmek için karar vericilerin belirlediği dilsel terimlerin karşılığı olan bulanık sayılarla ikili karşılaştırma yapılır ve sonucunda bulanık direk ilişki matrisi bulunur. Matris "Ž" ile gösterilir.

3. Adım: Normalleştirilmiş Direk İlişki Matrisinin Oluşturulması

Direk ilişki matrisine normalizasyon işlemi uygulanır. Aşağıda verilen Denklem (5.2) ve Denklem (5.3)' ün kullanılmasıyla elde edilir. Denklemde gösterilen "l" parametresi üçgensel bulanık sayıların ilkini oluştururken, "m" harfiyle gösterilen parametre ikincisini ve son olarak "u" ile gösterilen parametre ise üçüncü bulanık sayıyı oluşturmaktadır. Üçünü bulanık sayı diğer ikisinden, ikinci bulanık sayı da birinci bulanık sayıdan büyüktür. Denklem (5.2)' de gösterilen bütün "u" sütun parametre değerleri toplanır ve her sütun için bulunan sonuçların en büyüğü seçilir ("r"). En son adımda matriste bulunan değerler "r" parametre değerine bölünür. Sonuçta normalleştirilmiş direk ilişki matrisi oluşturulmuş olur ve "$\check{X}$" harfiyle gösterilir;

$$\widetilde{X_{ij}}^{(k)} = \frac{\widetilde{Z_{ij}}}{r^{(k)}} = \left(\frac{l_{ij}}{r^k}, \frac{m_{ij}}{r^k}, \frac{u_{ij}}{r^k}\right) \tag{5.2}$$

$$r^k = \max \sum_{j=1}^{n} u^k{}_{ij} \tag{5.3}$$

$$\check{X} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \\ X_{n1} & X_{n2} & \dots X_{nn} \end{bmatrix}$$

4. Adım: Toplam İlişki Matrisi

Normalizasyon işleminden sonra toplam ilişki matrisini elde etmek için aşağıda bulunan Denklem (5.4)' te uygulanır;

$$\breve{T}=\breve{X}+\breve{X}^2+\breve{X}^3+\ldots..=\sum_{i=1}^{\infty}\breve{X}^i=\breve{X}(I-\breve{X})^{-1} \quad (5.4)$$

Toplam ilişki matrisi elde etmek için normalleştirilmiş direk ilişki matrisinde birinci bulanık değer "l" olan matristeki bütün değerlere Denklem (5.4) uygulanır. Sonrasında sırasıyla ikinci bulanık değer "m" ve üçüncü bulanık değer "u" olan bulanık değerlere de Denklem (5.4) uygulanır. Elde edilen üç adet toplam ilişki matrisi birleştirilip, nihai toplam ilişki matrisi elde edilir;

$$\breve{T}=\begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & \ldots T_{1n} \\ T_{21} & T_{22} & \ldots T_{2n} \\ \vdots & \vdots & \\ T_{n1} & T_{n2} & \ldots T_{nn} \end{bmatrix}$$

5. Adım: Etkileyen ve etkilenen faktörlerin bulunması

Toplam ilişki matrisinde elde edilen satır değerlerinin toplamıyla $\breve{D}_i$ değeri, sütun değerlerinin toplamıyla $\breve{R}_i$ değeri bulunur. Etkileyen ve etkilenen faktörleri belirleyebilmemiz için de en son işlem olarak $\breve{D}_i+\breve{R}_i$ ve $\breve{D}_i-\breve{R}_i$ değerleri hesaplanır;

$$\left.\begin{array}{ll} \breve{D}_i=\sum_{i=1}^{n}\breve{T}_{ij} & (i=1,2,\ldots\ldots\ldots n) \\ \breve{R}_i=\sum_{j=1}^{n}\breve{T}_{ij} & (j=1,2,\ldots\ldots\ldots n) \end{array}\right\} \quad (5.5)$$

Her faktör için bulunan $\breve{D}_i+\breve{R}_i$ ve $\breve{D}_i-\breve{R}_i$ sonuçları etkilenen ve etkileyen faktörleri, ayrıca faktörler arasında ilişki düzeyini de belirler. $\breve{D}_i-\breve{R}_i$ işleminin sonucunda pozitif değere sahip olan faktörler etkileyen, negatif değere sahip olan faktörler etkilenen faktörlerdir. $\breve{D}_i+\breve{R}_i$ işleminin sonucunda değeri yüksek olan faktörler diğer faktörlerle ilişkisi fazla, değeri düşük olan faktörlerin ilişkisi diğer faktörler ile daha azdır.

6. Adım: Durulaştırma

$\breve{D}_i$+$\breve{R}_i$ ve $\breve{D}_i$-$\breve{R}_i$ bu adımda hala üçgensel bulanık değerdedir. Bu değerleri sadeleştirip tek bir değer elde etmek için durulaştırma işlemi uygulanır. Denklem (5.6)' da durulaştırma işleminin denklemi yer almaktadır;

$$\left.\begin{aligned} \breve{D}_i^{\,def} + \breve{R}_i^{\,def} &= \tfrac{1}{4}(l+2m+u) \\ \breve{D}_i^{\,def} - \breve{R}_i^{\,def} &= \tfrac{1}{4}(l+2m+u) \end{aligned}\right\} \qquad (5.6)$$

7. Adım: İlişki Diyagramının Oluşturulması

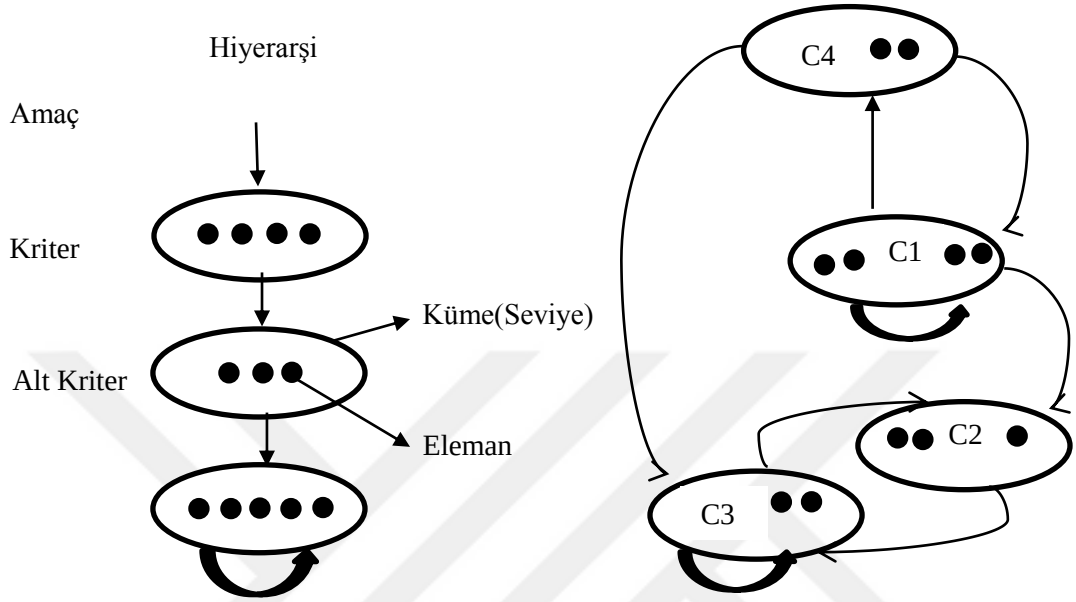
Son adım olan ilişki diyagramının oluşturulmasında, durulaştırma adımından sonra diyagram çizilir. $\breve{D}_i^{\,def}$ - $\breve{R}_i^{\,def}$ dikey eksen, $\breve{D}_i^{\,def}$ +$\breve{R}_i^{\,def}$ yatay ekseni oluşturacak şekilde kordinat düzleminde gösterilir. Diyagrama göre etki yönlü neden-sonuç değerlendirmesi yapılır.

5.4. ANP (Analıtıc Network Process) Yöntemi

BDEMATEL yöntemi ile bütünleşik olarak kullanılacak diğer yöntem olan ANP yöntemi, T. L. Saaty sayesinde 1980 yılında keşfedilen AHP yönteminin daha geniş kapsamlı ve daha karmaşık problemleri çözmeye yarayan yöntemdir. AHP yönteminde aynı hiyerarşide bulunan kriterler ve alternatifler birbirinden bağımsız olurken, ANP yönteminde kriter ve alternatifler her durumda birbirinden bağımsız olmayabilir çünkü kriterler kendi arasında ilişki içerisinde olabilmektedir. Birbirinden bağımsız olmayan bu durum karmaşık bir yapı ortaya koyarken, ANP yöntemi bu karışıklığı ortadan kaldırarak doğruya en yakın sonucu ortaya koymaktadır. Tek yönlü ilişki olmadan çok kriterli karmaşık karar problemlerini çözüme ulaştırmaktadır (Aslan, 2005; Sarkis, 1998; Saaty, 1994).

ANP yönteminin oluşturduğu yapı ağ yapısında olup, kriterler ve alt kriterlerinin bütün ilişkisi incelenir. ANP yönteminin en önemli özelliği, kriterlerin ve alt kriterlerin, kendi

içinde bağımlılıkları da mevcut olup, geri besleme de söz konusu olmaktadır. Böylelikle kriterler hem diğer kriterlerle hem de kendi içinde bağımlı durumda olmaktadır (Ömürbek ve Tunca, 2013).



Şekil 5.3. Analitik Ağ Süreci ve Ağ Yapısı (Aslan, 2005)

ANP yönteminin uygulama adımları şu şekildedir (Sarkis, 1998; Akça ve diğ., 2018);

1. Adım: Amaç tanımlama ve ağ yapısını oluşturma

Belirlenen problemin amacı, kriterleri, alt kriterleri ve alternatifleri belirlenir. Kriterler ve alternatifler arası ilişkiler belirlenerek ağ yapısı oluşturulur.

2. Adım: İkili karşılaştırma matrislerini oluşturma

İlişkide olan kriterler, alt kriterler ve alternatifler ile ikili karşılaştırma matrisleri meydana getirilir. İkili karşılaştırma matrislerinde, karar vericiler ikili karşılaştırma skalasına göre önem derecelerini belirler. Tablo 5.2.' de ikili karşılaştırma skalası verilmiştir. Bu skalaya göre karar vericiler değerlendirmeleri yaparak alternatiflerin ağırlıkları belirlenir.

Tablo 5.2. İkili karşılaştırma skalası (Sarkis, 1998; Akça, Sönmez, Gür, Yılmaz, ve Eren, 2018)

DERECELER	TANIM
1	Eşit Derecede Önemli
3	Biraz Fazla Derecede Önemli
5	Kuvvetli Derecede Önemli
7	Çok Kuvvetli Derecede Önemli
9	Aşırı Derecede Önemli
2-4-6-8	Ara Ortalama Değerler

3. Adım: Ağırlıkların hesaplanması ve tutarlılık analizi

İkili karşılaştırma matrislerini oluşturulmasının ardından normalizasyon işlemi yapılır. Normalizasyondan sonra satır ortalamaları alınır ve böylelikle kriterlerin ağırlıkları tespit edilmiş olunur. Denklem (5.7)'de ağırlık hesabı verilmiştir.

Ağırlıklar hesaplandıktan sonra bütün ikili karşılaştırma matrislerine tutarlılık analizi uygulanır. Denklem (5.8)'de tutarlılık analizi gösterilmiştir. Tutarlılık analizinin sonucunda değerin 0,1' e eşit ya da altında çıkması durumunda matrisin tutarlı olduğu sonucuna varılır. 0,1' den yüksek olması durumunda karşılaştırmalar tekrar kontrol edilir;

$$W_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n} \frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}} \tag{5.7}$$

$$\left.\begin{aligned} CR &= \frac{CI\ (Tutarlılık\ Göstergesi)}{RI\ (Rassallık\ Göstergesi)} \\ CI &= \frac{\lambda max - n}{n-1} \\ \lambda max &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \frac{(AW)_i}{W_i} \end{aligned}\right\} \tag{5.8}$$

4. Adım: Süper Matris ve Limit Matris

İkili karşılaştırma matrislerinde bulunan ağırlıkları tek bir matrise toplanması işlemine "Süper Matris", süper matrisin yüksek derecede kuvvetleri alınarak satır değerleri eşitlendikten sonra elde edilen matrise de "Limit Matris" denir. Limit matriste bulunan eşit satır değerleri, kriterlerin önem derecesini verir.

5.5. Problem Hiyerarşisi

Analiz için tehlikeli yük operasyonları ile ilgili riskler ve alınacak önlemler konu başlığı altında belirlenen kriter ve alternatifler literatürden ve yaşanan tehlikeli yük kazalarından elde edilmiştir. Kriterlerin ilişkilendirilmesinde Bulanık DEMATEL yöntemi, ilişkilendirme neticesinde ANP yöntemi ile kriterlerin önem derecesi belirlenmiş ve en uygun alternatif seçilmiştir. Problemin çözümünde ve analizinde en doğru sonuca ulaşmak adına Bulanık DEMATEL ve ANP yöntemi bütünleşik olarak kullanılmıştır. Tablo 5.3' te kriterlerin ve alternatiflerin tanımlaması yapılmıştır.

Tablo 5.3. Kriterlerin ve Alternatiflerin Tanımlanması

Kriterler	
A: Depolamadan Kaynaklı Riskler	**Kaynak**
A1: Elleçleme operasyonu başlamadan önce emniyet tedbirlerinin alınmaması ve acil durum planı yapılmamış olması	(Ünal ve Usluer, 2015)
A2: Tehlikeli yüklerin açık alanda depolanması sonucu sıcaklık ve güneş ışığı maruziyeti	Beyrut Limanı Patlaması, 2020
A3: Limanlarda, tehlikeli madde depo alanlarında veya istasyonlarda statik elektriklenme ve tutuşma kaynaklarına karşı yeterli önlemin olmaması	(Ohtani ve Kobayashi, 2005)
B: Boşaltma İşleminden Kaynaklı Riskler	
B1: Aynı yerde depolanmaması gereken tehlikeli yüklerin yan yana istiflenmesi	Tianjin Limanı Patlaması, 2015
B2: Kıyı personelinin tehlikeli yük elleçleme esnasında yükün durumuna uygun kişisel koruyucu donanımını giymemesi	(Tatar ve Özer, 2018)

Tablo 5.3. (Devam) Kriterlerin ve Alternatiflerin Tanımlanması

B3: IMDG sınıfında yer alan alevlenebilir maddelerin boşaltma işleminin ortam ölçümleri yapılmadan gerçekleşmesi	(Tırpan, 2018)
C: Paketleme İşleminden Kaynaklı Riskler	
C1: Tehlikeli yüklerin etiketlenmesi ve işaretlenmesinin yapılmaması	(Janno ve Koppel, 2018)
C2: Tehlikeli yükler için yanlış ambalaj kullanılması	(Janno ve Koppel, 2018)
C3: Tehlikeli yük taşımış boş ve temizlenmemiş ambalajların, konteynerlerin, tankların ve gemi ambarlarının içine farklı sınıfta başka bir tehlikeli yük doldurmak.	(Batarliene, 2008)
D: Yükleme İşleminden Kaynaklı Riskler	
D1: Tehlikeli yüklerin doğru miktarda yüklenmemesi	(Janno ve Koppel, 2018)
D2: Tehlikeli yük elleçlemede kullanılan ekipman güvenirliliğinin olmaması	(Molero ve diğ., 2017)
D3: Tehlikeli yükler gemiye yüklenirken LIFO (Last In First Out) yönteminin uygulanmaması	(Ünal ve Usluer, 2015)
E: Taşıma İşleminden Kaynaklı Riskler	
E1: Gemide taşıma esnasında tehlikeli madde taşınmış boş ve temizlenmemiş tank, varil, ibc, konteynerin onarılması, temizlenmesi işlemi	(Romer ve diğ., 1995)
E2:Ambalajın/tankın/ambarın kapaklarının veya valflerinin arızalı olması	(Ellis, 2011)
X: Alternatifler	
X1: Liman personeli tehlikeli malların IMDG mevzuatına uygun şekilde sınıflandırılmasını, işaretlenmesini, kontrolünü ve depolanmasını sağlar.	(IMDG Kod, 2018)
X2: Tehlikeli madde elleçlenmesinde görevli kıyı tesisi personeli, gemi adamları ve yüke ilişkin diğer yetkili kişilerin depolama esnasında yükün fiziksel ve kimyasal özelliklerine uygun koruyucu elbise giyer.	(Tehlikeli Maddelerin Denizyoluyla Taşınması Hakkında Yönetmelik, 2015)

Tablo 5.3. (Devam) Kriterlerin ve Alternatiflerin Tanımlanması

X3: Kıyı personeli tehlikeli maddeler ile ilgili faaliyetleri bu işlere uygun olarak tesis edilmiş rıhtım, iskele, depo ve antrepolarda yapar ve iklim koşullarına göre (rüzgar, sıcaklık, yağışlar, nem vb) gerekli güvenlik önlemlerini alır.	(Tehlikeli Maddelerin Denizyoluyla Taşınması Hakkında Yönetmelik, 2015)
X4: Yük İlgilisi tehlike yaratabilecek iş ekipmanlarının, ambalajların, tankın ve konteynerlerin periyodik kontrolleri yapmaya yetkili kişilerce periyodik kontrollerinin yapılmasını sağlar.	(İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği, 2013)
X5: Kıyı personelleri ve liman çalışanlarına IMDG Code, Temel Kimyasal Eğitimi, Elleçlenen Kimyasal Ürünlerin MSDS'leri, tehlikeli yüklerin riskleri, emniyet önlemleri, emniyetli çalışma, acil durum önlemleri, güvenlik ve benzer konularda sürekli eğitilmelidir.	(Tehlikeli Maddelerin Denizyoluyla Taşınması Hakkında Yönetmelik, 2015)
X6: Tehlikeli yük elleçleme operasyonları başlamadan önce sorumlu personel tarafından ortam ölçümlerinin yapılması.	(Tırpan, 2018)

5.6. Verilerin Toplanması

Literatür araştırması ve yaşanılan tehlikeli yük elleçleme operasyonlarından kaynaklı oluşan kazalar göz önüne alındığında risk unsuru olan 14 kriter ve bunlara karşı alınabilecek önlem olarak 6 adet alternatif belirlenmiştir. Etik Kurulu onayı ile 14 kriter ve 6 alternatif için BDEMATEL ve ANP yöntemleri için ayrı ayrı iki adet anket hazırlanmış ve karar vericilere sunulmuştur.

BDEMATEL yöntemi ve ANP yönteminden sağlıklı sonuçlar elde edilebilmesi için karar vericilerin alanında uzman kişilerin olması büyük önem arz etmektedir. Seçilmesi planlanan karar vericilerin denizyolu tehlikeli yük taşımacılığında uzun süre çalışmış ya da IMDG Kod uzmanı olması ve liman elleçleme operasyonlarında uzun süre çalışma gerçekleştirmiş uzmanların seçilmesi hedeflenmiştir.

Sonuç olarak seçilen üç karar vericinin yetkinlikleri şu şekildedir; Birinci karar verici, IMO ve IMDG Kod eğitimcisi olarak bu sektörde 40 yıllık bir süre zarfında hem yurtiçi hem de yurtdışında çalışmış bir kimya mühendisidir. İkinci karar verici, Kocaeli liman

bölgesinde IMDG Kod uzmanı olarak 15 sene çalışmış ve yüksek lisans mezunudur. Üçüncü karar verici ise yine Kocaeli liman bölgesinde 27 yıllık sektörel tecrübesi bulunan ve gemi acentesi görevi yürütmekte olan bir uzmandır.

Üç karar vericinin birinci anketi değerlendirme sonucuna göre BDEMATEL yöntemi sonuçları elde edilmiş daha sonra bu sonuçlara göre ve ikinci anketin değerlendirme sonuçlarına göre ANP yöntemi sonuçları elde edilmiştir. Ayrıca BDEMATEL yönteminde eşik değerin belirlenmesini de karar vericiler gerçekleştirmiştir.

6. BULGULAR VE TARTIŞMA

Karar vericiler ilk etapta BDEMATEL yöntemi için değerlendirmede bulundu. BDEMATEL yöntemi ile kriterlerin birbirleriyle arasında olan ilişki tespit edildi. Tablo 6.1' de karar vericilerin değerlendirmesiyle BDEMATEL yöntemi kullanılarak elde edilmiş kriterler arası ilişki tablosu yer almaktadır. A1 kriteri incelendiğinde A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, C3, D1, D2, D3, E1 ve E2 kriterlerini etkilerken, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, C3, D2, D3, E1 ve E2 kriterlerinden etkilenmektedir. Bir başka kriter olan B2 incelendiğinde, A1, B1, B3, C1, C3 ve E1 kriterlerini etkilerken, A1, A2, A3, B1, B3, C1, C2, C3, D2 ve E1 kriterlerinden etkilenmektedir. Karar vericilerin belirlediği üçgensel bulanık eşik değerinden büyük olan değerler, kriterler arasında ilişkinin mevcut olduğunu göstermektedir.

Tablo 6.1. Bulanık DEMATEL sonucunda oluşan kriterler arası ilişki

FAKTÖRLER	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2
A1		↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
A2	↑		↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
A3	↑	↑		↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
B1	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑		↑	↑
B2	↑			↑		↑	↑		↑				↑	
B3	↑	↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
C1	↑	↑	↑	↑	↑	↑		↑	↑				↑	
C2	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑		↑	↑			↑	↑
C3	↑		↑	↑	↑	↑	↑	↑						↑
D1														↑
D2	↑		↑	↑	↑	↑	↑		↑	↑			↑	↑
D3	↑													↑
E1	↑		↑	↑	↑	↑	↑							↑
E2	↑								↑	↑			↑	

BDEMATEL yönteminde elde edilen Toplam İlişki Matrisine durulaştırma işlemi uygulandı. Elde edilmiş olan durulaştırılmış Toplam İlişki Matrisindeki kriter değerlerine normalizasyon işlemi uygulanarak, kriterler için Ağırlıklandırılmış Süper Matris elde edildi ve kriterler arası Ağırlıklandırılmış Süper Matris Tablo 6.2' de verildi.

Tablo 6.2. Kriterler Arası Ağırlıklandırılmış Süper Matris

	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2
A1	0	0,086	0,078	0,089	0,167	0,086	0,112	0,092	0,136	0	0,099	0,5	0,139	0,261
A2	0,077	0	0,075	0,086	0	0,078	0,108	0,09	0	0	0	0	0	0
A3	0,076	0,074	0	0,081	0	0,08	0,104	0,085	0,116	0	0,1	0	0,141	0
B1	0,084	0,088	0,086	0	0,173	0,088	0,122	0,102	0,128	0	0,11	0	0,155	0
B2	0,081	0,085	0,082	0,087	0	0,079	0,118	0,098	0,123	0	0,106	0	0,149	0
B3	0,082	0,086	0,084	0,089	0,169	0	0,119	0,092	0,125	0	0,107	0	0,15	0
C1	0,074	0,078	0,076	0,08	0,152	0,072	0	0,083	0,113	0	0,09	0	0,126	0
C2	0,072	0,07	0,074	0,078	0	0,07	0,101	0	0,122	0	0	0	0	0
C3	0,077	0,075	0,079	0,083	0,158	0,075	0,106	0,087	0	0	0,094	0	0	0,246
D1	0,077	0,07	0,074	0,078	0	0,071	0	0,082	0	0	0,088	0	0	0,235
D2	0,07	0,067	0,071	0,075	0	0,068	0	0	0	0	0	0	0	0
D3	0,064	0,062	0,06	0	0	0,063	0	0	0	0	0	0	0	0
E1	0,081	0,079	0,077	0,087	0,181	0,085	0,111	0,091	0	0	0,098	0	0	0,257
E2	0,082	0,079	0,083	0,088	0	0,086	0	0,099	0,136	1	0,107	0,5	0,138	0

Kriterler arası elde edilen Ağırlıklandırılmış Süper Matrisin üslü kuvveti çok defa alınarak kriterler arası Limit Süper Matris bulundu. Tablo 6.3' te Limit Süper Matris ile kriterlerin birbirleri ile olan ilişkisi göz önüne alınarak, önem dereceleri elde edildi. Bu kriterler arasında önem derecesi en yüksek kriter %14 ile "E2" kriteri olan, "Ambalajın/tankın/ambarın kapaklarının veya valflerinin arızalı olması" kriteri olarak bulundu. Önem derecesi en düşük olan kriter ise %1,9 ile "D3" kriteri olan, "Tehlikeli yükler gemiye yüklenirken LIFO (Last In First Out) yönteminin uygulanmaması" kriteri olarak bulundu.

Tablo 6.3. Kriterler Arası Limit Süper Matris

	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2
A1	0,119	0,119	0,119	0,119	0,119	0,119	0,119	0,119	0,119	0,119	0,119	0,119	0,119	0,119
A2	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038
A3	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061	0,061
B1	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079
B2	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071	0,071
B3	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077
C1	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067
C2	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045	0,045

Tablo 6.3. (Devam) Kriterler Arası Limit Süper Matris

	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2
C3	0,088	0,088	0,088	0,088	0,088	0,088	0,088	0,088	0,088	0,088	0,088	0,088	0,088	0,088
D1	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067	0,067
D2	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026	0,026
D3	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019	0,019
E1	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094	0,094
E2	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140	0,140

Karar vericilerin yaptığı bir başka değerlendirme de her bir kriter için değerlendirilen alternatiflerdir. Değerlendirme sonucunda ikili karşılaştırma matrisleri ile her bir kriter için alternatiflerin ağırlıkları elde edildi. Tablo 6.4' te ikili karşılaştırma sonucunda her bir kriter için alternatiflerin ağırlıkları tabloda verildi. "A3" kriteri olan, "Limanlarda, tehlikeli madde depo alanlarında veya istasyonlarda statik elektriklenme ve tutuşma kaynaklarına karşı yeterli önlemin olmaması" kriteri için en önemli alternatif %36,4 ile "X1" alternatifi olan, "Liman personeli tehlikeli malların IMDG mevzuatına uygun şekilde sınıflandırılmasını, işaretlenmesini, kontrolünü ve depolanmasını sağlar" alternatifi olarak bulundu. Aynı kriter için önem derecesi en düşük alternatif ise %7,7 ile "X6" alternatifi olan, "Tehlikeli yük elleçleme operasyonları başlamadan önce sorumlu personel tarafından ortam ölçümlerinin yapılması" olarak tespit edildi.

Tablo 6.4. Alternatiflerin İkili Karşılaştırma Matrisi Sonucunda Elde Edilen Ağırlıkları

	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2
X1	0,303	0,318	0,364	0,460	0,067	0,145	0,399	0,429	0,349	0,437	0,125	0,358	0,165	0,182
X2	0,095	0,026	0,089	0,029	0,424	0,066	0,067	0,034	0,064	0,030	0,189	0,040	0,186	0,031
X3	0,127	0,215	0,139	0,146	0,084	0,131	0,073	0,110	0,052	0,075	0,114	0,124	0,186	0,053
X4	0,104	0,105	0,131	0,087	0,060	0,064	0,126	0,145	0,087	0,137	0,301	0,171	0,101	0,388
X5	0,214	0,215	0,199	0,201	0,304	0,252	0,278	0,174	0,208	0,145	0,219	0,208	0,204	0,138
X6	0,157	0,121	0,077	0,077	0,062	0,342	0,056	0,109	0,240	0,176	0,052	0,099	0,158	0,208

Tablo 6.5' te kriterler ve alternatiflerden oluşan Süper Matris oluşturuldu. Süper Matriste amaç düğümü sütununa kriterler arası limit süper matristen elde edilen kriterlerin ağırlıkları, kriterlerin sütununa ise her bir kriter için ikili karşılaştırma matrisi ile değerlendirilen alternatiflerin ağırlıkları eklendi. Bu matrisin kuvvetinin alınmasıyla

Tablo 6.6' da amaç düğümünde alternatiflerin önem derecesi tespit edildi. Sonuca göre "X1" alternatifi olan "Liman personeli tehlikeli malların IMDG mevzuatına uygun şekilde sınıflandırılmasını, işaretlenmesini, kontrolünü ve depolanmasını sağlar" alternatifi %28 ile en önemli alternatif olarak bulundu. Önem derecesi en yüksek ikinci alternatif ise %20,5 ile "X5" alternatifi olan "Kıyı personelleri ve liman çalışanlarına IMDG Code, Temel Kimyasal Eğitimi, Elleçlenen Kimyasal Ürünlerin MSDS'leri, tehlikeli yüklerin riskleri, emniyet önlemleri, emniyetli çalışma, acil durum önlemleri, güvenlik ve benzer konularda sürekli eğitilmelidir" alternatifi sonucuna varıldı. Önem derecesi sıralamasında üçüncü olan alternatif %15,4 ile "X6" alternatifi olan "Tehlikeli yük elleçleme operasyonları başlamadan önce sorumlu personel tarafından ortam ölçümlerinin yapılması" alternatifi olarak tespit edildi. Sıralamada dördüncü olan alternatif %14,7 ile "X4" alternatifi olan "Yük İlgilisi tehlike yaratabilecek iş ekipmanlarının, ambalajların, tankın ve konteynerlerin periyodik kontrolleri yapmaya yetkili kişilerce periyodik kontrollerinin yapılmasını sağlar" alternatifi oldu. Önem derecesinde beşinci olan alternatif ise %10,9 ile "X3" alternatifi olan "Kıyı personeli tehlikeli maddeler ile ilgili faaliyetleri bu işlere uygun olarak tesis edilmiş rıhtım, iskele, depo ve antrepolarda yapar ve iklim koşullarına göre (rüzgar, sıcaklık, yağışlar, nem vb) gerekli güvenlik önlemlerini alır" sonucuna varıldı. Önem derecesi en düşük olan alternatif ise %9,6 ile "X2" alternatifi olan "Tehlikeli madde elleçlenmesinde görevli kıyı tesisi personeli, gemi adamları ve yüke ilişkin diğer yetkili kişilerin depolama esnasında yükün fiziksel ve kimyasal özelliklerine uygun koruyucu elbise giyer" alternatifi bulundu.

Tablo 6.6' da önem derecesi en yüksek kriter olan E2 kriteri için en önemli alternatif, %38,8 ile X4 alternatifi olan "Yük ilgilisi tehlike yaratabilecek iş ekipmanlarının, ambalajların, tankın ve konteynerin periyodik kontrolleri yapmaya yetkili kişilerce periyodik kontrollerinin yapılmasını sağlar" bulundu. Önem derecesi en yüksek ikinci kriter olan A1 kriteri için en önemli alternatif olarak da %30,3 ile X1 alternatifi olan "Liman personeli tehlikeli malların IMDG mevzuatına uygun şekilde sınıflandırılmasını, işaretlenmesini, kontrolünü ve depolanmasını sağlar" bulundu.

Tablo 6.5. Kriterler ve Alternatiflerden Oluşan Süper Matris Tablosu

	Amaç D.	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2	X1	X2	X3	X4	X5	X6
Amaç D.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A1	0,119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2	0,038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3	0,061	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B1	0,079	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B2	0,071	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B3	0,077	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C1	0,067	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C2	0,045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C3	0,088	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D1	0,067	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D2	0,026	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D3	0,019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E1	0,094	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E2	0,140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X1	0	0,303	0,318	0,364	0,460	0,067	0,145	0,399	0,429	0,349	0,437	0,125	0,358	0,165	0,182	1	0	0	0	0	0
X2	0	0,095	0,026	0,089	0,029	0,424	0,066	0,067	0,034	0,064	0,030	0,189	0,040	0,186	0,031	0	1	0	0	0	0
X3	0	0,127	0,215	0,139	0,146	0,084	0,131	0,073	0,110	0,052	0,075	0,114	0,124	0,186	0,053	0	0	1	0	0	0
X4	0	0,104	0,105	0,131	0,087	0,060	0,064	0,126	0,145	0,087	0,137	0,301	0,171	0,101	0,388	0	0	0	1	0	0
X5	0	0,214	0,215	0,199	0,201	0,304	0,252	0,278	0,174	0,208	0,145	0,219	0,208	0,204	0,138	0	0	0	0	1	0
X6	0	0,157	0,121	0,077	0,077	0,062	0,342	0,056	0,109	0,240	0,176	0,052	0,099	0,158	0,208	0	0	0	0	0	1

Tablo 6.6. ANP Yöntemi Sonucu Alternatiflerin Ağırlıkları

	Amaç D.	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2	X1	X2	X3	X4	X5	X6
Amaç D.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X1	**0,280**	0,303	0,318	0,364	0,460	0,067	0,145	0,399	0,429	0,349	0,437	0,125	0,358	0,165	0,182	1	0	0	0	0	0
X2	**0,096**	0,095	0,026	0,089	0,029	0,424	0,066	0,067	0,034	0,064	0,030	0,189	0,040	0,186	0,031	0	1	0	0	0	0
X3	**0,109**	0,127	0,215	0,139	0,146	0,084	0,131	0,073	0,110	0,052	0,075	0,114	0,124	0,186	0,053	0	0	1	0	0	0
X4	**0,147**	0,104	0,105	0,131	0,087	0,060	0,064	0,126	0,145	0,087	0,137	0,301	0,171	0,101	0,388	0	0	0	1	0	0
X5	**0,205**	0,214	0,215	0,199	0,201	0,304	0,252	0,278	0,174	0,208	0,145	0,219	0,208	0,204	0,138	0	0	0	0	1	0
X6	**0,154**	0,157	0,121	0,077	0,077	0,062	0,342	0,056	0,109	0,240	0,176	0,052	0,099	0,158	0,208	0	0	0	0	0	1

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Limanlarda tehlikeli yük operasyonları ile ilgili riskler ve alınacak önlemlerin bulanık çok kriterli bütünleşik modelle incelendiği bu çalışmada risklerin ve önlemlerin ÇKKV yöntemleri olan DEMATEL ve ANP yöntemiyle analizi yapılmış olup, riskler arasındaki ilişki belirlenmiş, risklerin önem derecelendirmesi yapılmış ve son olarak en uygun önlem seçilmiştir. Karar vericilerle yapılan anket çalışması neticesinde DEMATEL ve ANP yöntemleri uygulanmıştır.

İlk aşamada karar vericiler BDEMATEL yöntemini için değerlendirmede bulunmuştur. Anket haricinde Üçgensel Bulanık Eşik Değerini de karar vericiler belirlemiştir. Buna göre değerlendirme sonucunda BDEMATEL yöntemi ile analiz yapılmış ve bütün risk unsurlarının birbirleri ile bir veya birden çok ilişkisi olduğu ortaya çıkmıştır. Tablo 6.1' e göre A3 kriteri olan "Limanlarda, tehlikeli madde depo alanlarında veya istasyonlarda statik elektriklenme ve tutuşma kaynaklarına karşı yeterli önlemin olmaması" risk unsurunun diğer bütün risk unsurları ile ilişkisi tespit edilmişken, D1 kriteri olan "Tehlikeli yüklerin doğru miktarda yüklenmemesi" risk unsurunun sadece E2 kriteri olan "Ambalajın/tankın/ambarın kapaklarının veya valflerinin arızalı olması" risk unsuru ile ilişkisi tespit edilmiştir. Böylelikle BDEMATEL yöntemi ile oluşturulan kriterler arası ilişki ağı, ANP yöntemini uygulamada yardımcı olmuştur.

Bu çalışmada BDEMATEL yöntemi sadece ANP yönteminin uygulanabilmesi için ilişki ağını oluşturmamıştır. Aynı zamanda kriterlerin ağırlıklarının ANP yöntemiyle belirlenebilmesinde de fayda sağlamıştır. Üçgensel Toplam İlişki Matrisindeki değerlerin, Eşik Değer kontrolü yapılıp, kriterler arası ilişkiler belirlendikten sonra Üçgensel Toplam İlişki Matrisine durulaştırma işlemi uygulanmıştır. Durulaştırılmış Toplam İlişki Matrisinde, Eşik Değeri üstünde kalan değerlere normalizasyon işlemi uygulanmış, Eşik değer altında kalan değerler "0" olarak kabul edilmiştir. Normalizasyon işlemi neticesinde elde edilen Tablo 6.2' deki bu değerler ANP yönteminde kullanılan Ağırlıklandırılmış Süper Matrisi oluşturmuş oldu. Bu matrisin de çok sayıda üslü kuvveti alındığında Tablo 6.3' te olduğu gibi kriterler arası Limit Süper Matris elde edilmiştir. Limit Süper Matrise göre önem derecesi en yüksek olarak E2 kriteri olan "Ambalajın/tankın/ambarın kapaklarının veya valflerinin arızalı olması" risk unsuru, önem derecesi en düşük kriter olarak ta D3 kriteri olan "Tehlikeli yükler gemiye

yüklenirken LIFO (Last In First Out) yönteminin uygulanmaması" risk unsuru olarak bulunmuştur.

İkinci aşamada karar vericiler uygun alternatifin ANP yöntemiyle seçilmesi için değerlendirmede bulunmuştur. Liman işletmelerinde tehlikeli yük operasyonlarından kaynaklı oluşan riskler için en uygun önlemi seçmek adına kullanılan bu yöntemde, karar vericiler her bir risk unsuru için alternatifleri değerlendirmiş ve bunun sonucunda ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Tablo 6.4' te ikili karşılaştırma matrisleri sonucunda her risk unsuru için değerlendirilen alternatiflerin ağırlıkları tespit edilmiştir. Alınacak önlemleri temsil eden alternatiflerin değerleri ile risk unsurlarını temsil eden kriterlerin değerleri Süper Matris tablosuna Tablo 6.5' te olduğu gibi yazılır. Çok sayıda üslü kuvveti alınan Süper Matrisin sonucunda Tablo 6.6' da en yüksek öneme sahip alternatif olarak X1 alternatifi olan "Liman personeli tehlikeli malların IMDG mevzuatına uygun şekilde sınıflandırılmasını, işaretlenmesini, kontrolünü ve depolanmasını sağlar" tespit edilmiştir.

Bütünleşik olarak kullanılan BDEMATEL ve ANP yöntemi limanlarda tehlikeli yük operasyonlarından kaynaklı oluşan risklerin birbiri ile ilişkisini açıkça göstermiştir. Bu risk unsurlarının herhangi birinin kazayla sonuçlanması, diğer risk unsurlarının da kazaya dönüşmesine neden olabileceğini açıkça belirtmiştir. Belirlenen bu risk unsurlarının birinin kazaya dönüşmesi neticesinde insan sağlığı, çevre sağlığı ve işletme için çok büyük zararla sonuçlanabilmektedir. Risk unsurlarının birbirleri ile olan ilişkisi göz önüne alındığında, birden çok risk unsurunun kazaya dönüşmesi çok sayıda ölüme, çok büyük çevresel felakete ve hatta limanın yakınında bulunan yerleşim yerlerinin yok olmasına bile neden olabilir. Yakın zamanda Beyrut limanında yaşanan kaza buna en yakın örnek olarak gösterilebilir. Bu kadar çok tehlikeli yük operasyonlarından kaynaklı oluşan risk unsurunu bünyesinde barındıran liman işletmeleri için önlemlerin arttırılması adına teorik ve uygulamalı birçok çalışma yapılması mühimdir.

Literatürden ve yaşanan kazalardan tespit edilen risk unsurları bu çalışmada değerlendirilmiş olup en önemli risk unsuru olarak "Ambalajın/tankın/ambarın kapaklarının veya valflerinin arızalı olması" tespit edilmiştir. Bu risk unsurunun temelde oluşturduğu en büyük tehdit, fark edilebilmesinin güç olmasından kaynaklı olduğu söylenebilir. Arızalı kapaklardan veya valflerden sızan tehlikeli maddenin

çevreye yayılması yangın, patlama, zehirlenme veya insan vücudunda korozyon gibi tehlikeleri doğurmaktadır. Bu tehlikeleri bertaraf etmek adına yine bu çalışma sonucunda bulunan önlemlerin alınması çok önemlidir. Bir diğer önem derecesi yüksek risk unsuru olan "Elleçleme operasyonu başlamadan önce emniyet tedbirlerinin alınmaması ve acil durum planı yapılmamış olması" yine liman işletmesi için çok büyük tehdit oluşturmaktadır. Emniyet Prosedürü ve Acil Durum Eylem Planı olmayan veya güncelleştirmeyen, aynı zamanda bunun ile ilgili gerekli eğitimi çalışanlarına vermeyen bir liman işletmesinin yaşanabilecek kazaların önüne geçebilmek adına hiçbir savunma mekanizmasının olmaması anlamına gelmektedir. Kazaların önlenememesi, küçük çaplı kazaların bile büyük çevresel felakete dönüşmesi bu risk unsurunun ne derece ciddi olduğunu göstermektedir.

Çalışmada literatürde yer alan, limanlarda tehlikeli yük operasyonlarının oluşturduğu risklere karşı alınabilecek önlemler araştırılmıştır. Araştırma sonucunda tespit edilen önlemler değerlendirilmiş, önem derecesi en yüksek alınabilecek önlem olarak "Liman personeli tehlikeli malların IMDG Kod mevzuatına uygun şekilde sınıflandırılmasını, işaretlenmesini, kontrolünü ve depolanmasını sağlar" olarak bulunmuştur. IMDG Kod, denizyolu ile tehlikeli yüklerin taşınmasına dair uluslararası mevzuat olup, tehlikeli yüklerin sınıflandırılması, işaretlenmesi ve uygun şekilde depolanmasına dair yasal zorunluluklardan bahsetmektedir. Tehlikeli yüklerin sınıflandırılması, diğer sınıflardaki tehlikeli yüklerle veya kimyasallar ile ayırt edilebilmesi, bu sınıflandırma sonucunda diğer tehlikeli veya tehlikeli olmayan yükler ile nasıl reaksiyon verebileceğini, risk ortamının önlenebilmesi için o sınıfa özgü ne tür önlemler alınılabileceğini ve en önemlisi sınıfına özgü ne tür tehlike arz ettiğini anlayabilmek adına çok önemlidir. İşaretleme, yapılan sınıflandırmanın liman personeli tarafından tespit edilebilmesi ve bu sınıflandırmaya uygun şekilde elleçleme operasyonunun yapılabilmesi için gerekli bir önlemdir. Sınıflandırma ve işaretlemenin doğru yapılması ve bu sınıflandırmaya uygun kontrol, depolama ve elleçleme faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi tehlikeli yük operasyonlarının en temel ve mühim önlemlerinin başında gelmektedir. Çalışma sonucunda çıkan önem derecesi en yüksek önlemin bu önlem olması da bu kanıyı destekler niteliktedir. Önem derecesi en yüksek bir diğer önlem olarak "Kıyı personelleri ve liman çalışanlarına IMDG Kod, Temel Kimyasal Eğitimi, Elleçlenen Kimyasal Ürünlerin MSDS'leri, tehlikeli yüklerin riskleri, emniyet önlemleri, emniyetli

çalışma, acil durum önlemleri, güvenlik ve benzer konularda sürekli eğitilmelidir" bulunmuştur. Liman personellerinin periyodik olarak IMDG Kod, temel kimyasal eğitim, MSDS okuma eğitimi, tehlikeli maddelere özgü riskler hakkında bilgilendirilmesi ve eğitilmesi oluşan risklere karşı alınabilecek en kuvvetli tedbirlerin başında gelmektedir. Bu eğitim, çalışanları oluşan risklere karşı her zaman güncel tutması ve oluşabilecek kazaların önüne geçebilmek adına daha hızlı reaksiyon verilebilmesi açısından çok etkili bir önlemdir. Ulusal ve uluslararası mevzuatlarda periyodik eğitimlerin zorunlu tutulması ve bu çalışma sonucuna göre önem derecesi en yüksek ikinci önlem olarak tespit edilmesi, göz önüne alınması gereken önlemlerden biri olduğunu göstermektedir.

Çalışmanın Teorik Katkıları

Bu çalışma liman işletmelerinde tehlikeli yük operasyonlarının oluşturduğu riskler ve bu risklere karşı alınacak önlemler konusunda uzmanlara, danışmanlara, liman işletmelerine ve akademisyenlere bilgi vermektedir. Ayrıca bu hususta ÇKKV yöntemlerinin nasıl kullanılabileceği ve bu tekniklerin tehlikeli yük operasyonlarında sağladığı katkılar literatür açısından çok büyük önem arz etmektedir.

Çalışmanın Uygulamaya Katkıları

Bu çalışma liman işletmelerinde, tehlikeli yük operasyonları sürecinde oluşan risklerden ve bu risklerin kazaya dönüşmesi sonucunda çalışanlara ve çevreye olan etkilerinden açıkça bahsedilmiştir. Kazaların önlenebilmesi için alınması gereken tedbirlerden de bahsedilmekle birlikte, ÇKKV teknikleri kullanılarak en önemli risklerin tespiti ve en uygun önlemlerin seçilebilmesi sağlanmaktadır. Böylelikle Liman işletmeleri idarecileri, İş Güvenliği Uzmanları, İş Yeri Hekimleri ve Tehlikeli Madde Güvenlik Danışmanları tehlikeli yük operasyonlarına başlamadan önce göz önüne alınması gereken risklerin tespit edilebilmesi ve buna uygun önlemlerin seçebilmesi için Çok Kriterli Karar Verme tekniklerini tehlikeli yük operasyonlarına entegre etmesi çok önemlidir. Ayrıca bu tekniğin uygulanabilirliği açısından sorumlu olan bu kişilerin koordineli çalışması da gerekmektedir.

Çalışmanın Kısıtları ve Gelecek Çalışmalara Öneriler

Liman işletmelerinde tehlikeli yük operasyonlarına ilişkin riskler ve alınacak önlemlerin ÇKKV yöntemlerinden olan BDEMATEL ve ANP yöntemiyle analizi yapılmıştır. Fakat diğer ÇKKV yöntemlerinin bu yöntemlere göre daha etkin sonuç verip veremeyeceği çalışmanın kısıtlarındandır. Ayrıca yapılan bu çalışma liman işletmeleri için gerçekleştirilmiş olup, daha spesifik olabilmesi açısından her bir terminalin de ayrıca incelenmesi önerilir. Gelecek çalışmalarda diğer ÇKKV yöntemleriyle ilgili de çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKLAR

Abikova, J. (2020). Application of Fuzzy DEMATEL-ANP Methods for Siting Refugee Camps. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management, 10*(3), 347-369.

Akandere, G. (2020). Sosyal Sürdürülebilirlik Açısından Tedarik Zinciri Yönetiminde İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*(44), 63-72.

Akça, N., Sönmez, S., Gür, Ş., Yılmaz, A., & Eren, T. (2018). Kamu Hastanelerinde Analitik Ağ Süreci Yöntemi ile Finans Yöneticisi Seçimi. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi, 5*(2), 133-146.

Akgül, E. F., Fışkın, C. S., Düzalan, B., Erdoğan, T., & Çetin, Ç. K. (2015). Liman Rekabetçiliği ve Etkinlik: Türkiye'deki Konteyner Limanları Üzerine Bir Analiz. *II. Ulusal Liman Kongresi*.

Aksakal, E., & Dağdeviren, M. (2010). ANP ve DEMATEL Yöntemleri ile Personel Seçimi Problemine Bütünleşik Bir Yaklaşım. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 25*(4), 905-913.

Alagöz, M. (2004). Sürdürülebilir Kalkınmanın Paradigması. *Selçuk Üniversitesi İBFF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 4*(8), 1-23.

AlRukaibi, F., AlKheder, S., & AlMashan, N. (2020). Sustainable Port Management in Kuwait: Shuwaikh Port System. *The Asian Journal of Shipping and Logistics, 36*(1), 20-33.

Altaş, İ. H. (1999). Bulanık Mantık: Bulanıklılık Kavramı. *Enerji, Elektrik, Elektromekanik-3e*(62), 80-85.

Aslan, N. (2005). Analitik Network Prosesi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 180480.

Aytaç, E. (2006). Kalite Kontrolde Bulanık Mantık Yaklaşımı ve Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli, 210953.

Bartan, D. (2007). Konteyner Terminallerinde Performans Değerlendirmesi ve İzmir Alsancak Limanı Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 213481.

Baştuğ, S., & Esmer, S. (2022). Konteyner Taşımacılığı Pazarında Sürdürülebilir Liman Rekabetinin Belirleyicileri: Sistematik Literatür Araştırması. *İzmir İktisat Dergisi, 37*(1), 34-52.

Batarliene, N. (2008). Dangerous Goods Transportation: New Technologies and Reducing of the Accidents. *Journal of KONBIN, 8*(1), 211-222.

Boran, M., & Alkan, N. (2018). Liman Operasyonlarının Çevresel Etkileri. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 8*(2), 99-105.

Bozkurt, C., Pelit, İ., & Irmak, E. (2018). Türkiye ve Dünyada Denizyolu Taşımacılığı. *3. Uluslararası Sosyal, Beşeri ve Eğitim Bilimleri Kongresi*, 1-9.

Büyüközkan, G., & Çifçi, G. (2012). A Novel Hybrid MCDM Approach Based on Fuzzy DEMATEL, Fuzzy ANP and Fuzzy TOPSIS To Evaluate Green Suppliers. *Expert Systems with Applications, 39*(3), 3000-3011.

Büyüksaatçi, S., & Yılmaz, D. (2018). Sürdürülebilir Liman İşletmeciliğini Yönlendirici ve Engelleyici Faktörler: Bir Üçlü Bilanço Yaklaşımı. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 5*(1), 192-220.

Cavallo, B., D'Apuzzo, L., & Squillante, M. (2015). A Multi-Criteria Decision Making Method for Sustainable Development of Naples Port City-Area. *Quality & Quantity*(49), 1647-1659.

Chang, B., Chang, C.-W., & Wu, C.-H. (2011). Fuzzy DEMATEL Method for Developing Supplier Selection Criteria. *Expert System with Applications, 38*(3), 1850-1858.

Chen, J., Zheng, H., Wei, L., Wan, Z., Ren, R., Li, J., et al. (2020). Factor Diagnosis and Future Governance of Dangerous Goods Accidents in China's Ports. *Environmental Pollution, 257*, 1-8.

Chen-Yi, H., Ke-Ting, C., & Gwo-Hshiung, T. (2007). FMCDM with fuzzy Dematel approach for costumers' choice behavior model. *International Journal of Fuzzy System, 9*(4), 236-246.

Chu, G., & Lyu, G. (2018). Critical Assessment on Dangerous Goods Storage Container Yard of Port: Case Study of LPG Tank Container. *IEEE International Conferance*, 1751-1755.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. (2013). İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği. *(28628)*.

D'Amico, G., Depczynska, K., Dembinska, I., & Ioppolo, G. (2021). Smart and Sustainable Logistics of Port Cities: A Framework for Comprehending Enabling Factors, Domains and Goals. *Sustainable Cities and Society, 69*, 1-19.

Demirci, A., & Tarhan, D. B. (2016). Türkiye'de Faaliyet Gösteren Liman İşletmeleri ve Bu İşletmelerin Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Ölçümü. *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 2*(2), 144-160.

Denizcilik Genel Müdürlüğü. (2020). *2020 Deniz Ticareti İstatistikleri.* Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı.

Denizcilik Genel Müdürlüğü. (2021). *Türkiye'nin Denizyolu Verileri 2019-2020.* T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı.

Di Vaio, A., & Varriale, L. (2018). Management Innovation for Environmental Sustainability in Seaports: Managerial Accounting Instruments and Training for Competitive Green Ports beyond the Regulations. *Sustainablity, 10*(3), 1-35.

Di Vaio, A., Varriale, L., & Alvino, F. (2018). Key performance indicators for developing environmentally sustainable and energy efficient ports: Evidence from Italy. *Energy Policy, 122*, 229-240.

Dursun, A., & Sercan, E. (2012). Denizyolu Yük Taşımacılığı Sektöründe Faaliyet Gösteren Firmaların Finansal Yapı Analizi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 16*(3), 367-382.

Ecer, F., Açıkgözoğlu, S., & Yaman, F. (2009). Analitik Ağ Süreci (AAS) ve WEB sitelerinden yararlanarak otel seçimi. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 27*(1), 187-207.

Ellis, J. (2011). Analysis of accidents and incidents occurring during transport of packaged dangerous goods by sea. *Safety Science, 49*(8-9), 1231-1237.

Ensslin, L., Dezem, V., Dutra, A., Ensslin, S. R., & Somensi, K. (2018). Seaport-Performance Tools: An Analysis of the International Literature. *Maritime Economics & Logistics, 20,* 587-602.

Erkmen, T., & Özkaynak, S. (2015). Liman İşletmeciliğinde Sürdürülebilir Liman Ekonomisi Stratejisi. *II. Ulusal Liman Kongresi*.

Ersöz, F., & Kabak, M. (2010). Savunma Sanayi Uygulamalarında Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Literatür Araştırması. *The Journal of Defense Sciences, 9*(1), 97-125.

Ertuğrul, A. (2010). Deniz Taşımacılığında Yük Terminali Hizmetleri için Pazarlama Karmasının Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Anabilimdalı, İzmir, 261522.

Eryüzlü, H. (2019). Dünya Deniz Ticareti ve Türkiye Dış Ticareti İlişkileri: Ekonometrik Bir Analiz. *The Journal of Social Science, 3*(5), 152-162.

Esmer, S. (2019). *Liman ve Terminal Yönetimi.* Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi.

Fedai, A., & Madran, C. (2015). Sürdürülebilir Liman Yönetimi ve Antalya' da İki Yat Limanında Vaka İncelemesi. *II. Ulussal Liman Kongresi*.

Fontela, E., & Gabus, A. (1976). *The DEMATEL observer, DEMATEL 1976 report.* Switzerland: Battelle Geneva Research Center.

Gökşen, H. (2021). Bütünleşik Bulanık DEMATEL-AAS Yöntemi ile Tedarik Zinciri Performans Ölçütlerinin Önem Ağırlıklarının Belirlenmesi: Kablo Sektöründe Bir Uygulama. *Business and Management Studies: An International Journal, 9*(4), 1399-1421.

Greenspan, A. (2007). *The Age of Turbulence. Adventures in a New World.* New York: Penguin Press.

Ha, M.-H., & Yang, Z. (2017). Comparative analysis of port performance indicators: Independency and interdependency. *Transportation Research Part A, 103*, 264-278.

Hamidou, M., Fournier, D., Sanlaville, E., & Serin, F. (2013). Management of Dangerous Goods in Container Terminal with MAS Model. *The 15th International Conference on Harbor*.

Hamri, M., & Jouad, S. (2020). Management Innovation for Environmental Sustainability in Seaports. *13 th International Conference of Logistics and Supply Chain Management Logistiqua.* Morocco: Higher School of Technology, Sidi Mohamed Ben Abdellah University.

Hatefi, S. M., & Tamosaitiene, J. (2019). An Integrated Fuzzy DEMATEL-Fuzzy ANP Model for Evaluating Construction Projects by Considering Interrelationships Among Risk Factors. *Journal of Civil Engineering and Management, 25*(2), 114-131.

Huang, C., Bai, Y., & Lu, L. (2020). Hazard Analysis and Quantitative Risk Assessment of Port Operation for Dangerous Goods Container. *IOP Conferance Series: Materials Science and Engineering, 780*, 1-8.

IMDG. (2018). *Denizyolu ile Taşınan Tehlikeli Maddelee İlişkin Uluslararası Kod.* Cenevre: Deniz Emniyet Komitesi.

Janic, M., & Reggiani, A. (2002). An aplication of the multiple criteria desicion making (MCDM) analysis to the selection of a new hub airport. *European Journal of Transport and Infrastructure Research, 2*(2), 113-141.

Janno, J., & Koppel, O. (2018). Operational Risks in Dangerous Goods Transportation Chain on Roads. *Scientific Journal of Logistics, 14*(1), 33-41.

Kahvecioğlu, A., & Kıyak, E. (2003). Bulanık Mantık ve Uçuş Kontrol Problemine Uygulanması. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 1*(2), 63-72.

Karakaşoğlu, N. (2008). Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli, 226810.

Khalilzadeh, M., Shakeri, H., & Zohrehvandi, S. (2021). Risk Identification and Assesment with the Fuzzy DEMATEL-ANP Method in Oil and Gas Projects Under Uncertainty. *Procedia Computer Science, 181*, 277-284.

Kısa, A. C., & Perçin, S. (2017). Bütünleşik Bulanık DEMATEL-Bulanık VIKOR Yaklaşımının Makine Seçimi Problemine Uygulanması. *Journal of Yasar University, 12*(48), 249-256.

Koç, E. (2019). Uluslararası Tedarikçi Seçim Probleminde Bulanık DEMATEL Yönteminin Kullanımı. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*(17), 339-355.

Kol, B. (2010). Türkiye'nin Dış Ticaretinde Deniz Taşımacılığının Önemi ve Sorunları. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, İzmir, 253601.

Koldemir, B. (2008). Marmara Bölgesi Liman Yeri Seçiminde Bölge Ekonomisi, Kıyı Jeolojisi ve Jeomorfolojisinin Önemi: Silivri Limanı. *Uygulamalı Yerbilimleri, 7*(1), 32-45.

Kong, Y., & Liu, J. (2021). Sustainable Port Cities with Coupling Coordination and Environmental Efficiency. *Ocean and Coastal Management, 205*, 1-13.

Konur, E. (2016). Liman İşletmelerinin Yükleme-Boşaltma, Depolama, Kılavuzluk ve Römorkaj Hizmetlerinin İfasından Doğan Hukuki Sorumluluğu. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Kemerburgaz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 428677.

Korucuk, S., & Memiş, S. (2019). Yeşil Liman Uygulamaları Performans Kriterlerinin Dematel Yöntemi ile Önceliklendirilmesi: İstanbul Örneği. *Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi, 7*(16), 134-148.

Köse, S., Uyar, B. B., Özkök, M., & Demirel, F. B. (2018). Trabzon Limanı Elleçleme Ekipmanlarının Yakıt Tüketim Maliyetleri Üzerine Bir Araştırma. *Technological Applied Sciences, 13*(3), 264-271.

Kurt, M., & Özdemir, K. (2003). İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Yönetim Sistemleri. *Türk Tabipleri Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, 13-21.

Kuzu, A. C. (2021). Bir Gaz Tankerinin Patlama Senaryosu için BLEVE Etki Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*(Özel Sayı), 1-16.

Lam, J., & Li, K. (2019). Green port marketing for sustainable growth and development. *Transport Policy, 84*, 73-81.

Lim, S., Pettit, S., Abouarghoub, W., & Beresford, A. (2019). Port Sustainability and Performance: A Systematic Literature Review. *Transportation Research Part D, 72*, 47-64.

Lozano, R., Fobbe, L., Carpenter, A., & Sammalisto, K. (2019). Analysing Sustainability Changes in Seaports: Experiences From the Gävle Port Authority. *Sustainable Development, 27*(3), 409-418.

Mavi, R. K., & Standing, C. (2018). Critical Success Factors of Sustainable Project Management in Construction: A Fuzzy DEMATEL-ANP Approach. *Journal of Cleaner Production, 194*, 751-765.

Mert, A., & Çetinyokuş, S. (2020). Denizyolu Tehlikeli Madde Taşımacılığına Yönelik Kazaların Analizi. *Journal of Humanities and Tourism Research, 10*(1), 41-54.

Meyer, C., Gerlitz, L., Philipp, R., & Paulauskas, V. (2021). A Digital or Susyainable Small and Medium-Sized Port? Sustainable Port Blueprint in the Baltic Sea Region Based on Port Benchmarking. *Transport and Telecommunication, 22*(3), 332-342.

Molero, G. D., Santarremigia, F. E., Beltran, P. A., & Ferrando, J. P. (2017). Total Safety by Design: Increased Safety and Operability of Supply Chain of Inland Terminals for Containers with Dangerous Goods. *Safety Science, 100*, 168-182.

Ohtani, H., & Kobayashi, M. (2005). Statistical Analysis of Dangerous Goods Accidents in Japan. *Safety Science, 43*(5-6), 287-297.

Oral, N., Yumuşak, R., & Eren, T. (2021). AHP ve ANP yöntemleri kullanılarak tehlikeli madde depo yeri seçimi: Kırıkkale ilinde bir uygulama. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 10*(1), 115-124.

Oralhan, B. (2019). Sosyal medya platformu seçimini etkileyen kriter ağırlıklarının Bulanık Dematel yöntemiyle belirlenmesi. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*(Özel Sayı), 408-420.

Organ, A. (2013). Bulanık DEMATEL Yöntemiyle Makine Seçimini Etkileyen Kriterlerin Değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 22*(1), 157-172.

Ömürbek, N., & Şimşek, A. (2014). Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci yöntemleri ile online alışveriş site seçimi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 12*(22), 306-327.

Ömürbek, N., & Tunca, M. Z. (2013). Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci Yöntemlerinde Grup Kararı Verilmesi Aşamasına İlişkin Bir Örnek Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 18*(3), 47-70.

Ömürbek, N., Demirci, N., & Akalin, P. (2013). Analitik Ağ Süreci ve TOPSİS yöntemleri ile bilimdalı seçimi. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi, 5*(9), 118-140.

Özdemir, Ü. (2018). Türkiye'de Yeşil Liman Uygulamaları Üzerine Bir Değerlendirme Örneği. *Social Sciences Studies Journal*, 1209-1218.

Özispa, N., & Arabelen, G. (2021). Limanların Sürdürülebilirlik Stratejilerinin AHP Yaklaşımı ile Önceliklendirilmesi. *Journal of Yasar University, 16*(63), 1430-1453.

Pekkaya, M., & Bucak, U. (2018). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Bölgesel Liman Kuruluş Yeri Seçimi: Batı Karadeniz'de Bir Uygulama. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, 18*(Özel Sayı), 253-268.

Peralta, M. H., Reyes, S. P., Santarremigia, F. E., & Molero, G. D. (2020). Designing the layout of terminals with dangerous goods for safer and more secure ports and hinterlands. *Case Studies on Transport Policy, 8*(2), 300-310.

Pesce, M., Terzi, S., Al-Jawasreh, R. M., Bommarito, C., Calgaro, L., Fogarin, S., et al. (2018). Selecting sustainable alternatives for cruise ships in Venice using multi-criteria decision analysis. *Science of the Total Environment, 642*, 668-678.

Ren, J., & Lützen, M. (2017). Selection of sustainable alternative energy source for shipping: Multi-criteria decision making under incomplete information. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 74*, 1003-1019.

Romer, H., Haastrup, P., & Petersen, S. (1995). Accidents During Marine Transport of Dangerous Goods. Distribution of Fatalities. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 8*(1), 29-34.

Saaty, T. L. (1994). How to Make a Desicion: The Analytic Hierarchy Process. *Interfaces, 24*(6), 19-43.

Saaty, T., & Shih, H.-S. (2009). Structures in decision making: On the subjective geometry of hierarchies and networks. *European Journal of Operational Research, 199*(3), 867-872.

Saaty, T., & Vargas, L. (2006). *Decision Making with The Analytic Network Process Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Cost and Risks.* New York: Springer.

Saban, M., & Güğerçin, G. (2009). Deniz Taşımacılığı İşletmelerinde Maliyetleri Etkileyen Faktörler ve Sefer Maliyetleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Dergisi, 1*(1), 1-16.

Sarkis, J. (1998). Evaluating Environmentally Conscious Business Practices. *European Journal of Operational Research, 107*(1), 159-174.

Schipper, G., Vreugdenhil, H., & de Jong, M. (2017). A Sustainability Assessment of Ports and Port-City Plans: Comparingambitions with Achievements. *Transportation Research Part D, 57*, 84-111.

Sislian, L., Jaegler, A., & Cariou, P. (2016). A Literature Review on Port Sustainability and Ocean's Carrier Network Problem. *Research in Transportation Business & Management, 19*, 19-26.

Sıtkı, F. (2017). Denizyolu ile Tehlikeli ve Bozulabilir Madde Taşımacılığı Mersin İli Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Toros Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı, Mersin, 454370.

Tadic, S., Zecevic, S., & Krstic, M. (2014). A Novel Hybrid MCDM Model Based on Fuzzy DEMATEL, Fuzzy ANP and Fuzzy VIKOR for City Logistics Concept Selection. *Expert Systems with Applications, 41*(18), 8112-8128.

Tarı, R., & İnce, M. R. (2019). Denizyolu Taşımacılığı Piyasası Kapsamında Küresel Ticaret Hacminin Analizi: Markov Rejim Değişim Modeli. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*(37), 1-20.

Taşdemir, D., & Öztürk, B. (2019). Sürdürülebilir İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamalarında Koordinasyon ve Kurum Kültürü. *Milli Kültür Araştırmaları Dergisi, 3*(1), 23-31.

Tatar, V., & Özer, M. B. (2018). Kıyı Tesislerinde Depolanan ve Elleçlenen Tehlikeli Maddelerin Yangın Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi: Hopa Limanı Tank Terminali Örneği. *14th International Combustion Sysmposium*, 69-87.

Tatar, V., Özer, M. B., & Kartal, A. (2019). Deniz Taşımacılığı ve Limanların Ekonomik Etkilkeri: Hopa Limanı Analizi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 6*(5), 138-150.

Tırpan, F. H. (2018). Denizyolu Taşımacılığında Konteynerlere Tehlikeli Maddelerin Yüklenmesi, Boşaltılması ve Risk Analizinin Yapılması ile Birlikte Uygulanması. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniveristesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Topçu, Y. İ. (2000). Çok Ölçütlü Sorun Çözümüne Yönelik Bir Bütünleşik Karar Destek Modeli. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 100788.

Töz, A. C., & Köseoğlu, B. (2015). Denizcilikte İş Sağlığı ve İş Emniyeti: Limanlar Üzerine Genel Bir Değerlendirme. *II. Ulusal Liman Kongresi*.

Tunalı, H., & Akarçay, N. (2018). Deniz Taşımacılığı ile Sanayi Üretimi İlişkisinin Analizi: Türkiye Örneği. *İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi, 3*(6), 111-122.

Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2015). *Tehlikeli Maddelerin Denizyoluyla Taşınması Hakkında Yönetmelik.* Sayı: 29284: Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı.

UNCTAD. (2021). Review of Maritime Transport. *United Nations Conferance on Trade and Development*.

Ünal, A. U., & Usluer, H. B. (2015). Tehlikeli Yük Elleçleme Eğitimlerinin Liman İşletmelerindeki Gereklilik ve Önemi. *II.Ulusal Liman Kongresi*.

Welford, R., & Gouldson, A. (1993). *Environmental Management and Business Strategy.* London: Pitman Publishing Limited.

Xiao, D., Wang, J., & Lu, Q. (2020). Stimulating Sustainability İnvestment Level of Suppliers with Strategic Commitment to Price and Cost Sharing in Supply Chain. *Journal of Cleaner Production, 252*, 1-15.

Yalçın, S., & Gülsün, B. (2020). Kozmetik Sektöründe Tüketicilerin Ürün Satın Alma Davranışlarının Bulanık DEMATEL, Bulanık ANP ve VIKOR Yöntemleri ile Değerlendirilmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 9*(1), 254-271.

Yeh, T. M., & Huang, Y. L. (2014). Factors in determining wind farm location: Integrating GQM, Fuzzy DEMATEL and ANP. *Renewable Energy, 66*, 159-169.

Yorulmaz, M. (2009). Deniz Taşımacılığı ve Deniz Sigortaları. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Bankacılık ve Sigortacılık Enstitüsü, Sigortacılık Anabilim Dalı, İstanbul, 235859.

Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control, 8*(3), 338-353.

Zhao, C., Li, R., Wang, Y., Yu, H., & Gong, Y. (2021). Study on the Propagation of Sustainable Development Concept Among Gulf Ports Based on Complex Network. *Maritime Policy and Management, 48*(4), 478-496.

Zhao, D., Wang, T., & Han, H. (2020). Approach towards Sustainable and Smart Coal Port Development: The Case of Huanghua Port in China. *Sustainability, 12*(9), 1-23.

Zhou, Q., Huang, W., & Zhang, Y. (2011). Identifying Critical Success Factors in Emergency Management Using a Fuzzy DEMATEL Methods. *Safety Science, 49*(2), 243-252.

Zorba, Y. (2009). Uluslararası Deniz Ticaretinde Tehlikeli Yüklere İlişkin Güvenlik Yönetimi: Uluslararası Denizde Tehlikeli Yük Taşımacılığı Standartları (IMDG CODE) ve Türkiye Uygulamaları. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 231396.

Zorba, Y., & Kişi, H. (2009). Uluslararası Deniz Ticaretinde Tehlikeli Yüklere İlişkin Emniyet Yönetimi ve Türk Limanları Üzerine Uygulama. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Dergisi, 1*(1), 27-45.

EKLER

EK-A

Tablo A.1. Direkt İlişki Matrisi

FAKTÖRLER	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2
A1	0	(0,75;1;1)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,75;1;1)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)
A2	(0,50;0,75;1)	0	(0,25;0,50;0,75)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)
A3	(0,25;0,50;0,75)	(0,50;0,75;1)	0	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,50;0,75;1)
B1	(0,25;0,50;0,75)	(0,50;0,75;1)	(0,25;0,50;0,75)	0	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)
B2	(0,25;0,50;0,75)	(0;0,25;0,50)	(0;0,25;0,50)	(0,25;0,50;0,75)	0	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0;0,25;0,50)	(0,50;0,75;1)	(0;0,25;0,50)	(0,50;0,75;1)	(0;0,25;0,50)
B3	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,25;0,50;0,75)	0	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)
C1	(0,50;0,75;1)	(0,75;1;1)	(0,50;0,75;1)	(0,75;1;1)	(0,75;1;1)	(0,75;1;1)	0	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0;0,25;0,50)	(0;0,25;0,50)	(0;0,25;0,50)	(0,50;0,75;1)	(0;0,25;0,50)
C2	(0,25;0,50;0,75)	(0,50;0,75;1)	(0,25;0,50;0,75)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	0	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0;0,25;0,50)	(0;0,25;0,50)	(0,25;0,50;0,75)	(0,50;0,75;1)
C3	(0,50;0,75;1)	(0;0,25;0,50)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,50;0,75;1)	0	(0;0,25;0,50)	(0;0,25;0,50)	(0;0,25;0,50)	(0,25;0,50;0,75)	(0,50;0,75;1)
D1	(0,25;0,50;0,75)	(0;0,25;0,50)	(0;0,25;0,50)	(0,25;0,50;0,75)	(0;0,25;0,50)	(0,25;0,50;0,75)	(0;0,25;0,50)	(0;0,25;0,50)	(0;0,25;0,50)	0	(0;0,25;0,50)	(0;0,25;0,50)	(0;0,25;0,50)	(0,50;0,75;1)
D2	(0,25;0,50;0,75)	(0;0,25;0,50)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,25;0,50;0,75)	(0;0,25;0,50)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	0	(0;0,25;0,50)	(0,25;0,50;0,75)	(0,50;0,75;1)
D3	(0,25;0,50;0,75)	(0;0,25;0,50)	(0;0,25;0,50)	(0;0,25;0,50)	(0;0,25;0,50)	(0,25;0,50;0,75)	(0;0,25;0,50)	(0;0,25;0,50)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0;0,25;0,50)	0	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)
E1	(0,25;0,50;0,75)	(0;0,25;0,50)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,25;0,50;0,75)	(0;0,25;0,50)	(0;0,25;0,50)	(0;0,25;0,50)	(0;0,25;0,50)	(0;0,25;0,50)	0	(0,25;0,50;0,75)
E2	(0,50;0,75;1)	(0;0,25;0,50)	(0;0,25;0,50)	(0;0,25;0,50)	(0;0,25;0,50)	(0;0,25;0,50)	(0;0,25;0,50)	(0;0,25;0,50)	(0,50;0,75;1)	(0,50;0,75;1)	(0,25;0,50;0,75)	(0,25;0,50;0,75)	(0,50;0,75;1)	0
∑rmax	11	9,5	10	**11,25**	10,75	11	9,75	9,5	10,25	9,5	9	8,25	10,75	11

EK-B

Tablo B.1. Normalleştirilmiş Direkt İlişki Matrisi

FAKTÖRLER	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2
A1	0	(0,067;0,089;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,067;0,089;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)
A2	(0,044;0,067;0,089)	0	(0,022;0,044;0,067)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)
A3	(0,022;0,044;0,067)	(0,044;0,067;0,089)	0	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0,044;0,067;0,089)
B1	(0,022;0,044;0,067)	(0,044;0,067;0,089)	(0,022;0,044;0,067)	0	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)
B2	(0,022;0,044;0,067)	(0;0,022;0,044)	(0;0,022;0,044)	(0,022;0,044;0,067)	0	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0;0,022;0,044)	(0,044;0,067;0,089)	(0;0,022;0,044)	(0,044;0,067;0,089)	(0;0,022;0,044)
B3	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,022;0,044;0,067)	0	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)
C1	(0,044;0,067;0,089)	(0,067;0,089;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,067;0,089;0,089)	(0,067;0,089;0,089)	(0,067;0,089;0,089)	0	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0;0,022;0,044)	(0;0,022;0,044)	(0;0,022;0,044)	(0,044;0,067;0,089)	(0;0,022;0,044)
C2	(0,022;0,044;0,067)	(0,044;0,067;0,089)	(0,022;0,044;0,067)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	0	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0;0,022;0,044)	(0;0,022;0,044)	(0,022;0,044;0,067)	(0,044;0,067;0,089)
C3	(0,044;0,067;0,089)	(0;0,022;0,044)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0,044;0,067;0,089)	0	(0;0,022;0,044)	(0;0,022;0,044)	(0;0,022;0,044)	(0,022;0,044;0,067)	(0,044;0,067;0,089)
D1	(0,022;0,044;0,067)	(0;0,022;0,044)	(0;0,022;0,044)	(0,022;0,044;0,067)	(0;0,022;0,044)	(0,022;0,044;0,067)	(0;0,022;0,044)	(0;0,022;0,044)	(0;0,022;0,044)	0	(0;0,022;0,044)	(0;0,022;0,044)	(0;0,022;0,044)	(0,044;0,067;0,089)
D2	(0,022;0,044;0,067)	(0;0,022;0,044)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,022;0,044;0,067)	(0;0,022;0,044)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	0	(0;0,022;0,044)	(0,022;0,044;0,067)	(0,044;0,067;0,089)
D3	(0,022;0,044;0,067)	(0;0,022;0,044)	(0;0,022;0,044)	(0;0,022;0,044)	(0;0,022;0,044)	(0,022;0,044;0,067)	(0;0,022;0,044)	(0;0,022;0,044)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0;0,022;0,044)	0	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)
E1	(0,022;0,044;0,067)	(0;0,022;0,044)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,022;0,044;0,067)	(0;0,022;0,044)	(0;0,022;0,044)	(0;0,022;0,044)	(0;0,022;0,044)	(0;0,022;0,044)	0	(0,022;0,044;0,067)
E2	(0,044;0,067;0,089)	(0;0,022;0,044)	(0;0,022;0,044)	(0;0,022;0,044)	(0;0,022;0,044)	(0;0,022;0,044)	(0;0,022;0,044)	(0;0,022;0,044)	(0,044;0,067;0,089)	(0,044;0,067;0,089)	(0,022;0,044;0,067)	(0,022;0,044;0,067)	(0,044;0,067;0,089)	0

EK-C

Tablo C.1. Toplam İlişki Matrisi

FAKTÖRLER	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2
A1	(0,027;0,119;0,814)	**(0,085;0,187;0,791)**	**(0,063;0,167;0,826)**	**(0,072;0,189;0,912)**	**(0,068;0,181;0,876)**	**(0,070;0,184;0,892)**	**(0,062;0,163;0,809)**	**(0,060;0,159;0,792)**	**(0,064;0,170;0,843)**	**(0,083;0,183;0,789)**	**(0,057;0,153;0,759)**	**(0,053;0,141;0,703)**	**(0,067;0,178;0,882)**	**(0,069;0,181;0,892)**
A2	**(0,061;0,155;0,787)**	(0,016;0,083;0,615)	**(0,036;0,124;0,707)**	**(0,063;0,162;0,800)**	**(0,061;0,156;0,770)**	**(0,062;0,158;0,783)**	**(0,056;0,142;0,712)**	**(0,035;0,118;0,678)**	**(0,037;0,126;0,722)**	**(0,035;0,120;0,675)**	**(0,033;0,113;0,649)**	**(0,029;0,103;0,601)**	**(0,040;0,133;0,756)**	**(0,038;0,133;0,763)**
A3	**(0,044;0,148;0,834)**	**(0,060;0,156;0,753)**	(0,017;0,092;0,705)	**(0,067;0,175;0,868)**	**(0,064;0,168;0,834)**	**(0,065;0,170;0,849)**	**(0,058;0,152;0,771)**	**(0,058;0,149;0,754)**	**(0,061;0,158;0,803)**	**(0,058;0,151;0,752)**	**(0,055;0,143;0,723)**	**(0,030;0,111;0,651)**	**(0,043;0,144;0,821)**	**(0,064;0,167;0,849)**
B1	**(0,036;0,122;0,705)**	**(0,054;0,133;0,641)**	**(0,032;0,112;0,649)**	(0,015;0,085;0,654)	**(0,036;0,122;0,689)**	**(0,036;0,124;0,702)**	**(0,032;0,110;0,637)**	**(0,031;0,107;0,622)**	**(0,033;0,114;0,663)**	**(0,032;0,109;0,620)**	**(0,030;0,103;0,596)**	(0,027;0,095;0,553)	**(0,035;0,119;0,693)**	**(0,035;0,121;0,701)**
B2	**(0,031;0,110;0,643)**	(0,009;0,083;0,548)	(0,011;0,085;0,576)	**(0,034;0,117;0,656)**	(0,012;0,070;0,568)	**(0,033;0,113;0,642)**	**(0,029;0,101;0,582)**	(0,028;0,098;0,569)	**(0,029;0,104;0,606)**	(0,006;0,079;0,546)	(0,048;0,115;0,565)	(0,004;0,066;0,485)	**(0,053;0,130;0,653)**	(0,010;0,090;0,621)
B3	**(0,061;0,158;0,801)**	**(0,058;0,148;0,709)**	**(0,058;0,147;0,739)**	**(0,063;0,164;0,815)**	**(0,041;0,137;0,765)**	(0,020;0,097;0,716)	**(0,036;0,123;0,706)**	**(0,034;0,120;0,690)**	**(0,038;0,128;0,736)**	**(0,037;0,123;0,688)**	**(0,033;0,115;0,661)**	**(0,030;0,106;0,613)**	**(0,061;0,155;0,789)**	**(0,061;0,157;0,797)**
C1	**(0,065;0,168;0,792)**	**(0,086;0,180;0,703)**	**(0,062;0,157;0,733)**	**(0,091;0,197;0,808)**	**(0,089;0,191;0,777)**	**(0,089;0,191;0,790)**	(0,020;0,092;0,637)	**(0,061;0,152;0,704)**	**(0,061;0,158;0,747)**	(0,016;0,110;0,659)	(0,016;0,104;0,634)	(0,011;0,092;0,585)	**(0,065;0,166;0,781)**	(0,022;0,126;0,749)
C2	**(0,037;0,125;0,718)**	**(0,055;0,136;0,653)**	**(0,032;0,114;0,660)**	**(0,058;0,150;0,749)**	**(0,057;0,145;0,721)**	**(0,036;0,126;0,714)**	**(0,033;0,112;0,648)**	(0,011;0,068;0,571)	**(0,034;0,117;0,676)**	**(0,032;0,112;0,632)**	(0,010;0,086;0,588)	(0,007;0,077;0,543)	**(0,036;0,123;0,707)**	**(0,056;0,144;0,733)**
C3	**(0,055;0,136;0,697)**	(0,012;0,089;0,580)	**(0,032;0,106;0,625)**	**(0,035;0,119;0,690)**	**(0,034;0,115;0,663)**	**(0,034;0,115;0,674)**	**(0,031;0,104;0,613)**	**(0,052;0,124;0,619)**	(0,012;0,068;0,576)	(0,011;0,085;0,578)	(0,008;0,078;0,554)	(0,006;0,071;0,513)	(0,035;0,094;0,668)	**(0,055;0,136;0,694)**
D1	(0,027;0,099;0,563)	(0,005;0,071;0,478)	(0,004;0,071;0,499)	(0,026;0,101;0,571)	(0,004;0,077;0,529)	(0,025;0,099;0,559)	(0,003;0,069;0,489)	(0,003;0,067;0,478)	(0,005;0,073;0,511)	(0,006;0,049;0,436)	(0,004;0,065;0,459)	(0,004;0,060;0,425)	(0,006;0,098;0,535)	**(0,048;0,120;0,580)**
D2	**(0,036;0,125;0,719)**	(0,013;0,096;0,614)	**(0,054;0,136;0,681)**	**(0,059;0,151;0,750)**	**(0,057;0,145;0,721)**	**(0,057;0,147;0,734)**	**(0,032;0,112;0,649)**	(0,011;0,090;0,615)	**(0,035;0,118;0,677)**	**(0,033;0,112;0,633)**	(0,011;0,065;0,547)	(0,007;0,077;0,544)	**(0,037;0,124;0,708)**	**(0,057;0,146;0,734)**
D3	**(0,028;0,098;0,576)**	(0,004;0,070;0,488)	(0,005;0,071;0,512)	(0,006;0,080;0,565)	(0,005;0,076;0,542)	(0,027;0,098;0,573)	(0,004;0,068;0,500)	(0,004;0,067;0,489)	(0,026;0,092;0,543)	(0,026;0,090;0,509)	(0,003;0,064;0,469)	(0,003;0,037;0,392)	(0,027;0,097;0,567)	**(0,028;0,099;0,574)**
E1	**(0,033;0,115;0,662)**	(0,012;0,088;0,567)	**(0,052;0,128;0,631)**	**(0,056;0,141;0,694)**	**(0,054;0,136;0,668)**	**(0,054;0,138;0,679)**	**(0,031;0,105;0,600)**	(0,009;0,083;0,567)	(0,011;0,089;0,605)	(0,009;0,084;0,564)	(0,010;0,080;0,543)	(0,006;0,071;0,501)	(0,012;0,072;0,591)	**(0,032;0,114;0,659)**
E2	**(0,052;0,130;0,652)**	(0,005;0,079;0,536)	(0,008;0,081;0,564)	(0,010;0,092;0,623)	(0,008;0,088;0,598)	(0,010;0,090;0,610)	(0,006;0,078;0,551)	(0,006;0,076;0,538)	**(0,049;0,123;0,614)**	**(0,050;0,120;0,577)**	(0,026;0,092;0,535)	(0,025;0,086;0,498)	**(0,051;0,128;0,641)**	(0,011;0,068;0,569)

ÜÇGENSEL EŞİK DEĞER: **(0,028;0,098;0,574)**

EK-D

Tablo D.1. Durulaştırılmış Toplam İlişki Matrisi

FAKTÖRLER	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2
A1	0,27	**0,312**	**0,306**	**0,34**	**0,326**	**0,332**	**0,299**	**0,292**	**0,312**	**0,309**	**0,28**	**0,259**	**0,326**	**0,331**
A2	**0,289**	0,199	**0,248**	**0,297**	**0,286**	**0,29**	**0,263**	**0,237**	**0,253**	**0,237**	**0,227**	**0,209**	**0,265**	**0,267**
A3	**0,293**	**0,281**	0,226	**0,321**	**0,308**	**0,313**	**0,283**	**0,277**	**0,295**	**0,278**	**0,266**	**0,226**	**0,288**	**0,312**
B1	**0,246**	**0,24**	**0,226**	0,21	**0,242**	**0,246**	**0,222**	**0,217**	**0,231**	**0,217**	**0,208**	0,192	**0,241**	**0,244**
B2	**0,223**	0,181	0,189	**0,231**	0,18	**0,225**	**0,203**	0,198	**0,211**	0,177	0,211	0,155	**0,241**	0,203
B3	**0,294**	**0,266**	**0,273**	**0,301**	**0,27**	0,232	**0,247**	**0,241**	**0,257**	**0,243**	**0,231**	**0,214**	**0,29**	**0,293**
C1	**0,298**	**0,287**	**0,277**	**0,323**	**0,312**	**0,315**	0,21	**0,267**	**0,281**	0,224	0,214	0,195	**0,294**	0,256
C2	**0,251**	**0,245**	**0,23**	**0,277**	**0,267**	**0,25**	**0,226**	0,179	**0,236**	**0,222**	0,192	0,176	**0,247**	**0,269**
C3	**0,256**	0,192	**0,217**	**0,241**	**0,232**	**0,234**	**0,213**	**0,23**	0,181	0,19	0,179	0,165	0,223	**0,255**
D1	0,197	0,156	0,161	0,2	0,172	0,195	0,157	0,154	0,165	0,135	0,148	0,137	0,184	**0,217**
D2	**0,251**	0,205	**0,252**	**0,278**	**0,267**	**0,271**	**0,226**	0,201	**0,237**	**0,222**	0,172	0,176	**0,248**	**0,271**
D3	**0,2**	0,158	0,165	0,183	0,175	0,199	0,16	0,157	0,188	0,179	0,15	0,117	0,197	**0,2**
E1	**0,231**	0,189	**0,235**	**0,258**	**0,248**	**0,252**	**0,21**	0,185	0,198	0,185	0,178	0,162	0,187	**0,23**
E2	**0,241**	0,175	0,183	0,204	0,195	0,2	0,178	0,174	**0,227**	**0,217**	0,186	0,174	**0,237**	0,179

EK-E

Tablo E.1. Kriterler Arası Ağırlıklandırılmış Süper Matris

FAKTÖRLER	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2
A1	0	0,086	0,078	0,089	0,167	0,086	0,112	0,092	0,136	0	0,099	0,5	0,139	0,261
A2	0,077	0	0,075	0,086	0	0,078	0,108	0,09	0	0	0	0	0	0
A3	0,076	0,074	0	0,081	0	0,08	0,104	0,085	0,116	0	0,1	0	0,141	0
B1	0,084	0,088	0,086	0	0,173	0,088	0,122	0,102	0,128	0	0,11	0	0,155	0
B2	0,081	0,085	0,082	0,087	0	0,079	0,118	0,098	0,123	0	0,106	0	0,149	0
B3	0,082	0,086	0,084	0,089	0,169	0	0,119	0,092	0,125	0	0,107	0	0,15	0
C1	0,074	0,078	0,076	0,08	0,152	0,072	0	0,083	0,113	0	0,09	0	0,126	0
C2	0,072	0,07	0,074	0,078	0	0,07	0,101	0	0,122	0	0	0	0	0
C3	0,077	0,075	0,079	0,083	0,158	0,075	0,106	0,087	0	0	0,094	0	0	0,246
D1	0,077	0,07	0,074	0,078	0	0,071	0	0,082	0	0	0,088	0	0	0,235
D2	0,07	0,067	0,071	0,075	0	0,068	0	0	0	0	0	0	0	0
D3	0,064	0,062	0,06	0	0	0,063	0	0	0	0	0	0	0	0
E1	0,081	0,079	0,077	0,087	0,181	0,085	0,111	0,091	0	0	0,098	0	0	0,257
E2	0,082	0,079	0,083	0,088	0	0,086	0	0,099	0,136	1	0,107	0,5	0,138	0

EK-F

Tablo F.1. İkili Karşılaştırma Matrisleri

A1	ALTERNATİF	X1	X2	X3	X4	X5	X6
	X1	1	7	3	3	1	1
	X2	1/7	1	1	1	1/3	1
	X3	1/3	1	1	1	1	1
	X4	1/3	1	1	1	1/3	1
	X5	1	3	1	3	1	1
	X6	1	1	1	1	1	1
	TOPLAM	3,81	14,00	8,00	10,00	4,67	6,00

ALTERNATİF	X1	X2	X3	X4	X5	X6	AĞIRLIK
X1	0,263	0,500	0,375	0,300	0,214	0,167	0,303
X2	0,038	0,071	0,125	0,100	0,071	0,167	0,095
X3	0,088	0,071	0,125	0,100	0,214	0,167	0,127
X4	0,088	0,071	0,125	0,100	0,071	0,167	0,104
X5	0,263	0,214	0,125	0,300	0,214	0,167	0,214
X6	0,263	0,071	0,125	0,100	0,214	0,167	0,157
						TOPLAM	1,000

A2	ALTERNATİF	X1	X2	X3	X4	X5	X6
	X1	1	9	1	3	3	3
	X2	1/9	1	1/7	1/7	1/7	1/5
	X3	1	7	1	3	1	1
	X4	1/3	7	1/3	1	1/3	1
	X5	1/3	7	1	3	1	3
	X6	1/3	5	1	1	1/3	1
	TOPLAM	3,11	36,00	4,48	11,14	5,81	9,20

ALTERNATİF	X1	X2	X3	X4	X5	X6	AĞIRLIK
X1	0,321	0,250	0,223	0,269	0,516	0,326	0,318
X2	0,036	0,028	0,032	0,013	0,025	0,022	0,026
X3	0,321	0,194	0,223	0,269	0,172	0,109	0,215
X4	0,107	0,194	0,074	0,090	0,057	0,109	0,105
X5	0,107	0,194	0,223	0,269	0,172	0,326	0,215
X6	0,107	0,139	0,223	0,090	0,057	0,109	0,121
						TOPLAM	1,000

Tablo F.1. (Devam) İkili Karşılaştırma Matrisleri

A3	ALTERNATİF	X1	X2	X3	X4	X5	X6
	X1	1	7	3	5	1	3
	X2	1/7	1	1/3	1	1	1
	X3	1/3	3	1	1	1	1
	X4	1/5	1	1	1	1	3
	X5	1	1	1	1	1	5
	X6	1/3	1	1	1/3	1/5	1
	TOPLAM	3,01	14,00	7,33	9,33	5,20	14,00

ALTERNATİF	X1	X2	X3	X4	X5	X6	AĞIRLIK
X1	0,332	0,500	0,409	0,536	0,192	0,214	0,364
X2	0,047	0,071	0,045	0,107	0,192	0,071	0,089
X3	0,111	0,214	0,136	0,107	0,192	0,071	0,139
X4	0,066	0,071	0,136	0,107	0,192	0,214	0,131
X5	0,332	0,071	0,136	0,107	0,192	0,357	0,199
X6	0,111	0,071	0,136	0,036	0,038	0,071	0,077
						TOPLAM	1,000

B1	ALTERNATİF	X1	X2	X3	X4	X5	X6
	X1	1	7	5	9	3	5
	X2	1/7	1	1/7	1/5	1/7	1/5
	X3	1/5	7	1	1	1	3
	X4	1/9	5	1	1	1/3	1
	X5	1/3	7	1	3	1	5
	X6	1/5	5	1/3	1	1/5	1
	TOPLAM	1,99	32,00	8,48	15,20	5,68	15,20

ALTERNATİF	X1	X2	X3	X4	X5	X6	AĞIRLIK
X1	0,503	0,219	0,590	0,592	0,529	0,329	0,460
X2	0,072	0,031	0,017	0,013	0,025	0,013	0,029
X3	0,101	0,219	0,118	0,066	0,176	0,197	0,146
X4	0,056	0,156	0,118	0,066	0,059	0,066	0,087
X5	0,168	0,219	0,118	0,197	0,176	0,329	0,201
X6	0,101	0,156	0,039	0,066	0,035	0,066	0,077
						TOPLAM	1,000

Tablo F.1. (Devam) İkili Karşılaştırma Matrisleri

B2	ALTERNATİF	X1	X2	X3	X4	X5	X6
	X1	1	1/5	1/3	1	1/3	1
	X2	5	1	9	9	1	7
	X3	3	1/9	1	1	1/5	1
	X4	1	1/9	1	1	1/5	1
	X5	3	1	5	5	1	5
	X6	1	1/7	1	1	1/5	1
	TOPLAM	14,00	2,57	17,33	18,00	2,93	16,00

ALTERNATİF	X1	X2	X3	X4	X5	X6	AĞIRLIK
X1	0,071	0,078	0,019	0,056	0,114	0,063	0,067
X2	0,357	0,390	0,519	0,500	0,341	0,438	0,424
X3	0,214	0,043	0,058	0,056	0,068	0,063	0,084
X4	0,071	0,043	0,058	0,056	0,068	0,063	0,060
X5	0,214	0,390	0,288	0,278	0,341	0,313	0,304
X6	0,071	0,056	0,058	0,056	0,068	0,063	0,062
						TOPLAM	1,000

B3	ALTERNATİF	X1	X2	X3	X4	X5	X6
	X1	1	7	1	1	1/3	1/3
	X2	1/7	1	1	1	1/3	1/5
	X3	1	1	1	3	1	1/5
	X4	1	1	1/3	1	1/5	1/5
	X5	3	3	1	5	1	1
	X6	3	5	5	5	1	1
	TOPLAM	9,14	18,00	9,33	16,00	3,87	2,93

ALTERNATİF	X1	X2	X3	X4	X5	X6	AĞIRLIK
X1	0,109	0,389	0,107	0,063	0,086	0,114	0,145
X2	0,016	0,056	0,107	0,063	0,086	0,068	0,066
X3	0,109	0,056	0,107	0,188	0,259	0,068	0,131
X4	0,109	0,056	0,036	0,063	0,052	0,068	0,064
X5	0,328	0,167	0,107	0,313	0,259	0,341	0,252
X6	0,328	0,278	0,536	0,313	0,259	0,341	0,342
						TOPLAM	1,000

Tablo F.1. (Devam) İkili Karşılaştırma Matrisleri

C1	ALTERNATİF	X1	X2	X3	X4	X5	X6
	X1	1	7	7	5	1	5
	X2	1/7	1	1	1	1/5	1
	X3	1/7	1	1	1	1/3	1
	X4	1/5	1	1	1	1	3
	X5	1	5	3	1	1	7
	X6	1/5	1	1	1/3	1/7	1
	TOPLAM	2,69	16,00	14,00	9,33	3,68	18,00

ALTERNATİF	X1	X2	X3	X4	X5	X6	AĞIRLIK
X1	0,372	0,438	0,500	0,536	0,272	0,278	0,399
X2	0,053	0,063	0,071	0,107	0,054	0,056	0,067
X3	0,053	0,063	0,071	0,107	0,091	0,056	0,073
X4	0,074	0,063	0,071	0,107	0,272	0,167	0,126
X5	0,372	0,313	0,214	0,107	0,272	0,389	0,278
X6	0,074	0,063	0,071	0,036	0,039	0,056	0,056
						TOPLAM	1,000

C2	ALTERNATİF	X1	X2	X3	X4	X5	X6
	X1	1	7	5	7	1	7
	X2	1/7	1	1/3	1/5	1/5	1/5
	X3	1/5	3	1	1	1	1
	X4	1/7	5	1	1	1	3
	X5	1	5	1	1	1	1
	X6	1/7	5	1	1/3	1	1
	TOPLAM	2,63	26,00	9,33	10,53	5,20	13,20

ALTERNATİF	X1	X2	X3	X4	X5	X6	AĞIRLIK
X1	0,380	0,269	0,536	0,665	0,192	0,530	0,429
X2	0,054	0,038	0,036	0,019	0,038	0,015	0,034
X3	0,076	0,115	0,107	0,095	0,192	0,076	0,110
X4	0,054	0,192	0,107	0,095	0,192	0,227	0,145
X5	0,380	0,192	0,107	0,095	0,192	0,076	0,174
X6	0,054	0,192	0,107	0,032	0,192	0,076	0,109
						TOPLAM	1,000

Tablo F.1. (Devam) İkili Karşılaştırma Matrisleri

C3	ALTERNATİF	X1	X2	X3	X4	X5	X6
	X1	1	7	3	3	3	3
	X2	1/7	1	3	1	1/7	1/7
	X3	1/3	1/3	1	1/3	1/7	1/3
	X4	1/3	1	3	1	1/3	1/3
	X5	1/3	7	7	3	1	1/3
	X6	1/3	7	3	3	3	1
	TOPLAM	2,48	23,33	20,00	11,33	7,62	5,14

ALTERNATİF	X1	X2	X3	X4	X5	X6	AĞIRLIK
X1	0,404	0,300	0,150	0,265	0,394	0,583	0,349
X2	0,058	0,043	0,150	0,088	0,019	0,028	0,064
X3	0,135	0,014	0,050	0,029	0,019	0,065	0,052
X4	0,135	0,043	0,150	0,088	0,044	0,065	0,087
X5	0,135	0,300	0,350	0,265	0,131	0,065	0,208
X6	0,135	0,300	0,150	0,265	0,394	0,194	0,240
						TOPLAM	1,000

D1	ALTERNATİF	X1	X2	X3	X4	X5	X6
	X1	1	7	5	5	3	5
	X2	1/7	1	1/5	1/5	1/7	1/5
	X3	1/5	5	1	1/3	1/3	1/3
	X4	1/5	5	3	1	1	1
	X5	1/3	7	3	1	1	1/3
	X6	1/5	5	3	1	3	1
	TOPLAM	2,08	30,00	15,20	8,53	8,48	7,87

ALTERNATİF	X1	X2	X3	X4	X5	X6	AĞIRLIK
X1	0,482	0,233	0,329	0,586	0,354	0,636	0,437
X2	0,069	0,033	0,013	0,023	0,017	0,025	0,030
X3	0,096	0,167	0,066	0,039	0,039	0,042	0,075
X4	0,096	0,167	0,197	0,117	0,118	0,127	0,137
X5	0,161	0,233	0,197	0,117	0,118	0,042	0,145
X6	0,096	0,167	0,197	0,117	0,354	0,127	0,176
						TOPLAM	1,000

Tablo F.1. (Devam) İkili Karşılaştırma Matrisleri

D2	ALTERNATİF	X1	X2	X3	X4	X5	X6
	X1	1	1/3	1	1	1/3	3
	X2	3	1	1	1/3	1	5
	X3	1	1	1	1/5	1	1
	X4	1	3	5	1	1	5
	X5	3	1	1	1	1	5
	X6	1/3	1/5	1	1/5	1/5	1
	TOPLAM	9,33	6,53	10,00	3,73	4,53	20,00

ALTERNATİF	X1	X2	X3	X4	X5	X6	AĞIRLIK
X1	0,107	0,051	0,100	0,268	0,074	0,150	0,125
X2	0,321	0,153	0,100	0,089	0,221	0,250	0,189
X3	0,107	0,153	0,100	0,054	0,221	0,050	0,114
X4	0,107	0,459	0,500	0,268	0,221	0,250	0,301
X5	0,321	0,153	0,100	0,268	0,221	0,250	0,219
X6	0,036	0,031	0,100	0,054	0,044	0,050	0,052
						TOPLAM	1,000

D3	ALTERNATİF	X1	X2	X3	X4	X5	X6
	X1	1	9	3	5	1	5
	X2	1/9	1	1	1/7	1/7	1/7
	X3	1/3	1	1	1/3	1	3
	X4	1/5	7	3	1	1	1
	X5	1	7	1	1	1	3
	X6	1/5	7	1/3	1	1/3	1
	TOPLAM	2,84	32,00	9,33	8,48	4,48	13,14

ALTERNATİF	X1	X2	X3	X4	X5	X6	AĞIRLIK
X1	0,352	0,281	0,321	0,590	0,223	0,380	0,358
X2	0,039	0,031	0,107	0,017	0,032	0,011	0,040
X3	0,117	0,031	0,107	0,039	0,223	0,228	0,124
X4	0,070	0,219	0,321	0,118	0,223	0,076	0,171
X5	0,352	0,219	0,107	0,118	0,223	0,228	0,208
X6	0,070	0,219	0,036	0,118	0,074	0,076	0,099
						TOPLAM	1,000

Tablo F.1. (Devam) İkili Karşılaştırma Matrisleri

E1	ALTERNATİF	X1	X2	X3	X4	X5	X6
	X1	1	1	1	3	1/3	1
	X2	1	1	1	3	1	1
	X3	1	1	1	3	1	1
	X4	1/3	1/3	1/3	1	1	1
	X5	3	1	1	1	1	1
	X6	1	1	1	1	1	1
	TOPLAM	7,33	5,33	5,33	12,00	5,33	6,00

ALTERNATİF	X1	X2	X3	X4	X5	X6	AĞIRLIK
X1	0,136	0,188	0,188	0,250	0,063	0,167	0,165
X2	0,136	0,188	0,188	0,250	0,188	0,167	0,186
X3	0,136	0,188	0,188	0,250	0,188	0,167	0,186
X4	0,045	0,063	0,063	0,083	0,188	0,167	0,101
X5	0,409	0,188	0,188	0,083	0,188	0,167	0,204
X6	0,136	0,188	0,188	0,083	0,188	0,167	0,158
						TOPLAM	1,000

E2	ALTERNATİF	X1	X2	X3	X4	X5	X6
	X1	1	5	3	1/3	3	1
	X2	1/5	1	1/3	1/7	1/7	1/7
	X3	1/3	3	1	1/7	1/5	1/5
	X4	3	7	7	1	3	3
	X5	1/3	7	5	1/3	1	1/3
	X6	1	7	5	1/3	3	1
	TOPLAM	5,87	30,00	21,33	2,29	10,34	5,68

ALTERNATİF	X1	X2	X3	X4	X5	X6	AĞIRLIK
X1	0,170	0,167	0,141	0,146	0,290	0,176	0,182
X2	0,034	0,033	0,016	0,063	0,014	0,025	0,031
X3	0,057	0,100	0,047	0,063	0,019	0,035	0,053
X4	0,511	0,233	0,328	0,438	0,290	0,529	0,388
X5	0,057	0,233	0,234	0,146	0,097	0,059	0,138
X6	0,170	0,233	0,234	0,146	0,290	0,176	0,208
						TOPLAM	1,000

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Yorulmaz, M., Bahadır, H. & **Yeğin, A. O.** (2022). Liman İşletmelerinde İş Güvenliği Performansının Sıvı Yük Terminalleri Açısından Değerlendirilmesi: Kocaeli Liman Bölgesinde Bir Uygulama, *VI. International Ankara Congress on Scientific Research*, Ankara Türkiye, Nisan 2022.

Yorulmaz, M. & **Yeğin, A. O.** (2023). Liman İşletmelerinde Tehlikeli Madde Elleçlenmesine İlişkin Fine-Kinney Ve Fmea Yöntemleri İle Risk Analizi, *R&S - Research Studies Anatolia Journal, 6* (1) , 1-37. DOI: 10.33723/rs.1197549

Yorulmaz, M. & **Yeğin, A. O.** (2022). Sürdürülebilir Limancılık Faaliyetleri İçin Yeşil Liman Kriterlerinin Bulanık Dematel Yöntemiyle Değerlendirilmesi, *11. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi*, Kocaeli Üniversitesi Denizcilik Fakültesi, Mayıs 2022.

ÖZGEÇMİŞ

İlk, orta ve lise öğrenimini Üsküdar' da tamamladı. 2016 yılında Karabük Üniversitesi Endüstri Mühendisliği lisans bölümünü tamamladı. Mezuniyet sonra İş Güvenliği Uzmanı ve Tehlikeli Madde Güvenlik Danışmanı olarak özel sektörde çalıştı. 2020 yılında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği tezli yüksek lisans programına başladı. Şuan özel sektörde Üretim ve Planlama Mühendisi olarak görev yapmaktadır.