All Sciencens Academy

LİMAN İŞLETMELERİNDE İŞ KAZALARI VE ÖNLEMLERİ







LİMAN İŞLETMELERİNDE İŞ KAZALARI VE ÖNLEMLERİ

MSc Kübra GÜÇLÜ [1]
Doç. Dr. Murat YORULMAZ[2]

[1] Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, Kocaeli, Türkiye. kguclu33@gmail.com, Orcid: 0000-0002-6436-4335
[2] Kocaeli Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümü, İstanbul, Türkiye. murat.yorulmaz@kocaeli.edu.tr, Orcid: 0000-0002-5736-9146.

Liman İşletmelerinde İş Kazaları ve Önlemleri

MSc Kübra GÜÇLÜ, Doç. Dr. Murat YORULMAZ

Design: All Sciences Academy Design
Published Date: Mart 2024
Publisher's Certification Number:
ISBN: 978-625-6530-99-7
Doi: https://doi.org/10.5281/zenodo.10888772

© All Sciences Academy

www.allsciencesacademy.com
allsciencesacademy@gmail.com

ÖNSÖZ

Uluslararası ticarette denizyolu taşımacılığı diğer taşımacılık türlerine göre birçok avantaja sahiptir. Denizyolu taşımacılığının ekonomik, verimli ve güvenilir olması sahip olduğu avantajlar arasındadır. Denizyolu taşımacılığında en çok tercih edilen konteyner taşımacılığı, aynı anda büyük miktarlarda yüklerin güvenilir ve hızlı bir şekilde taşınabilmesini sağladığı için konteyner terminallerindeki gemi ve yük trafiği yoğun olmaktadır. Konteyner terminalleri, yükün konteynerler aracılığıyla taşındığı karayolu, demiryolu ve denizyolu arasındaki ara yüz olması ve bünyesinde birçok riski bir arada bulundurması özelliğiyle tehlikeli sınıfta yer alan işletmeler arasındadır. Dolayısıyla iş kazalarının özellikleri ve şiddeti çeşitli şekillerde görülebilmektedir. İşin yürütümü sırasında geçekleşebilecek iş kazalarını ve yaralanmaları önleyebilmek adına iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemlerinin çalışma alanına taşınması önemli bir husustur. İş sağlığı ve güvenliği, iş kazaları ve meslek hastalıklarını ortadan kaldırmak amacıyla sürdürülen sistematik faaliyetlerdir. Bu amaç doğrultusunda uygulanması gereken proaktif yaklaşımları belirleyebilmek için iş kazalarının nedenleri bilinmeli ve çözüm önerileri önem derecesine göre sıralanmalıdır. Bu kapsamda kitabın amacı, konteyner terminalleri özelinde limanlarda yaşanan iş kazalarının nedenlerinin belirlenmesi ve iş kazalarının önlenmesine yönelik alınabilecek önlemlerin tespit edilmesidir.

Bu çalışmada, konteyner terminallerinde yaşanan iş kazaları nedenleri kriterler ve alt kriterler olarak değerlendirilmiş ve bulanık DEMATEL yöntemi ile analiz edilmiştir. Ardından konteyner terminallerinde yaşanan iş kazalarını önleyebilmek adına belirlenmiş alternatifler TOPSIS yöntemi ile analiz edilerek önem derecesine göre sıralanmıştır. Yapılan analizlerin sonucunda, konteyner terminallerinde yaşanan iş kazalarının nedenleri arasında "yönetim uygulamaları kaynaklı" iş kazalarının ilk sırada geldiği tespit edilmiştir. Alternatif önlemlerin sıralamasında ise "iş sağlığı ve

güvenliği denetimlerinin etkinliğinin arttırılması" en ideal çözüm olarak belirlenmiştir.

Konteyner terminalleri özelinde liman işletmelerinde yaşanan iş kazalarının ve çözüm önerilerinin incelendiği bu kitap, Kübra GÜÇLÜ'nün Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı'nda Doç. Dr. Murat YORULMAZ'ın danışmanlığında tamamladığı "Konteyner Terminallerindeki İş Kazalarının Bulanık DEMATEL ve TOPSIS Yöntemleri ile İncelenmesi: Kocaeli Liman Bölgesinde Bir Uygulama" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Geniş kitlelerle bilginin paylaşılması ve yayılması adına kitaplaştırılan bu çalışmanın hem liman işletmeciliği alanında çalışan araştırmacılara hem de liman profesyonellerine fayda sağlaması dileriz. Saygılarımızla…

Ufkunuz açık, pruvanız neta, güneşiniz bol olsun…

MSc Kübra GÜÇLÜ Doç. Dr. Murat YORULMAZ

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ 1

ŞEKİLLER DİZİNİ 5

TABLOLAR DİZİNİ 6

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ 7

Kısaltmalar 8

GİRİŞ 9

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ 13

İş Sağlığı ve Güvenliği Kavramı Tanımı 14
Dünyada ve Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliği 14
İŞ KAZASI 18

İş Kazası Tanımı ve Önemi 18
İş Kazası Nedensellik Teorileri 20
Tek Olay Teorisi 20
Çoklu Nedensellik Teorisi 21
Kaza Zinciri-Domino Teorisi 23
İnsan Faktörleri Teorisi 25
Enerji Bariyeri Teorisi-Haddon Matrisi 27
Kaza/Olay Teorisi 28
Sistem Teorisi 29
4M Kaza Teorisi 30
LİMANLARDA TERMİNALLER VE ÇEŞİTLERİ 32

Genel Yük Terminalleri 32
Kuru Dökme Yük Terminalleri 33
Sıvı Dökme Yük Terminalleri 33
Ro-Ro Terminalleri 34
Konteyner Terminalleri 34
KONTEYNER TERMİNALLERİNDE İŞ KAZALARI 37

Konteyner Terminallerinde İş Kazaları Nedenleri 38
Çalışan Kaynaklı İş Kazaları 38
Yönetim Uygulamaları Kaynaklı İş Kazaları 40
Çalışma Ortamı Kaynaklı İş Kazaları 44
Ekipman Kaynaklı İş Kazaları 46
Yük Elleçleme Operasyonları Kaynaklı İş Kazaları 48
KONTEYNER TERMİNALLERİNDE İŞ KAZALARININ ÖNLENMESİNE YÖNELİK ALTERNATİFLER 52

İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Etkinliğinin Artırılması 52
Güvenlik Liderliğinin Geliştirilmesi ve Sürdürülmesi 54

Terminal Proseslerinde Dijitalleşme 55
Çalışma Alanında 5S ve 6S Kuralları Kapsamında Düzenlemeler 57
İş Sağlığı ve Güvenliği Denetimlerinin Etkinliğinin Artırılması 58
LİTERATÜR ARAŞTIRMASI 60
MALZEME VE YÖNTEM 73
Bulanık DEMATEL Yöntemi 73
TOPSIS Yöntemi 80
BULGULAR VE TARTIŞMA 86
Kriterlerin Bulanık Bulanık DEMATEL Yöntemi ile Analiz Edilmesi .. 87
Alt Kriterlerin Bulanık DEMATEL Yöntemi ile Analiz Edilmesi 93
Alternatiflerin TOPSIS Yöntemi ile Analiz Edilmesi 102
SONUÇLAR VE ÖNERİLER 111
KAYNAKÇA 118
EKLER 132

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Heinrich kaza piramidi 26
Şekil 2. Bulanık DEMATEL yöntemi akış şeması 75
Şekil 3. Dilsel terimler ve üçgen bulanık sayılar 77
Şekil 4. TOPSIS yöntemi akış şeması 82
Şekil 5. Kriterlere ait neden sonuç diyagramı 93

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. Petersen'in çoklu nedensellik modeli 23
Tablo 2. Kriterlere ait dilsel terimler ve üçgen bulanık sayılar 76
Tablo 3. Amaç Hiyerarşisi 86
Tablo 4. Kriterlere ait kısaltma kodları 89
Tablo 5. Kriterlere ait bulanık ortalama matrisi 90
Tablo 6. Kriterlere ait normalize direkt ilişki matrisi (X) 91
Tablo 7. Kriterlere ait toplam bulanık direkt ilişki matrisi (T) 91
Tablo 8. Kriterlere ait durulaştırılmış ilişki matrisi 92
Tablo 9. Kriter ağırlıkları 93
Tablo 10. Alt kriter grupları ve alt kriterlere ait kısaltma kodları 94
Tablo 11.G1 alt kriter grubuna ait normalize bulanık direkt ilişki matrisi (X) 96
Tablo 12. G2 alt kriter grubuna ait normalize bulanık direkt ilişki matrisi (X) 96
Tablo 13. G3 alt kriter grubuna ait normalize bulanık direkt ilişki matrisi (X) 96
Tablo 14. G4 alt kriter grubuna ait normalize bulanık direkt ilişki matrisi (X) 96
Tablo 15. G5 alt kriter grubuna ait normalize bulanık direkt ilişki matrisi (X) 96
Tablo 16. G1 alt kriter grubuna ait toplam bulanık direkt ilişki matrisi (T) 97
Tablo 17. G2 alt kriter grubuna ait toplam bulanık direkt ilişki matrisi (T) 97
Tablo 18. G3 alt kriter grubuna ait toplam bulanık direkt ilişki matrisi (T) 98
Tablo 19. G4 alt kriter grubuna ait toplam bulanık direkt ilişki matrisi (T) 98
Tablo 20. G5 alt kriter grubuna ait toplam bulanık direkt ilişki matrisi (T) 98
Tablo 21. G1 alt kriter grubuna ait durulaştırılmış ilişki matrisi 99
Tablo 22. G2 alt kriter grubuna ait durulaştırılmış ilişki matrisi 99
Tablo 23. G3 alt kriter grubuna ait durulaştırılmış ilişki matrisi 99
Tablo 24. G4 alt kriter grubuna ait durulaştırılmış ilişki matrisi 99
Tablo 25. G5 alt kriter grubuna ait durulaştırılmış ilişki matrisi 99
Tablo 26. Alt Kriter ağırlıkları 102
Tablo 27. Alternatiflere ait kısaltma kodları 103
Tablo 28. Alternatiflere ait normalize matris (R) 104
Tablo 29. Alternatiflere ait ağırlıklandırılmış normalize matris (V) 104
Tablo 30. Pozitif ideal ve negatif ideal çözüm değerleri 105
Tablo 31. Pozitif ideal ve negatif ideal çözüm noktalarına uzaklık değerleri 105
Tablo 32. İdeal çözüme göreli yakınlık 105
Tablo 33. Alternatiflerin sıralaması 106
Tablo A.1. Katılımcı 1'e ait bulanık başlangıç direkt ilişki matrisi $\tilde{Z}^{(k_1)}$ 132
Tablo A.2. Katılımcı 2'ye ait bulanık başlangıç direkt ilişki matrisi $\tilde{Z}^{(k_2)}$ 132
Tablo A.3. Katılımcı 3'e ait bulanık başlangıç direkt ilişki matrisi $\tilde{Z}^{(k_3)}$ 132
Tablo A.4. Katılımcı 4'e ait bulanık başlangıç direkt ilişki matrisi $\tilde{Z}^{(k_4)}$ 133
Tablo A.5. Katılımcı 5'e ait bulanık başlangıç direkt ilişki matrisi $\tilde{Z}^{(k_5)}$ 133
Tablo A.6. Katılımcı 6'ya ait bulanık başlangıç direkt ilişki matrisi $\tilde{Z}^{(k_6)}$ 133
Tablo A.7. Katılımcı 7'ye ait bulanık başlangıç direkt ilişki matrisi $\tilde{Z}^{(k_7)}$ 134
Tablo B.1. G1 alt kriter grubuna ait bulanık ortalama matrisi 135
Tablo B.2. G2 alt kriter grubuna ait bulanık ortalama matrisi 135
Tablo B.3. G3 alt kriter grubuna ait bulanık ortalama matrisi 135
Tablo B.4. G4 alt kriter grubuna ait bulanık ortalama matrisi 135
Tablo B.5. G5 alt kriter grubuna ait bulanık ortalama matrisi 136
Tablo C.1. Katılımcı 1 tarafından oluşturulan karar matrisi 137

Tablo C.2. Katılımcı 2 tarafından oluşturulan karar matrisi 137
Tablo C.3. Katılımcı 3 tarafından oluşturulan karar matrisi 137
Tablo C.4. Katılımcı 4 tarafından oluşturulan karar matrisi 137
Tablo C.5. Katılımcı 5 tarafından oluşturulan karar matrisi 138

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

C	:	Kriter
Z	:	Başlangıç direkt ilişki matrisi
X	:	Normalize edilmiş direkt ilişki matrisi
T	:	Toplam bulanık direkt ilişki matrisi
D	:	Karar matrisi
R	:	Normalize matris
V	:	Ağırlıklandırılmış normalize matris
W	:	Kriter ağırlığı

Kısaltmalar

AHP	:	Analytic Hierarchy Process (Analitik Hiyerarşi Prosesi)
ÇSGB	:	Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı
DEMATEL	:	Desicion Making Trail and Evaluating Laboratory (Karar verme ve Değerlendirme Labaratuvarı)
FMEA	:	Failure Modes and Effects Analysis (Hata Türleri ve Etkileri Analizi)
FTA	:	Fault Tree Analysis (Hata Ağacı Analizi)
HSE	:	Health and Safety Executive (Sağlık ve Güvenlik Dairesi)
IAEA	:	International Atomic Energy Agency (Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı)
ILO	:	International Labour Organisation (Uluslararası Çalışma Örgütü)
ILOSTAT	:	International Labour Organisation The Leading Source of Labour Statistics (Uluslararası Çalışma Örgütü İstatistik Departmanı)
IMDG-C	:	International Maritime Dangerous Goods Code (Uluslararası Denizcilik Tehlikeli Yükler Kodu)
IMO	:	International Maritime Organisation (Uluslararası Denizcilik Örgütü)
ISM	:	International Safety Management (Uluslararsı Güvenlil Yönetimi)
ISPS	:	International Ship and Port Facility Security Code (Uluslararası Gemi ve Liman Tesisleri Güvenliği Kodu)
OSHA	:	Occupational Safety and Health Adminstration (İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetimi)
PRAT	:	Proportional Risk Assesment Technique (Orantılı Risk Değerlendirme Tekniği)
SMS	:	Safety Management System (Emniyet Yönetim Sistemi)
SOLAS	:	Safety of Life at Sea (Denizde Can Emniyeti)
SPSS	:	Statictical Package for Social Sciences (Sosyal Bilimler İstatistik Programı)
TDK	:	Türk Dil Kurumu
TOPSIS	:	Technique for Order Prefence by Similarity to Ideal Solution (İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Sıralama Tercihi Tekniği)
UDHB	:	Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı
WHO	:	World Health Organisation (Dünya Sağlık Örgütü)

GİRİŞ

İş sağlığı ve güvenliği, iş kazası ve meslek hastalıklarının yaşanmasını engellemeyi amaçlayan ve bu doğrultuda iş kazası ve meslek hastalıklarına sebebiyet verebilecek her türlü tehlike ve riski ortadan kaldırmak amacıyla yürütülen tüm sistematik çalışmaları ifade etmektedir. İş sağlığı ve güvenliğinin temel amacı çalışanları korumaktır. Her sektöre uyum sağlayabilecek çalışanları koruma ideolojisi ise öncelikle çalışma ortamında mevcut tehlike ve riskleri belirleme adımı ile başlamaktadır. Tehlike ve riskler belirlendikten sonra sırasıyla risk ile kaynağında mücadele edilerek ortadan kaldırılması, riskin şiddet ve olasılık bakımından en aza indirilmesi, bu mümkün değil ise riskin az riskli ile değiştirilmesi ve son adım olarak kişisel koruyucu donanımlar ile çalışanların korunması adımlarını kapsamaktadır.

Çalışma ortamında, işin yürütümü sırasında plansız bir şekilde meydana gelen ve sonucunda çalışanı bedenen, ruhen veya sosyal yönden engelli hale getiren olaylar iş kazası olarak tanımlanmaktadır. İş kazaları ile mücadele etmede proaktif yaklaşımların benimsenmesi doğru bir yöntemdir. Proaktif yaklaşımların çalışma alanlarına entegre edilmesinde yapılan risk analizlerinin önemi büyük olduğu kadar kaza nedensellik teorilerinin bilinmesi ve tam manasıyla anlaşılması da önemlidir.

Ulusal ve uluslararası literatür incelendiğinde farklı sektörlerde yaşanan iş kazalarını inceleyen çalışmalara rastlanmıştır. Asan & Akasah (2015), inşaat sektöründe yaşanan iş kazalarını önlemeye yönelik iş kazaları nedenlerinin belirlenmesi ve önerilerin sunulabilmesi adına bir analiz yöntemi geliştirmiş ve geliştirilen yöntem ile verileri analiz etmiştir. Atılgan & diğ. (2015) mobilya sanayinde iş kazaları ve meslek hastalıklarını Türkiye kapsamında değerlendirmiştir. Çalışmada mobilya sanayinde yaşanan iş kazaları nedenleri kategorize edilerek incelenmiş, iş kazalarının sonuçlarına değinilmiş ve sektöre çeşitli öneriler sunulmuştur. Sunulan önerilerin en başında eğitim

gelirken periyodik kontrollerin aksatılmaması gerekliliği ve iş güvenliği kültürüne ilişkin çalışmaların yürütülmesi konuları da alternatifler arasında yer almıştır. İnşaat sektöründe yaşanan ölümlü iş kazalarını Malezya kapsamında inceleyen Samuel & diğ. (2017) çalışmasında şantiyelerde meydana gelen ölümlü iş kazalarını türlerine göre kategorize etmeyi amaçlamış ve iş kazası nedenleri üzerinde durmuştur. On dört aylık bir periyotta yaşanan iş kazaları incelendiğinde kaza türleri arasından yüksekten düşme ve elekrik çarpması dikkat çekerken yaşanan iş kazası sebepleri arasında ağırlığı en yüksek olan faktör çalışanların iş sağlığı ve güvenliği prosedürlerine uymamaları ve kişisel koruyucu donanımları doğru şekilde kullanmamaları olduğu tepit edilmiştir. Çalışma sonucunda iş sağlığı ve güvenliği denetimlerinin etkinliğinin arttırılması önerilmiştir. Wu & Huang (2019), Tianjin Limanı yangın ve patlama kazasını incelediği çalışmasında kazanın kök nedeninin güvenli olmayan davranış sergileme olduğunu tespit etmiştir. İnşaat sektöründe üç ayrı firmanın iş kazalarını inceleyen Karadağ & Kepekli (2019) inşaat sektöründe incelediği firmalarda yaşanan iş kazalarının nedenlerinde en sık rastladığı farktörleri göze çapak kaçması ve yüksekten düşme şeklinde sıralamıştır. İş kazalarına ilişkin sektöre sunduğu öneriler arasında iş güvenliği kültürünün oluşturulması ve kalıcı çözümler adına sistematik çalışmaların yürütülmesi konuları yer edinmiştir.

Literatür incelendiğinde, farklı sektörlerde iş kazalarının nedenlerini inceleyen (Atılgan & diğ., 2015; Samuel & diğ., 2017; Wu & Huang, 2019; Karadağ & Kepekli, 2019) çalışmalara rastlanmıştır. Limanlarda iş kazaları konusu üzerine yürütülmüş sınırlı sayıda (Fabiano & diğ., 2010; Ünal & Alkan, 2015; Töz & Köseoğlu, 2015; Özdemir, 2016; Danacı, 2017; Andriani & diğ., 2019; Solmaz & diğ., 2020) çalışmaya ratlanmış olsa da konteyner terminalleri özelinde bütünleşik şekilde bulanık DEMATEL (Decision Making Trail and Evaluating Laboratory) ve TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemleri kullanılarak iş

kazalarının nedenlerinin ve sunulan çözüm önerilerinin incelenerek analiz edildiği bir çalışmanın yapılmadığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla bu çalışmanın özgün olduğu ve bu yönü ile literatüre katkı sağlayacağı söylenebilir.

İş kazaları sonucunda bir işletme kapsamında tüm taraflar olumsuz yönde etkilenmektedir. İş kazası sonucu doğan maddi ve manevi kayıplar çalışanı, işvereni ve devleti zorlayan sebepler arasındadır. Literatürde özellikle inşaat sektöründe yaşanan iş kazalarının incelenmesi inşaat sektörü işletmelerine ve araştırmacılara destek olurken konteyner terminallerinde iş kazaları nedenlerinin ve çözüm önerilerinin sunulduğu bir çalışmaya rastlanılmamış olması konteyner terminalleri işletmeleri ve yöneticileri adına büyük bir eksiklik olarak görülebilir. Dolayısıyla konteyner terminallerinde yaşanan iş kazaları çerçevesinde değerlendirilebilecek olan bu çalışma literatürdeki bu eksikliği gidererek konteyner terminalleri işletmeleri yöneticilerine ve araştırmacılara yol gösterir nitelikte olduğu düşünülmektedir.

Denizyolu taşımacılığının, taşımacılık sektöründe sıklıkla kullanılmasının sebepleri arasında ekonomik, güvenilir ve hızlı olması gibi avantajlar yer almaktadır. Gemilerin bekleme, yolcu indirme ve bindirme ve yük alma boşaltma gibi amaçlar ile kullandıkları limanlar doğal veya yapay sığınak olarak tanımlamaktadır (TDK, 2021). Limanlara ait taşımacılık proseslerine göre farklı biçimlerde oluşturulmuş alanlar ise terminal olarak ifade edilmektedir.

Terminalleri yük tiplerine göre, genel yük terminalleri, kuru dökme yük terminalleri, sıvı dökme yük terminalleri, Ro-Ro terminalleri ve konteyner terminalleri olmak üzere beş başlık altında incelemek mümkündür (Balık, 2014). Konteyner terminalleri konteyner biçimindeki yüklerin taşınmasında karayolu ile denizyolu bağlantısını sağlayan bir ara yüzdür. Konteyner terminal prosesleri oldukça karmaşıktır ve bünyesinde çok çeşitli riskler

barındırmaktadır. Risklerin çeşitli olması konteyner terminallerinde yaşanan iş kazaları nedenlerinin de çok çeşitli olmasına sebep olmaktadır.

Konteyner terminallerinde yaşanan iş kazaları nedenlerini, çalışan kaynaklı, yönetim uygulamaları kaynaklı, çalışma ortamı kaynaklı, ekipman kaynaklı ve yük elleçleme operasyonları kaynaklı olmak üzere beş başlık altında incelemek mümkündür. Konteyner terminallerinde yaşanan iş kazaları nedenlerinin kategorizasyonu 4M kaza nedensellik modeli temeline dayansa da konteyner terminalleri özelinde oluşturulan bir nedensellik şeklidir. 4M kaza teorisi, insan, makine, çevre ve yönetim unsurlarını incelemektedir (Chen & Wang, 2021). Konteyner terminalleri özelinde incelenen iş kazaları nedenlerine 4M teorisinde yer alan dört faktöre ek olarak yük elleçleme operasyonları kaynaklı iş kazalarının eklenmesi mümkündür.

İş kazalarını önleme politikalarında her sektöre uyarlanabilecek temel alternatifler söz konusudur. Konteyner terminallerinde yaşanan iş kazalarının önlenmesine yönelik göz önünde bulundurulması gereken alternatifler, iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin etkinliğinin arttırılması, güvenlik liderliğinin geliştirilmesi ve sürdürülmesi, terminal proseslerinde dijitalleşme, çalışma alanında 5S ve 6S kuralları kapsamında düzenlemelerin sağlanması ve iş sağlığı ve güvenliği denetimlerinin etkinliğinin arttırılması şeklinde sayılabilir.

Her sektörde olduğu gibi konteyner terminallerinde de amacı iş kazalarını önlemek olan iş sağlığı ve güvenliği faaliyetlerinin uygulanmasında bazı önceliklendirme problemleri yaşanabilmektedir. Bu doğrultuda bu çalışmanın amacı, konteyner terminallerinde yaşanan iş kazaları nedenleri arasında neden sonuç ilişkisinin kurulması ve söz konusu iş kazalarını önlemek için sunulan alternatiflerinin önem derecesine göre sınıflandırılmasıdır. Böylece işletme bünyesinde yürütülmesi gereken iş sağlığı ve güvenliği faaliyetleri listesinde yer alan tüm aksiyonları önem derecesine göre sınıflandırmak mümkün

kılınmıştır. Dolayısıyla sektör uzmanlarının hangi konuya öncelik verilmesi gerektiği konusunda yaşadıkları problemlerin de önüne geçilebilmiştir.

Çalışmada öncelikle iş sağlığı ve güvenliği kavramının tanımı, önemi, Dünya'da ve Türkiye'de tarihsel gelişiminden bahsedilmiştir. Sonrasında iş kazası kavramının tanımı ve önemine değinilmiş ve iş kazası nedensellik teorileri sekiz başlık altında incelenerek detaylı şekilde açıklanmıştır. Limanlarda terminal çeşitlerinden bahsedilmesinin ardından çalışmanın ana konusunu oluşturan konteyner terminallerinde yaşanan iş kazaları konusunda giriş yapılmıştır. Konteyner terminallerinde yaşanan iş kazaları nedenleri beş ana başlık altında incelenirken sunulan çözüm önerileri de beş başlık altında incelenmiş, literatür ve uzman görüşlerinden elde edilen bilgiler detaylı şekilde aktarılmıştır. Literatür araştırması başlığında bulanık DEMATEL ve TOPSIS yöntemlerinin kullanılarak yürütüldüğü ve limanlarda iş sağlığı ve güvenliği faaliyetlerinin incelendiği çalışmalara yer verilmiştir. Ardından Kocaeli Liman Bölgesinde faaliyet gösteren konteyner terminallerinde görev yapan iş güvenliği uzmanlarının görüşleri alınarak bulanık DEMATEL yöntemi ile iş kazları nedenleri ana ve alt kriterler olmak üzere analiz edilmiş ve ağırlıklandırılmış, sunulan çözüm önerileri ise TOPSIS yöntemi kullanılarak önceliklendirilmiştir. Çalışmanın son aşamasında, elde edilen sonuçlar konteyner terminalleri işletmeleri yöneticilerine ve araştırmacılara sunulan öneriler ile desteklenmiştir.

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

Bu bölümde iş sağlığı ve güvenliği kavramının çeşitli tanımlamaları açıklanmış, nedenleri ve sonuçlarına değinilmiştir. İş sağlığı ve güvenliği tarihsel gelişiminden, dünyada ve Türkiye'de öneminden bahsedilmiş ve kavram ile ilgili ulusal ve uluslararası düzenlemelere ilişkin bilgi aktarımı sağlanmıştır.

İş Sağlığı ve Güvenliği Kavramı Tanımı

İş sağlığı, çalışanların fiziksel iyilik durumunun yanı sıra ruhsal ve sosyal açıdan tam iyilik hallerinin sağlanmasını ve sürdürülmesini, çalışma koşulları ile kullanılan ekipman kaynaklı tehlikelerin ortadan kaldırılması veya en aza indirilmesini amaçlayan ve bu doğrultuda faaliyetler düzenlenmesini sağlayan bilimdir (Saraç, 1998). İş güvenliği kavramı ise işin yürütümü sırasında işten kaynaklanan tehlike ve risklerin ortadan kaldırılması, ortadan kaldırılması mümkün olmayan tehlike ve risklerin en aza indirilmesi adına yapılan teknik çalışmalardır (Başbuğ & Bodur, 2005). İş sağlığı ve güvenliği kavramı, bir işletmede herhangi bir işte çalışanların sağlığının ve güvenliğinin tam anlamıyla korunması doğrultusunda gerekli tüm faaliyetlerin yürütülmesi, işletme içerisinde kullanılan tüm mamuller, makine, ekipman ve tesisatlar kaynaklı doğabilecek fiziksel, kimyasal, biyolojik, psikolojik ve çevresel tehlike ve risklerin belirlenmesi, ortadan kaldırılması, bu mümkün değil ise daha az tehlikeli olan ile değiştirilmesi veya en aza indirilmesi hususunda alınması gereken tüm tedbirleri kapsayan sistemi ifade etmektedir. İş sağlığı ve güvenliği faaliyetlerinin doğru yürütülmesi, çalışana, işverene ve işletmeye her zaman olumlu getiriler sağlamaktadır.

Dünyada ve Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliği

Bugünkü anlamı ile iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarına ilk olarak eski Roma'da rastlanılmaktadır. Bu dönemde birçok bilim insanı günümüzde geçerli sayılabilecek öneriler sunmuştur. Antik Yunan döneminde ünlü tarihçi Herodot, çalışanların verimliliğinin arttırılması için yüksek enerjili besinler ile beslenmelerine ilk kez değinmiştir (Horozoğlu, 2017).

M.Ö. 370 tarihinde Hipokrates, kurşunun sağlık üzerine olumsuz etkilerinden söz etmiş ve kurşuna maruziyette görülebilecek semptomlara değinmiştir. M.Ö. 200 yıllarında Nicander, Hipokrates'in çalışmalarını geliştirerek kurşun koliği ve kurşun anemisini incelemiştir (Yiğit, 2015). Bu

dönemde sağlık ve güvenlik konusundaki çalışmalar tehlikelerin saptanması ile sınırlı kalmamıştır. Plini, çalışma ortamında yer alan zararlı tozlara karşı mücadele etmek adına çalışanların maske yerine geçmek üzere başlarına torba geçirmelerini önermiştir (Çiçek & Öçal, 2016). Bu öneri ile günümüzde çoğu işletmede ve çoğu işte maske kullanılması gerekliliği düşüncesinin temelini atmıştır.

Paracelsus tarafından yazılan, maden işletmeleri çalışanlarında görülen belirtilerin tanımlandığı ve ilk iş hekimliği kitabı olan De Morbis Metallicis isimli kitapta kullanılan tanımlar günümüzde pnömokonyoz tanısında kullanılmaktadır. Modern toksikolojinin kurucusu sayılan Paracelsus zehir ile doz arasındaki ilişki üzerine çeşitli çalışmalar sunmuştur. Georgius Agricola, 1530 yılında yayınladığı De Re Metallica isimli kitabında maden ocaklarında tozu önlemek amacıyla havalandırma sistemlerinin gerekliliğinden söz etmiş, iş kazaları ve iş güvenliği yöntemleri konularında önerilerde bulunmuştur. 1713 yılında De Morbis Artificum Diatriba isimli kitabını yayınlayan Bernardino Ramazzini iş kazalarını önlemek amacıyla koruyucu güvenlik önlemlerinden bahsetmiştir. Hastalara sorulan gelenekselleşmiş sorulara iş sağlığı ve güvenliği ilkesi çerçevesinde yeni sorular eklemiştir. Kurşun ve cıva zehirlenmeleri, havalandırma teknikleri ve ergonomi gibi konular üzerine çeşitli çalışmalara imza atmıştır (Binbir ve Altındağ, 2004). Söz konusu çalışmalar iş sağlığı ve güvenliği kavramının ortaya çıkmasında rol oynamıştır.

Sanayi Devrimi ile çalışma koşulları ağırlaşmış ve dolayısıyla iş kazalarının yaşanma sıklığı ve şiddeti de artmıştır. Bu dönemde çeşitli sendika faaliyetleri ile hükümet çalışmaları yürütülmüştür. Çeşitli ülkelerde ulusal ölçekli iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarına ek olarak uluslararası çerçevede 1919 yılında başlangıçta Birleşmiş Milletler'e bağlı bir organizasyon olan ILO (International Labour Organization) kurulmuştur. ILO, 1946 yılında Birleşmiş Milletler ile bir antlaşma imzalayarak bağımsız bir kuruluş halini almıştır

(Çiçek & Öçal, 2016). ILO, 187 üye devletin hükümetlerini, işverenlerini, işçilerini, çalışma standartlarını belirlemek, bu konuda politikalar geliştirmek ve tüm çalışanlar için insana yakışır işi teşvik eden programlar tasarlamak üzere kurulan bir uzman kuruluştur (ILO, 2022). Oluşturduğu standartlar ve sözleşmeler ile çalışma hayatının sürekli iyileştirilmesine katkıda bulunmuştur ve bulunmaya devam etmektedir.

Türkiye'de Cumhuriyet öncesi dönemde çalışma hayatına dair çeşitli düzenlemeler yapılmıştır. 1867-1921 tarihleri arasında fiilen uygulanmış olan Dilaver Paşa Nizamnamesi ile Ereğli sancağında yer alan çalışanların ve maden ocaklarındaki çalışma koşullarına düzenleme getirilmiştir. 1869 yılında yayınlanan Maadin Nizamnamesi ile Dilaver Paşa Nizamnamesinde değinilen 13-50 yaş aralığındaki sağlıklı erkeklerde çalışma zorunluluğu kaldırılmış ve çalışma konusunda çalışan rızası gözetilmeye başlanmıştır. Ayrıca Maadin Nizamnamesi ile kazalara yönelik önlemlerin alınması, madenlerde doktor ve eczane bulundurulması, kaza bildirim sistemleri, iş kazası sonucu tazminat hakkı gibi hususlar üzerinde durulmuştur (Yiğiter, 2019). Böylece çalışan, işveren ve üçüncü tarafların hak ve sorumlulukları dönem şartları göz önünde bulundurularak şekillendirilmiştir.

Mecelle-i Ahkam-ı Adliye, 1870-1877 yılları arasında yayınlanmasının tamamlandığı bir medeni kanun niteliği taşımakla birlikte iş hukuku adına da büyük öneme sahip bir düzenlemedir. Mecelle ile Osmanlı Devleti'nde ilk defa bir genel kanunda işçi işveren ilişkisine değinilmiştir. Bunun yanı sıra Mecelle'de çalışma saatleri, ücret ve iş güvenliğine yönelik düzenlemeler yer almıştır (Karaahmetoğlu, 2021). Bu düzenleme ile Mecelle öncesi yapılan yasal düzenlemeler arasındaki fark, Mecelle'nin genel bir kanun niteliği taşımasıdır.

Cumhuriyet'in ilanından önce belirli bölge ve işlerde çalışanlara yönelik düzenlemeler yapılmıştır. 1921 yılında çıkarılan 114 Sayılı Zonguldak ve

Ereğli Havza-i Fahmiyesinde Mevcut Kömür Tozlarını Maden Amele Menafi-i Umumiyesine Olarak Füruhtuna Dair Kanun ve 151 Sayılı Ereğli Havza-i Fahmiyesi Maden Amelesinin Hukukuna Müteallik Kanun bu amaçla çıkarılmış iki mühim kanundur (Güzel & Çatalkaya, 2014). Söz konusu iki düzenleme ile maden çalışanlarının çalışma koşullarına yönelik iyileştirilmelerin sağlanması sonucunda kömür üretimi sürekliliğinin sağlanması amaçlanmıştır (Özveri, 2015). Kanunların çıkarılma amacının kömür üretim sürekliliğinin sağlanması olmasına rağmen çalışma şartlarının iyileştirilmesi, iş sağlığı ve güvenliği çerçevesinde önemli bir gelişme sayılmaktadır.

Ülkemizde iş sağlığı ve güvenliği çerçevesinde özel nitelikteki temel kanun, 2012 yılında yürürlüğe giren 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'dur (Hoş, 2019). Kanunun amacı, işveren ve çalışanların görev, yetki, sorumluluk, hak ve yükümlülüklerini belirleyip düzenleme yoluyla işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması ve mevcut şartların iyileştirilmesidir. Kanun, kamu ve özel sektöre ait bütün işler, işyerleri ve tüm çalışanlara faaliyet konularına bakılmaksızın uygulanmaktadır (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, [ÇSGB], 2012). 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve Kanun kapsamında çıkarılan yönetmelikler ile işletmelerde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanabilmesi konusunda gerekli koşullar belirlenmiştir.

İŞ KAZASI

Bu bölümde iş kazası kavramının tanımlarına ve önemine değinilmiştir. Ardından kazaların anlaşılması, değerlendirilmesi ve önlenmesinde büyük rol oynayan kaza nedensellik teorileri açıklanmıştır.

İş Kazası Tanımı ve Önemi

İş kazası kavramının ulusal ve uluslararası kaynaklarda birçok farklı tanımı yapılmıştır. Yapılan tanımlarda genel hatlar itibariyle benzer noktalara değinilmiş ve özellikle doğuracağı sonuçlara ilişkin benzer ifadeler kullanılmıştır.

WHO (World Health Organization) yaptığı tanıma göre iş kazası, önceden planlanmamış, çoğu kez yaralanmaya ve üretimin bir süre durmasına neden olan bir olaydır. ILO ise iş kazasını, belirli bir zarara veya yaralanmaya sebebiyet veren beklenmeyen ve önceden planlanmamış bir olay olarak tanımlamaktadır. Yapılan her iki tanımda da iş kazasının, sonucunda yaralanma, kayıp, zarar gibi bir veya birden fazla olumsuz durumun görüldüğü ve planlanmamış bir olay olduğu dikkat çekmektedir.

16.06.2006 tarihli ve 26200 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanan 5510 Sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu Madde 13'de iş kazasının tanımı yapılmış olup yaşanan olayın iş kazası sayılabilmesi için belirli koşulları sağlaması gerekliliğine değinilmiştir. Kanunda yapılan tanımlamaya göre iş kazası, sigortalı çalışanın işyeri sınırları içerisinde, işveren tarafından yürütülen iş nedeni ile, sigortalı çalışanın işveren tarafından iş nedeniyle görevli olarak işyeri dışında başka bir yere gönderilmesi ve bu amaçla geçen sürelerde, emziren kadın çalışana çocuğuna süt vermek için tanınan zamanlarda, işverence sağlanan bir taşıt ile çalışma alanına gidiş ve geliş sırasında meydana gelen, çalışanı hemen veya sonradan ruhen ya da bedenen engelli hale getiren olaydır (ÇSGB, 2006). İşyerinde yaşanan bir olayın iş kazası sayılabilmesi için belirlenen koşullar ile işi kazası temel bir hatta

dayandırılmış, çalışan ve işveren hakları karşılıklı olarak korunmuş ve konuya ilişkin muhtemel mağduriyetlerin en aza indirilmesi amaçlanmıştır.

30.06.2012 tarihli ve 28339 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanan 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ise iş kazası kavramını, işyerinde veya işin işleyişi nedeniyle meydana gelen, ölüme neden olan veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen engelli hale getiren olay şeklinde tanımlamıştır. 2013 yılında 6462 sayılı Kanunun 1'inci maddesi ile daha önce bu bentte yer alan "özre uğratan" ibaresi "engelli hale getiren" ifadesi ile değiştirilmiştir (ÇSGB, 2012). İlgili kanunda iş kazasının tanımı yapılmış ve bildirimi, yaptırımları gibi konulara değinilmiştir.

Yapılan tüm tanımlamalarda, bedensel hasarların yanı sıra meydana gelen ruhsal zararın da konu edilmesi ile iş kazalarının psikososyal sonuçlarına da odaklanılması sağlanmıştır. Türk iş hukuku çerçevesinde 5510 sayılı Kanunda geçen koşullara dayanan her kaza iş kazası olarak tanımlanmakta ve bu doğrultuda işleme tabi tutulmaktadır.

ILOSTAT (International Labour Organization The Leading Source of Labour Statistics), Birleşmiş Milletler'in çalışma istatistiklerine ilişkin odak noktası olmakla birlikte çalışma konularının daha iyi değerlendirilmesi ve karşılaştırılabilirliğinin iyileştirilmesi için uluslararası standartlar geliştirmektedir. ILOSTAT ise iş kazasını bir veya daha fazla işçinin yaralanması, hastalanması veya ölümü ile sonuçlanabilen iş nedeni ile ortaya çıkan beklenmedik ve planlanmamış bir olay olarak tanımlamış ve şiddet eylemlerini de iş kazasına dahil etmiştir (ILOSTAT, 2022). İş kazasına ilişkin birçok veriyi bir araya toplayarak geniş bir ağ sağlayan ILOSTAT, iş kazalarını farklı değişkenler doğrultusunda inceleme ve analiz etme imkânı sunmaktadır.

İş kazasına yönelik yapılan tüm tanımlar genellikle aynı hususlara dikkat çekmektedir. Bunlar, iş kazasının sonucunda çalışanın sağlığını yitirmesi ve

işletmenin maddi zarara uğramasıdır. Buna ek olarak iş kazasının beklenmedik bir olay olup bir plan dahilinde gerçekleşmemesi konusu da tüm tanımlarda önemli bir noktaya işaret etmektedir.

İş kazasının olumsuz sonuçları, kazanın önlenmesine ilişkin tüm faaliyetlerin önemini de arttırmaktadır. İş sağlığı ve güvenliğine ilişkin proaktif faaliyetler ile kazaların önlenmesi, kaza sonuç şiddetinin azaltılması, kaza sıklık oranlarının düşmesi ve en önemlisi iş kazası kaynaklı ölümlerin azalması mümkündür.

İş Kazası Nedensellik Teorileri

İş kazaları, işyerinde meydana gelen beklenmedik ve istenmeyen olaylardır. Doğrudan ve dolaylı olarak ortaya çıkabilecek kaza sonuçlarında çalışan ve işveren zarara uğramaktadır. İş kazalarının önlenebilmesi için iş sağlığı ve güvenliği kapsamında proaktif yaklaşımların önemi oldukça büyüktür. Kazaların meydana gelmesini önleyebilmek adına işyerinde tüm etkenleri ve prosesleri kapsayacak olan etkili bir risk analizi yapılmalı ve değerlendirme sonrasında mevcut tehlike ve risklere yönelik iyileştirme çalışmaları yürütülmesi gerekmektedir. Yapılan çalışmalara rağmen bir kazanın meydana gelmesi önlenememiş ise kaza sonrasında çeşitli yöntemler kullanılarak geriye dönük analizler yapılmalı ve kazanın kök nedenine ulaşılmalıdır. Bu noktada kaza nedensellik teorileri büyük rol oynamaktadır. Bu bölüm alt başlıklarında kaza nedensellik teorileri açıklanmıştır.

Tek Olay Teorisi

Tek olay teorisi, bir kazanın nedeninin tek bir olaydan oluştuğu varsayımına dayanmaktadır. Teorinin uygulanma süreci, nedeni bulmak ve düzeltmek adımları ile gerçekleşmektedir. Bu teori ilkel yaşamda bir olayın meydana gelmesinin ardından bir neden bulmakta zorlanıldığı durumlarda tüm sorumluluğu tek bir kişi veya olguya yükleyerek zarar görenin tatmin olmasının sağlanması amacıyla ortaya atılmıştır. Bilimde ve bilimsel

topluluklarda bu teori yıkılmış olsa dahi günlük yaşantıda hala karşılaşılmaktadır. Bu teori kapsamında kaza neden soruşturması kapsamı sınırlıdır ve araştırmacı nedeni destekleyecek yeterli kanıta ulaştığı an soruşturma sonlandırılmakta ve ardından rapor hazırlanmaktadır. Bu yöntem genellikle görüşme ağırlıklı veri araştırması ile kaza raporlama formu üzerinden yürütülmektedir (Benner, 1978). Kapsamın sınırlı olması güvenlik problemlerinin keşfedilmesini engellemekte ve sürdürülebilir iyileştirmelere katkı sağlanamamasına sebep olmaktadır.

Tek olay teorisi ile yürütülen kaza nedensellik çalışmalarında tek bir nedene odaklanmak, kazaya neden olan tüm etkenlere ulaşabilmek adına kök neden analizi çalışmaları uygulamamak, düzenleyici önleyici faaliyetlerin etkinliğinin tam olarak sağlanamamasına ve kazanın tekrarlanmasına neden olabilmektedir. Kazaya neden olan etken bulunduğunda soruşturmanın sonlandırılması iş sağlığı ve güvenliği kapsamında proaktif çalışmaların hayata geçirilememesine neden olacağından tek neden teorisi uygulamalarının etkinliği değerlendirilmelidir.

Çoklu Nedensellik Teorisi

Çok nedenli yaklaşımda kazanın analizi, farklı nedenlerin ve sorumlulukların belirlenmesine, kazanın tüm nedenlerinin tespit edilmesine ve nedenlerin ortadan kaldırılmasına dayanmaktadır. Kaza nedenlerinin tümünün belirlenebilmesi için büyük miktarda veri gerekmektedir. Veri akışının sağlanmasının yolu ise cevaba ulaşmak amacıyla üretilen soruların detaylandırılmasından geçmektedir (Nassima & Jawab, 2018). Bu teori farklı nedenlere ulaşabilmek için maksimum deneysel veriyi toplamaya eğilimlidir ve bu yönü ile kazanın tüm yönleri ile incelenmesi ve önlem politikalarının sağlıklı yürütülmesi adına verimliliği yüksek bir çalışma sağlamaktadır.

Petersen, 1971 yılında örgütsel sisteme dayalı çoklu nedenselliğin benimsendiği bir model geliştirmiştir (Nassima & Jawab, 2018). Bu modele

göre Tablo 1.'den görüldüğü gibi modelde kaza nedenleri, güvensiz hareket ve güvensiz durum olarak kategorize edilmiştir. Böylece nedenlere ilişkin düzeltici çalışmaların hedeflerinin belirlenmesinin daha kolay olacağı söylenebilir. Kaza sebep gruplarından güvensiz durum ve güvensiz davranışların ortadan kaldırılması veya en aza indirilmesi amacıyla iki grup için de farklı düzenlemeler yapmak gerekmektedir. Güvensiz davranışın ana kaynağının insan ve güvensiz durumun ana kaynağının çalışma ve çalışma ortamına ilişkin uygunsuzluklar olması sebebiyle her iki faktör için de farklı uygulamalar söz konusudur.

Tablo 1. Petersen'in Çoklu Nedensellik Modeli (Nassima ve Jawab, 2018)

Neden A Neden B Neden C	Güvensiz Davranış		
		Kaza	Yaralanma Hasar Ramak Kala Olay
Neden D Neden E Neden F	Güvensiz Durum		

Petersen bu modele, Ferrell'in insan faktörleri modeli üzerinde yaptığı iyileştirme ve geliştirmeler ile ulaşmıştır. Petersen, uyumsuzluğun çevresel yönünü (iş istasyonu tasarımı ve çalışma ekipmanları) modelin farklı bir parçası olarak değerlendirmiş ve bu etkenleri ergonomik tuzaklar olarak tanımlamıştır. Ayrıca hata yapmayı seçmek için ayrı nedenlerden de bahseden Petersen, bu nedenleri duruma (maliyet, zaman) bağlı olarak mantıklı karar verme, bilinçsiz hata yapma eğilimi (psikolojik başarısızlıklar) ve bir kazanın meydana gelme olasılığının düşük olması algısı şeklinde incelemiştir

(DeCamp & Herskovitz, 2015). Petersen'in vurguladığı düşük kaza olasılığı algısı, insanın kendi ölümünü göz ardı etmeye yönelik doğal eğilimi olarak açıklanabilmektedir. Bu algı krimonolijinin rasyonel seçim yaklaşımına benzerlik göstermektedir.

Kaza Zinciri-Domino Teorisi

Kaza nedensellik teorilerinin öncüsü olarak tanınan Herbert William Heinrich kazaların nedensellik teorilerinin yanı sıra insan ve makine ilişkisi, sıklık ve şiddet ilişkisi, kaza önlemede yönetimin rolü, güvensiz davranışların sebepleri, kaza maliyeti ve güvenliğin verimlilik üzerine etkileri gibi birçok konuya ilişkin çalışmalar yürütmüştür (Hosseinian & Torghabeh, 2012). Travellers Insurance Company'de çalışmış olan Heinrich, kaza nedenselliği teorilerinden en eskisi olarak sayılan domino teorisini ilk kez 1931 yılında yayınlanan ve 1959 yılına kadar çeşitli baskılarına devam edilen Endüstriyel Kaza Önleme kitabında literatüre sunmuştur. Heinrich, kitabında kaza kavramını mecazi olarak bir domino dizisinin düşüş eylemine benzetmiş ve ardışık olaylar zinciri ile gerçekleştiğine değinmiştir (Sidek & Ibrahim, 2014). Kaza gerçekleşme sürecindeki ilk adım olan sosyal çevre ve kalıtım, umursamazlık ve huysuzluk gibi kişinin kalıtımından kaynaklanan kusurlarını kapsamaktadır. Eğitim eksikliği, hoş olmayan tavırlar sergileme eğilimi gibi kişisel kusurlar kazada ikinci adım olarak incelenmektedir. Kalıtım ve karakter sorunları sonucu güvensiz eylemlere ve güvenli olmayan koşullara zemin hazırlanmış olur ve bu durum üçüncü adımı kapsamaktadır. Tüm bu adımlar varlığını ortaya koyduğunda kaza gerçekleşmektedir. Kaza, istenmeden meydana gelen ve kaza zincirinin beşinci ve son adımı olan yaralanma ve hasara sebebiyet veren olaydır. Yaralanma sonucunda vücut bütünlüğünün zarara uğraması, bozulması söz konusudur (Sabet & diğ., 2013). Kaza sonrasında söz konusu kazanın gerçekleşme adımlarını birebir ve detaylı olarak incelemek, kaza zincirinin hangi halkasında problem yaşandığını bulma konusunda yardımcı olacak bir yöntemdir. Kaza nedenine

yönelik yapılan çalışmalardan tam verim sağlanabilmesi adına tüm adımlar ve faktörler göz önünde bulundurulmalıdır.

Heinrich, teorisini kazaların %88'inin güvenli olmayan davranışlardan, %10'unun güvenli olmayan koşullardan ve %2'sinin kaçınılmaz durumlardan kaynaklandığına dayandırmıştır (Hudson, 2014). Kaza sebepleri arasında insan faktörlerine bu kadar yoğun rastlanılması, güvenlik ve emniyet çalışmalarında zaman zaman sınırlı alana odaklanmaya sebep olmaktadır. Ancak kaza değerlendirmelerinde güvenli olmayan koşulları ve kaçınılmaz durumları da göz önünde bulundurmak çok yönlü bir çalışmaya olanak sağlayacaktır.

Domino kaza teorisine ek olarak Şekil 1'den görülen ve Heinrich tarafından geliştirilen kaza piramidi kuramında 550.000 mekanik kaza verisi kullanılmıştır. Bu kazaların 1.666 tanesinde ölüm ve ciddi yaralanma mevcuttur. 48.334 adet kaza hafif yaralanma ile sonuçlanmıştır. 50.000 adet kaza ise herhangi bir yaralanma ve/veya hasara yol açmayan kazalardır. Böylece ölümlü veya ciddi yaralanmalı, hafif yaralanmalı ve yaralanmasız kazaların oranı 1:29:300 olarak elde edilmiştir (Gui, & diğ., 2019). Bu sonuç 330 kazada bir ölüm veya ciddi yaralanma sonuçlu bir kazanın yaşandığını göstermektedir. Kaza piramidi kuramı Şekil 1.'de açıklanmıştır. Şekil 1.'de, incelenen 550.000 mekanik kaza verisinin 1:29:300 şeklindeki oranları piramit olarak gösterilmiştir.



Şekil 1. Heinrich Kaza Piramidi (Gui ve diğ., 2019)

Kaza piramidi, araştırmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Marshall ve diğ., 2018). Literatürde kaza piramidi kullanılarak yapılan birçok çalışmaya rastlanılmıştır.

Yaşanan kazaların genellikle ortak temel nedenleri paylaşması sebebiyle yaralanmaya neden olmayan daha yaygın kazaları ele alıp değerlendirmek, yaralanmaya neden olan kazaları önleyebilmektedir. Heinrich, çalışması sonucunda istatistiksel kayıtlar ile kaza ve yaralanmaların %88'inin insan hatasından kaynaklandığına değinmiştir. Bunun yanı sıra fiziksel tehlikelerin ve tehlikeli koşulların ortadan kaldırılması için düzenleyici faaliyetlerin benimsenmediği hiçbir güvenlik prosedürünün tam olarak tatmin edici olmadığını vurgulamıştır (Penkey & Siddiqui, 2015). Bu doğrultuda kaza nedenlerinin her yönü ile kapsamlı biçimde değerlendirilmesi gerekliliğini bir kez daha vurgulamak yararlı olacaktır.

İnsan Faktörleri Teorisi

İnsan unsuru, kazalara ve/veya olumsuz olayların yaşanmasına sebep olabilecek zayıf bir halkadır (Hardie & Brennan, 2020). İnsan, hata yapma arzusu ve hatayı tekrarlama eğilimi sebebi ile zayıf bir varlık olmakla birlikte kaza zincirinin de en zayıf halkasında yer alan faktördür.

İnsan faktörleri, insan yetenekleri ve yeterlilikleri hakkında bilgi toplanmasını öngörmektedir. Buna ek olarak insan için güvenli, rahat ve etkili bir kullanım sağlamak için ekipmana, makineye, görevlere ve sistemlere ait düzeltici önleyici faaliyetleri içermektedir. Kaza nedenselliğinde insan faktörleri teorisi, yorgunluk, uykusuzluk, farkındalık, iletişim, çalışma öncesi kontroller, eğitim gibi yalnızca beşeri özellikleri incelemektedir (Kharoufah & diğ., 2017). İnsana, kişiye özgü modeller, bireylerin kazalara doğrudan etki ettiğine vurgu yapan modellerdir. Bu teori, çalışanların yaptığı hatalı eylemlerin nedenlerini ve etkilerini tanımlamaktadır (Manu & diğ., 2012). İnsan faktörleri analizi, insan ve organizasyon sistemindeki güvensiz etkenleri daha etkili değerlendirebilmek adına geliştirilmiştir. Güvenli olmayan davranışlar üzerinde çevrenin etkileri göz önüne alınarak güvenli olmayan eylemlerin ön koşulları kategorisinde fiziksel ve teknik çevre de incelenmektedir (Fa ve diğ., 2021). Endüstriyel faaliyetler sırasında meydana gelen tüm kaza ve olumsuz olayların en az %40'ında insan faktörünün sorumlu olduğu bildirilmiştir. Gizli arızalar olarak adlandırılan kaza nedenlerinin arkasında da genellikle insan hatası yatmaktadır. İnsan hatalarının arkasında ise doğrudan veya dolaylı olarak örgütsel ve/veya yönetsel eksiklikler yatmaktadır (Rostamabadi & diğ., 2019). Bu doğrultuda yaşanan kazalarda insan hatası, örgütsel olumsuzluklar ve yönetime ilişkin idari eksiklikler büyük rol oynamaktadır ve bu etkenler zincirleme hatalara sebebiyet verebilmektedir.

Teknolojinin gelişmesi ile kazalarda dikkatler insan faktörüne yoğunlaşmıştır. İnsan faktörü teorisi bireyin eylemlerine odaklanmış, ekip kavramını ön plana çıkarmış ancak kişi ile örgüt arasında net bir ilişki kurmayı başaramamıştır (Perboli & diğ., 2021). Genellikle insanların psikolojik ve davranışsal yönlerine odaklanan bu teori, kaza nedenselliğinde organizasyon ve yönetimin rolünü yeterince vurgulamadığı için güvenlik yönetim sistemlerinin sürekli iyileştirmesini zorlaştırmaktadır.

Enerji Bariyeri Teorisi-Haddon Matrisi

Enerji bariyeri yaklaşımı 1961 yılında Gibson tarafından tanıtılan enerji modeli temeline dayanmaktadır ve 1980 yılında William Haddon tarafından sunulan on kaza önleme stratejisi ile geliştirilmiştir. Bariyer perspektifinin temelinde kazaların enerji kontrolünün sağlanamamasından kaynaklandığı fikri bulunmaktadır. Bu perspektifin temel unsurları şunlardır;

Enerji kaynağı (tehlike), zarar ve kayıpların kök nedenidir. Kazanın engellenmesi, enerji üzerindeki kontrolün etkinliği ile yakından ilişkilidir.

Korunmasız varlıklar, zarar ve kayıp yaşanması istenmeyen olgulardır. Öncelikle insan yaşamı ve sağlığı ile ilişkilendirilmektedir. Bunun yanı sıra korunmasız varlıklar unsurunda farklı olgular da yer alabilmektedir.

Sistem güvenliğinin sağlanması amacıyla hassas varlıklar ile tehlikeli enerji kaynağı arasına konumlandırılan engeller, kayıplardan kaçınma yöntemidir (Yang & Haugen, 2018). Engeller, tehlikeli enerji kaynağı ile hassas varlıkların tüm özelliklerine uygun olacak şekilde seçilmeli ve uygunluğu periyodik aralıklar ile denetlenmelidir.

Haddon sunduğu unsurlar ile kaza önleme politikalarına ilişkin önemli kavramlara çeşitli tanımlamalar getirmiştir. Böylece kaza önleme politikalarının daha anlaşılır olmasını sağlamıştır.

Haddon, Kaplanların Kaçışı Üzerine başlıklı çalışmasında bir yaralanma öncesinde, yaralanma sırasında ve yaralanma sonrasında olaya etki eden faktörleri ajan, konak ve çevre üçlüsü ile aktarmıştır. Böylece, başlangıçta açık deniz petrol sondaj çalışanlarının yaralanmalarını incelemek için tasarlanan ancak sonrasında genişletilip geliştirilen Haddon Matrisi ortaya çıkmıştır. Söz konusu yaralanma kodlaması, bu sisteme dahil edilen değişkenlerin seçimi için bir temel sağlamıştır (Clemmer, 1990). Haddon, teorisinde kazayı önlemeye ilişkin on adımda toplanan önerilerden söz etmiştir. Bunlar;

- Tehlike yaratılmamalı,
- Ajan salınımı önlenmeli,
- Ajan salınımı azaltılmalı,
- Tehlike hedeften ayrılmalı,
- Tehlike ile hedef arası fiziksel bariyer ile ayrılmalı,
- Yüzeyler ve temel yapılar düzenlenmeli,
- Hedef yapı veya kişinin direnci arttırılmalı,
- İlk yardım ve acil müdahale faaliyetleri geliştirilmeli,
- Akut bakım ve rehabilitasyon sağlanmalı (Peck ve diğ., 2008).

Bu öneriler doğrultusunda kaza önleme politikalarında kaynakta mücadele etme ve ikame yöntemleri ilk aşamada yer almaktadır. Sonraki aşamada ayrıştırma ve düzenlemeler dikkat çekmektedir.

Kaza/Olay Teorisi

İnsan faktörleri teorisinin genişletilmiş hali varsayılan kaza/olay teorisi insan faktörlerinin yanı sıra ergonomik yetersizlikler ve sistem hataları gibi farklı etkenleri de kapsamaktadır (Dizdar, 2001). Kaza/olay teorisi, kişinin hata yapma kararı-eğilimi konusunu da incelemektedir (Yılmaz, 2013). Kişinin hata yapma eğilimi çeşitli unsurlara bağlı olarak artabilmekte veya azalabilmektedir. Gece vardiyasında meydana gelen kazaların sonuçlarının daha ağır olması, vardiya saatlerinde, çalışanların dikkatlerinin daha kolay dağılması ve yorgunluk belirtileri göstermeleri ile yakından ilgilidir. Yeterince dinlenememek ve uykusuzluğa bağlı yorgunluk, çalışanların hata yapma kararını olumsuz yönde etkilemekte ve kaza yaşanmasını tetiklemektedir. Buna ek olarak üretim kapasitesinin arttırılması ile çalışma hızının da artması çalışanların hata yapma olasılıkları üzerinde olumsuz etkiye sahiptir. Bu durum kaza gerçekleşmesini daha kolay kılmaktadır (Camkurt,

2007). Bu doğrultuda, çalışma ortamı, çalışma koşulları ve çalışma çevresine ilişkin uygunsuzluklar insan doğasında yer alan hata yapma eğilimini arttıran faktörlerdendir. Hata yapma eğiliminin artması kaza gerçekleşme olasılığı ile doğru orantılıdır. Kaza eğilimini arttırma gücüne sahip etkenleri ortadan kaldırmak veya azaltmak kaza önleme politikalarında büyük öneme sahiptir.

Sistem Teorisi

Önceki başlıklarda aktarılan kaza nedensellik teorilerinin çoğu insan hatası ve çevresel faktörlere odaklanmaktadır. Sistem teorisi, kişiler ve çevre arasındaki ilişkiye farklı şekilde yaklaşmaktadır (DeCamp & Herskovitz, 2015). Sistem kuramı, bir kazanın gerçekleşmesi ihtimalini üç parçadan meydana gelen bir sistem olarak görmektedir ve bu üç parçayı insan, makine ve çevre olarak sunmaktadır (Dizdar, 2001). Yalnızca çevredeki tehlikeleri ve insanın hataya karşı gösterdiği eğilimi incelemek yerine insan, makine ve çevre faktörlerini bir uyum içerisinde inceleyen sistem teorisi, biri veya bir şey söz konusu uyumu bozduğu takdirde bileşen ve ilişki bozulmasını dolayısıyla kaza olasılığının artmasını savunmaktadır (DeCamp & Herskovitz, 2015). Sistem modelinin bir başka yönü ise risk alma kavramıdır. Bir olay öncesinde verilecek karar olayla bağlantılı riskler ile doğrudan ilişkilidir (Firenze & Walters, 1981). Örneğin bir kişi iş seyahati amacıyla uçak kullanmayı tercih ettiğinde o kişi uçağın düşme ihtimalinin düşük olduğunu ve faydalarını tartarak faydaların risklerden daha ağır bastığına karar verir. Bu karar da olay içinde vereceği kararı etkilemektedir.

Karar verme sürecinde riskleri göz önünde bulundurmak Petersen'in modelinde olduğu gibi rasyonel seçim perspektifine oldukça benzemektedir (DeCamp & Herskovitz, 2015).

Bir karar verme sürecinde hesaplanmış beş risk ve faydanın dikkate alınması önerilmektedir. Bunlar;

- İşle ilgili gereksinimler,

- Çalışanın mesleki yetenekleri,
- Başarı sonrası potansiyel kazanç,
- Başarısızlık sonucu olası kayıplar,
- Görevi denememiş olmanın muhtemel kayıpları.

Bu beş faktör hakkındaki bilgiler, ilk deneme sonrası geri bildirim yoluyla elde edilmektedir (Firenze & Walters, 1981). Beş adım ile söz konusu riskler belirlenebilmekte, faydalar ve fırsatlar değerlendirilebilmektedir. Değerlendirme sonucu alınan kararların daha sağlıklı olabilmesinin yanında muhtemel kayıplara hazırlık için de faydalı olabilmektedir.

Sistemik kaza modelleri, kazayı tanımlamaları ile diğer modellerden ayrılmaktadır. Kaza sürecini birbirine bağlı olaylar dizisi şeklinde sunmaktadır (Nassima & Jawab, 2018). Kazanın önlenmesinde kazanın iyi tanınması, geçmiş kazalara ilişkin gerekli analizlerin yapılması ve bu doğrultuda önleme politikalarının geliştirilmesi önemli hususlardır.

4M Kaza Teorisi

4M kaza teorisi, insan, makine, çevre ve yönetim unsurlarını incelemektedir (Chen & Wang, 2021). 4M faktörleri kazaların kök nedenlerine ulaşmak ve nedenleri değerlendirerek kazalara yol açan koşullar arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla kullanılabilmektedir (International Maritime Organization, [IMO], 1999). 4M kuramını oluşturan dört faktöre ait açıklamalar aşağıda verilmiştir.

İnsan faktörleri; psikolojik açıdan, unutkanlık, endişe, kaygı, otomasyona uyum sağlayamama, duygu durum değişiklikleri; fiziksel açıdan, yorgunluk, uykusuzluk ve fiziksel rahatsızlıklar; işle ilgili faktörler, kişiler arası problemler, mesleki yeterlilik eksiklikleri şeklinde sayılabilmektedir. Bunlara ek olarak, makineleri çalışma prosedürüne uygun şekilde çalıştırmamak ve

kişisel koruyucu donanımları kullanmamak veya yanlış kullanmak da kaza nedenselliğinde insan faktörü ile ilişkilidir.

Makine ve ekipman faktörleri; tasarım hataları, yetersiz emniyet, güvenlik kusurları, kullanılan makinelerde tehlikeli aparat ve hareketli aksamlarda koruyucu bulunmaması makine ve ekipman kaynaklı kaza sebepleri arasındadır.

Çevresel faktörler; güvenli olmayan çalışma ve çalışma ortamı, pratik olmayan çalışma yöntemi ve ergonomik dezavantajlar, tesisatların standartlaştırılmaması ve acil durum ekipmanlarının uygunsuzluğu kaza nedenselliğinde çevresel unsurlar arasında yer almaktadır.

Yönetim faktörleri; yönetim organizasyon eksiklikleri, güvenlik prosedürü uygunsuzlukları ve yanlış güvenlik yönetimi, eğitim eksikliği, güvenlik denetimi eksiklikleri ve risklerin giderilmesi konusunda eksiklikler 4M kuramında yönetim kaynaklı faktörleri açıklamaktadır (Chen & diğ., 2014; Chunying & Xiuwen, 2017). Sayılan etkenlerin birinin yaşanması kazanın meydana gelmesinde yeterli olduğu gibi birden fazla etkenin bir arada olması da kaza yaşanma olasılığını arttırmaktadır.

Kaza nedensellik teorilerinin bilinmesi, kazaların değerlendirilmesi ve tekrarlanmaması konusunda büyük rol oynamaktadır. Bir kaza yaşanmadan önce alınan tedbirler, kazaya yönelik uygulanan önlem çalışmaları proaktif yaklaşımın benimsenmesi olarak açıklanabilmektedir. Proaktif uygulamaların hayata geçirilebilmesi için çalışan profilinin tanınması, çalışma ortamında mevcut tehlike ve risklerin belirlenmesi ve analiz edilmesi, tehlike ve riskleri ortadan kaldırmak veya en aza indirmek amacıyla belirlenen düzeltici önleyici faaliyetlerin uygunluğunun ve etkinliğin değerlendirilmesi ardından uygulanması önemli adımlardır. Yapılan risk analizinde yaşanması muhtemel kazaların da analizinin yapılması ve tüm iş sağlığı ve güvenliği faaliyetlerinde tam katılımın sağlanması önerilmektedir.

LİMANLARDA TERMİNALLER VE ÇEŞİTLERİ

Ulusal ve uluslararası tedarik zincirinde limanlar ve terminaller büyük bir rol oynamaktadır. Değişen ve gelişen teknoloji ile tedarik sürecinde zaman, mal güvenliği gibi konular ön plana çıkmıştır. Son yıllarda ekonominin global dönüşümü ve beklentilerin değişmesi sebebiyle liman ve terminaller, ticarette oldukça sık kullanılmaya başlanmıştır. Türk Dil Kurumu liman kavramını, gemilerin barınma, yük alma boşaltma, yolcu indirme ve bindirme amacıyla kullandıkları doğal veya yapay sığınak olarak tanımlamaktadır (TDK, 2021). Terminaller ise limanlara ait taşımacılık proseslerine göre farklı biçimlerde oluşturulmuş alanlardır. Limanlarda terminaller birçok farklı kritere göre sınıflandırılabilmektedir. Bu sınıflandırmalar, faaliyet alanına göre, yük tiplerine göre, mülkiyet yapısı ve sundukları hizmete göre yapılabilmektedir. Bu çalışmada terminaller yük tiplerine göre sınıflandırılarak incelenmiştir.

Yük tiplerine göre terminalleri, genel yük terminalleri, kuru dökme yük terminalleri, sıvı dökme yük terminalleri, Ro-Ro terminalleri ve konteyner terminalleri olmak üzere beş başlık altında incelemek mümkündür (Balık, 2014). Bahsi geçen yük tiplerine göre terminaller alt başlıklarda açıklanmıştır.

Genel Yük Terminalleri

Genel yük terminalleri genellikle yarı mamul ve mamullerin transferinde kullanılmaktadır. Çoğunlukla yarı mamul imalatçıları, mamul eşya imalatçıları, toptancılar ve son kullanıcıya kadar uzanan tüm aşamalarda kullanılmaktadır. Böylece bu tip terminaller üreticilerden bir bütün olarak temin edilen kargoların zincir içerisinde yer alan farklı müşterilere dağıtılmasını sağlamaktadır (Şakar & Uzun, 2021). Her türlü dökme yük taşıyabilen gemilerin taşımacılık işlemlerini gerçekleştirdiği genel yük terminallerinde her bir kargo parçasının kaldırılması işleminde vinç veya gemi direği kullanılmaktadır. Bu terminallerde yüklerin çok çeşitli olmasına ek parçalar ayrı ayrı veya bazı parçaların bir araya getirilmesi şeklinde

elleçlenmektedir (Velsink, 1994). Taşınan kargo ve malzeme türünün çok çeşitli olması ve çalışma ortamının karmaşık yapıda olması sebebiyle genel yük terminalleri birçok farklı tehlike ve riski de bir arada barındırmaktadır.

Kuru Dökme Yük Terminalleri

Kuru dökme yük terminalleri, tüm lojistik proseslerinin yer, zaman, personel ve araçlara göre ayrıştırılmasını sağlayan farklı alt sistemlerden oluşan aktarma ve taşıma noktalarıdır. Kuru dökme yük terminallerinin en önemli işlevi, kuru malzemelerin gemilere yüklenmesi ve boşaltılmasıdır. Denizaşırı ve kara lojistik zinciri arasında bağlantı kurarak tedarikçi ve kullanıcı arasında köprü görevi görmektedir (Schott & Lodewijks, 2007). Kuru dökme yük terminalleri, katı malzemelerin gelen ve giden akış arasında tampon görevi görmektedir. Deniz taşımacılığında kuru yüklerin taşınma süreci incelendiğinde, üç aşama görülmektedir. Bunlar ithalat sistemi, terminal sistemi ve ihracat sistemidir. İthalat ve ihracat sistemleri terminal tipine bağlı olarak deniz tarafı veya hinterlant tarafıdır (Vianen & diğ., 2011). Kuru dökme yük terminalleri aracılığı ile en çok taşınan malzemelere, maden cevherleri, tahıl ve kuru çimento gibi örnekler verilebilir (Hu & Yao, 2012). Bu tip terminaller katı malzemelerin taşınması amacıyla getirilerinin fazla olması sebebiyle oldukça ideal bir yoldur.

Sıvı Dökme Yük Terminalleri

Ana sıvı dökme yük türleri arasında, gazlar ve petrol gibi kimyasal maddeler yer almaktadır. Bunlar arasında hacim olarak en çok petrol taşımacılığı dikkat çekmektedir (Lun & Zhu, 2017). Sıvı dökme yük terminallerinde genelde kimyasal madde taşıma işlemleri yapılmasından kaynaklı birçok tehlike ve risk söz konusudur. Bu riskler, yangın, patlama, kimyasal sızıntı ve dökülme şeklinde özetlenebilmektedir (Yuebo, 2014). Mevcut tehlike ve risklere karşı sıvı kimyasal maddelerin yüklenmesi ve boşaltılması sırasında çalışma ortamı ve işletme güvenliği oldukça önemli bir

hususdur. Dökülmeler ve kazalar birçok farklı şekilde görülebilmektedir. Dolum işlemi sırasında, depolamada, nakliye sürecinde, proses ve transfer tesislerinde ve gemi arızalarında meydana gelmesi muhtemel kazaları önlemek adına tasarımdan son aşamaya dek güvenlik faaliyetleri uygulanmalıdır (Gülcan & diğ., 2013). Bu doğrultuda kimyasal güvenliğinin sağlanabilmesi adına yönetimin katılımı ve katkısı, uygulanacak güvenlik ve emniyet faaliyetlerinin etkinliğinin arttırılmasında önem arz etmektedir. Bunun yanı sıra sürekli iyileştirme faaliyetleri iş kazalarının ve çevresel kazaların önüne geçilmesine katkı sağlayacaktır.

Ro-Ro Terminalleri

Ro-Ro terminalleri, kamyon, yarı römork ya da platform gibi yalnızca tekerlekli araçların taşındığı gemilerin kullandığı terminallerdir (Fusco & Saurí, 2009). Ro-Ro terminalleri, güvenlik kontrolü, iniş ve biniş hizmetleri sağlayan su alanı, kara alanı, rıhtım ve apron bölümlerinden oluşmaktadır. Ro-Ro terminal işletmeleri, sefer tarifeleri, rıhtım tahsisi ve yolcu taşımacılığı kurallarına göre organize edilmektedir (Tang, & diğ., 2015). Ro-Ro taşımacılığı genellikle kısa deniz mesafelerinde kullanılmaktadır ve deniz lojistiğinin önemli bir unsuru olarak kabul edilmektedir. Ayrıca intermodal taşımacılık için hızlı ve pratik bir yöntemdir (M'hand & diğ., 2019). Kısa deniz taşımacılığı sektöründe Ro-Ro taşımacılığın daha uygun olmasına karşın derin deniz taşımacılığında konteyner taşımacılığı daha uygun bir yöntemdir (Keceli, 2013). Ro-Ro terminallerinin kısa mesafede kullanılması, terminallerdeki gemi trafiğini de arttıran bir unsurdur. Güvenlik ve emniyet politikaları oluşturulurken trafik yoğunluğu ve tekerlekli yüklerden kaynaklanan risklerin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Konteyner Terminalleri

Malcolm P. McLean, Haboken Limanında küçük bir lojistik şirketi işletirken standart yükleme ve boşaltma yöntemlerinden farklı bir taşıma

yöntemi geliştirerek konteyner taşımacılığının kurucusu olarak anılmaya başlamıştır. Sunduğu fikir ile günümüz konteyner taşımacılığının temelleri atılmıştır (Ateş & diğ., 2010). Günümüzde ise uluslararası ticaret kapsamında, liman sektöründe yüklerin %70'inden fazlasının lojistiği konteyner gemileri ile sağlanmaktadır. Ticarileşmiş kargo hacmindeki büyüme, konteyner terminallerinin yüksek performansını ve verimliliğini kullanan bir tedarik zinciri üretmektedir (Costa & diğ., 2021). Yük taşımacılığındaki artan talep, küreselleşmenin itici gücü rolünü sahiplenen konteyner terminal işletmelerine yönelik birtakım zorluklar doğurmuştur (Nikolaou & Dimitriou, 2021). Buna bağlı olarak birçok operasyonel zorluk ile karşı karşıya kalan konteyner terminali işletmeleri (Gunawardhana & diğ., 2021) saha ve ekipman kaynaklarının sınırlı olması sebebiyle konteyner taşımacılığı hacmini karşılayamaz hale gelmiştir (Hu & diğ., 2021). Bu talep artışı, konteyner terminallerindeki yoğunluğu arttırmaktadır. Ve konteyner terminallerindeki yoğunluğun artması sebebiyle çalışanların iş yükünde ciddi artışlar ortaya çıkmıştır.

Konteyner terminallerinin tüm operasyonlarını uygun biçimde sürdürebilmesi için konum seçimi oldukça önemlidir. Konum seçimini etkileyen faktörler arasında, depolama alanı, rıhtım uzunluğu ihtiyacı, su derinliği, karayolu ve demiryolu erişimi sayılabilmektedir (Santos & diğ., 2021). Böylece konteyner terminalleri için doğru konum seçimi yapılarak performanslarının arttırabileceği gibi çalışma ortamlarının güvenliğinin de sağlanması konusunda olumlu getiriler sağlayacaklardır.

Konteyner terminalleri operasyonları çevre kirliliği yönünden değerlerdirildiğinde, hava ve su kalitesi üzerine olumsuz etkilere yol açtığı gözlenmektedir. Limanlardan kaynaklanan ve olumsuz çevresel sonuçlar açığa çıkaran kirlilik nedenleri arasında, atık su, balast suyu, tehlikeli kargo elleçleme, karbon emisyonları, ve gürültü sayılabilmektedir (Kuo & Lin, 2020). Konteyner terminallerinde karşılaşılan en tipik çevresel risk ise karbon

emisyonudur (Sim, 2018). Konteyner terminallerinde tüm operasyonları sürdürürken çalışan güvenliği ve emniyetinin yanında çevresel riskleri ortadan kaldıracak veya en aza indirecek uygulamaların da dikkate alınması, işletme sürdürülebilirliğine katkı sağlayacaktır.

Bir sonraki bölümde konteyner terminallerinde yaşanan iş kazalarına değinilmiştir. Konteyner terminallerinde yaşanan iş kazalarının nedenleri ve kazaların önlenebilmesi adına çeşitli alternatifler sunulmuştur.

KONTEYNER TERMİNALLERİNDE İŞ KAZALARI

Deniz kazalarında kaza nedenini etkileyen faktörler hakkındaki IMO kararında 4M nedensellik modelinden yararlanılarak deniz kazalarının nedenleri incelenmiştir. Deniz kazalarında insan faktörünün yanı sıra çeşitli etkenlerin bileşiminden de söz edilmiştir (IMO, 1999). Bu çalışmada, denizcilik sektöründe yaşanan iş kazaları konteyner terminali özelinde incelenmiştir.

Konteyner terminalleri, konteyner biçimindeki kargoların konteyner gemilerine yüklenip boşaltıldığı, uluslararası ticarette büyük bir öneme sahip, deniz ve kara taşımacılığı arasında bir ara yüzdür. Konteyner terminalleri operasyonları yüksek şiddette ve karmaşık tehlike ve riskleri bir arada barındırması sebebiyle dünyanın en tehlikeli çalışma sahalarından biridir. Bu tehlike ve riskler çeşitli iş kazalarına zemin hazırlamaktadır. İş kazalarına karşı proaktif yaklaşımların benimsenmesi ve en etkili çözüm yönteminin belirlenebilmesi adına iş kazalarının nedenlerinin etkili biçimde tespit edilmesi büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada konteyner terminallerinde yaşanan iş kazalarının nedenleri çalışan kaynaklı, yönetim uygulamaları kaynaklı, çalışma ortamı kaynaklı, ekipman kaynaklı ve yük elleçleme operasyonları kaynaklı olmak üzere beş başlık altında incelenmiş olup bu faktörler ilerleyen bölümlerde detaylı olarak açıklanmıştır. Buna ek olarak konteyner terminallerinde yaşanan iş kazalarının nedenlerine yönelik çözüm önerileri sunulmuştur. Bu çözüm önerileri, iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin etkinliğinin arttırılması, güvenlik liderliğinin geliştirilmesi ve sürdürülmesi, terminal proseslerinde dijitalleşme, çalışma alanında 5S ve 6S kuralları kapsamında düzenlemelerin sağlanması ve iş sağlığı ve güvenliği denetimlerinin etkinliğinin arttırılması, başlıkları altında ileriki bölümlerde detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Konteyner Terminallerinde İş Kazaları Nedenleri

Konteyner terminallerinde yaşanan iş kazalarının sebeplerini 4M iş kazaları modellemesi ve çalışma ortamı koşulları kapsamında beş ana başlık altında incelemek mümkündür. Bu çalışmada iş kazaları nedenleri ana sebepler/ana kriterler ve alt sebepler/alt kriterler olarak ele alınmıştır. Ana kriterler arasında; çalışan kaynaklı, yönetim uygulamaları kaynaklı, çalışma ortamı kaynaklı, ekipman kaynaklı ve yük elleçleme operasyonları kaynaklı iş kazaları yer almaktadır. Her bir alt kriter, yer aldığı ana kriterin altında incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

Çalışan Kaynaklı İş Kazaları

İş kazalarının sebepleri incelenirken tüm faktörleri tehlikeli hareketler ve tehlikeli durumlar olarak kategorize etmek mümkündür. Tehlikeli hareketler sergileme eğilimi çalışanın, yaşı, çalışma tecrübesi, eğitim düzeyi ve cinsiyeti gibi kişisel özellikleri ile yakından ilgilidir. İş kazalarının %88'inin tehlikeli hareket sergileme sonucu meydana geldiği göz önünde bulundurulursa, insan faktörlerine ilişkin çalışmalara ağırlık verilmesinin kaza önleme politikalarında oldukça önemli bir role sahip olduğu görülmektedir.

Kaza raporları ve istatistikler, olaylara katkıda bulunan en önemli faktörleri belirlemek için güvenilir bir kanıt kaynağı olarak gösterilebilir. IMO istatistiklerine göre, denizcilik sektöründe yaşanan kazaların sebeplerinde %80 oranında doğrudan veya dolaylı olarak insan faktörlerini görmek mümkündür (Chen & diğ., 2020). Denizcilik sektöründe yaşanan kazalarda insan faktörleri, işe uygun personel alımının yapılmaması sonucu iş ve çalışan arasındaki uyumsuzluk, yetkinlik eksikliği ve iletişim problemleri gibi konular ile ilişkilendirilmiştir (Qiao & diğ., 2020). İnsan hatalarını minimize edebilmek için yönetsel ve bireysel çalışmalar sürdürülmelidir. İşletmede iş güvenliği kültürünün geliştirilmesi ve sürdürülmesi bu çalışmalar açısından önemlidir.

İlk olarak IAEA'nın (International Atomic Energy Agency), Çernobil nükleer kazasına ilişkin raporunda değinilen güvenlik kültürü 1980'lerin sonlarında yaşanan büyük çaplı kazalar ile hem yönetsel hem de bireysel açıdan daha fazla önem kazanmıştır (Solmaz & diğ., 2020). Güvenlik davranışı, çalışanların güvenlik uygulamalarına karşı sergiledikleri tutumların tümünü ifade etmektedir. Güvenlik davranışı, güvenlik faaliyetlerine katılım, yönetim ve astların güvenlik uygulamalarına yönelik etkileşimi ve kişisel korunmaya ilişkin davranışlar olmak üzere üç kritik bileşenden meydana gelmektedir. Bunun yanı sıra güvenlik davranışını etkileyen faktörler de söz konusudur. Çalışma ortamının güvenilirliği, güvenlik eğitimlerinin etkinliği, işletmenin güvenlik ve emniyet politikaları, güvenlik iletişimi ve güvenlik yönetimi gibi faktörler çalışanların güvenlik ve risk algısını etkilemektedir (Lu & Kuo, 2016). İş kazalarının nedenleri incelenirken, çalışanların güvenlik iklimini nasıl algıladıklarının değerlendirilmesi önemli bir husustur. Güvenlik iklimi, çalışma ortamında ve çalışanların örgütlerinde güvenliğin değerine ilişkin sahip oldukları bireysel algıları ve beklentileri tanımlayan özel bir örgütsel iklimdir. Güvenlik iklimi, yönetim değerleri, organizasyonel uygulamalar, açık iletişim ve çalışanların iş güvenliği uygulamalarına katılımı gibi önemli noktaları içinde barındırmaktadır (Lu & Shang, 2005). Güvenlik ikliminin sağlanabilmesi için çeşitli duyarlılaştırma faaliyetleri ve eğitimlerin düzenlenmesi önerilmektedir.

Denizcilik sektöründe iş güvenliği kültürünün yaratılabilmesi adına çeşitli uluslararası çalışmalar yürütülmüştür. Sektörde güvenlik odağı, teknik engeller ve SMS (Safety Management System) adlı güvenlik yönetim sistemleri üzerine inşa edilmiştir. SMS, IMO'nun ISM (International Safety Management) isimli Uluslararası Emniyet Yönetimi kodundaki bir gereksinim sonucu ortaya çıkmıştır. IMO, ISM kodu ile denizcilik endüstrisinde kademeli olarak bir güvenlik kültürü oluşturmayı hedeflemiştir (Nævestad ve diğ.,

2019). Uluslararası düzenlemelerin işletmeye entegre edilmesi ile iş kazalarını tetikleyen faktörleri ortadan kaldırılmak veya en aza indirmek mümkündür.

İş kazasının bir sonucu olarak sağlık problemleri ile karşılaşılabilmektedir. Ancak buna karşın çalışanda mevcut sağlık problemleri de iş kazalarına sebebiyet verebilmektedir. Çalışanın sağlık durumunu ve yaşanması muhtemel bir iş kazasını birbiri ile bağlantılı bir döngü gibi düşünmek yanlış olmayacaktır. Çalışanın yaşadığı sağlık problemleri, işin işleyişi sırasında çalışanın işe odaklanmasını engellemekte ve güvenli çalışma ortamı ilkesine zarar vermektedir.

Tüm konteyner terminalleri operasyonları çalışanda yüksek düzeyde stres ve yorgunluğa sebep olmaktadır. Bu tip psikososyal sağlık sorunları ise çalışanın hastalanma ve kaza eğiliminin artmasına zemin hazırlamaktadır (Walters & diğ., 2020). Konteyner terminallerinde çalışanlarda en sık rastlanan rahatsızlıklar, kas-iskelet sistemi hastalıkları, mide-bağırsak problemleri, yorgunluk ve strestir (Wadsworth & diğ., 2016). Bu bağlamda çalışanların periyodik sağlık kontrollerinin sağlanması ve mevcut rahatsızlıklara yönelik tedaviye yönlendirilmesi önem arz etmektedir.

Yönetim Uygulamaları Kaynaklı İş Kazaları

Yönetim uygulamalarında gözlemlenen eksiklikler veya uygunsuzluklar iş kazaları nedenleri arasında sayılmaktadır. Yönetimin benimsediği herhangi bir yaklaşım veya verdiği bir karar işletme içerisinde çalışanları olumlu etkileyeceği gibi olumsuz sonuçlar da doğurabilmektedir. İş sağlığı ve güvenliği uygulamalarında yönetimin rolü düşünüldüğünde iş kazaları üzerine etkisinin büyük olduğu anlaşılmaktadır.

Genel olarak denizcilik sektöründe sıkça rastlanan ulusal ve uluslararası hukuki düzenlemeleri konteyner terminal işletmelerinde de görmek mümkündür. Denizcilik sektöründe güvenlik ve emniyet konusuna ilişkin birçok kuruluş ve hukuki düzenleme mevcuttur.

Bu kuruluşlardan önemli bir role sahip olan IMO, gemilerin emniyet ve güvenliğinin sağlanması ve gemi kaynaklı çevre kirliliğinin önlenmesinden sorumlu Birleşmiş Milletler uzman kuruluşudur (IMO, 2022a). IMO tarafından yayınlanan ISM Kodu'nun amacı, gemilerin güvenli şekilde yönetilmesi ve işletilmesi ve kirliliğin önlenmesi için uluslararası bir standart sağlamaktır (IMO, 1993). IMO tarafından yayınlanan bir başka düzenleme olan ISPS (International Ship and Port Facility Security Code) kısaltması ile Uluslararası Gemi ve Liman Tesisleri Güvenliği Kodu ise gemi ve liman tesislerinin güvenlik gereksinimlerini düzenleyen SOLAS (Safety of Life at Sea) kısaltması ile Denizde Can Emniyeti sözleşmesinin bir eki olarak sunulmuştur. ISPS Kodu, gemilere ve liman tesislerine yönelik potansiyel güvenlik tehditlerinin belirlenmesi, bunlara karşı önleyici güvenlik faaliyetlerinin uygulanması ve bu konuda ilgili tarafların iş birliğe teşvik edilmesini amaçlamaktadır (IMO, 2004). Denizcilik sektöründe güvenlik ve emniyet konulu ulusal düzenlemeler de mevcuttur.

Ülkemizde 1925 yılında yayınlanan 618 Sayılı Limanlar Kanunu ile gemilerin seyir, can, mal, çevre güvenliği ve emniyeti bakımından ciddi tehlike oluşturması muhtemel durumlarda bölge liman başkanının gemiyi emniyetli bir alana nakli de dahil olmak üzere her türlü tedbiri almaya yetkili olduğu düzenlenmiştir (Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, [UDHB], 1925). Liman Kanunu'nun dayanak olarak gösterildiği ve devlet gemileri, askeri gemiler, kolluk birimlerine ait gemiler ve kıyı tesisleri dışında tüm gemi ve deniz araçları ile kıyı tesislerini kapsayan 2012 tarihli Limanlar Yönetmeliği ile her türlü yük ve yolcunun tahliye yöntemlerinin ve idari sahadaki seyir, can, mal, çevre güvenliği ve emniyetine ilişkin bir disiplin düzenlenmesi amaçlanmıştır (UDHB, 2012). Türkiye'de denizcilik sektöründe güvenlik ve emniyet amacıyla yayınlanan önemli hukuki düzenlemelere yukarıda değinilmiştir.

Denizcilik sektöründe güvenlik ve emniyet adına yapılan düzenlemeler genel olarak can ve mal güvenliğini sağlamayı hedeflemiştir. İlgili düzenlemeler doğrultusunda işletmelerde uygulanması gereken faaliyetlerde yönetim uygulamaları ve yönetimin yaklaşımı büyük role sahiptir. Ulusal ve uluslararası yasal düzenleme ve standartlar işletme yönetimini güvenlik uygulamalarına teşvik etmede önemli bir husustur. Bahsi geçen düzenlemelerin ve ilgili tüm mevzuatın takibi yönetimin sorumluluğundadır. Yönetim, mevzuatta yapılan değişiklikleri yakından takip etmeli ve saha operasyonlarında mevzuata uygun planlama, uygulama, kontrol etme ve sürekli iyileştirme politikaları geliştirmelidir. Konteyner terminallerinde yaşanan yönetim kaynaklı iş kazalarının bir başka sebebi ise iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin etkin olmamasıdır.

2012 tarih ve 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu uyarınca 2021 tarihli İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği'nde yapılan işyeri tehlike sınıfları listesine göre limanlar ve deniz terminalleri işletmeleri tehlikeli sınıfta yer almaktadır (ÇSGB, 2012). 2013 yılında ÇSGB tarafından yayınlanan Tehlikeli ve Çok Tehlikeli Sınıfta Yer Alan İşlerde Çalıştırılacakların Mesleki Eğitimlerine Dair Yönetmelik Gereğince konteyner terminalinde çalışanların işe alınmadan önce mesleki eğitime tabi tutulmaları zorunludur (ÇSGB, 2013). Bunun yanı sıra 2013 tarihli Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik ile çalışanların iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin süreleri ve periyodik aralıkları düzenlenmiştir. Yönetmeliğe göre, tehlikeli sınıfta yer alan konteyner terminali işletmelerinde çalışanlara temel eğitimlerini alana kadar geçen sürede çalışma ortamına ilişkin tehlike ve riskleri öğrenebilmeleri adına her çalışana en az iki saat olacak şekilde işe başlama eğitimi verilmelidir. Çalışan işe başladıktan sonra en kısa sürede temel eğitimlerin verilmesi sağlanmalıdır. Temel eğitimlerin, çalışmaya ve çalışma ortamına ilişkin değişiklikler göz önünde bulundurularak tehlikeli sınıf işyerlerinde her

iki yılda bir yenilenmesi gerekmektedir. Aynı zamanda tehlikeli sınıf işyerlerinde gerçekleştirilen temel eğitimlerin süresi on iki saatten az olamaz (ÇSGB, 2013). İş Sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin mevzuata uygun şekilde verilmesi ve yenilenmesi yönetimin sorumluluğundadır.

Ülkemizde iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin gerekliliği ve denetlenmesine ilişkin bazı kanun ve yönetmelikler yukarıda açıklanmıştır. Eğitim içeriğine ait konu dağılımları ilgili hukuki düzenlemelerden temin edilebilmektedir. Eğitimlerin eksiksiz olmasına karşın iş kazası yaşanabilme olasılığı, eğitimlerin etkinliğinin değerlendirilmesi üzerinde durulması gerekliliğini doğurmaktadır. Eğitimlerin etkinliğinin arttırılmasında, kullanılacak olan görseller, interaktif katılım ortamı sağlayabilme ve eğiticinin donanımı ile güven duygusunu sağlayabilmesi hususlarının faydalı olabileceği düşünülmektedir.

Yönetim kaynaklı iş kazası nedenleri arasında bir başka husus ise denetim eksiklikleridir. İş sağlığı ve güvenliği faaliyetlerinin kontrol edilmesi ve sürekliliğinin sağlanması adına iç ve dış denetimler yürütülmektedir. Denetimlerde denetçi kişi ve/veya kurumun bağımsızlığı hususu denetim mekanizmasını doğrudan etkilemektedir. İş sağlığı ve güvenliğine ilişkin her faaliyetin standartlaştırılması, işletme içerisinde sistematik bir yapının kurulmasına faydalı olmaktadır. Bunun yanı sıra sürekliliği sağlamada da olumlu etkisi gözlemlenmektedir. Belirli periyotlar ile düzenlenen denetimler, iş sağlığı ve güvenliği yaklaşımlarının her zaman canlı tutulmasına olanak sağlamaktadır. Bu konuya ilişkin denetimlerin gerçekleştirilme sıklığının doğru ve uygun organize edilmesi önemlidir. Denetim sıklığının fazla olması çalışanlar ve yönetim üzerinde fazla baskı hissedilmesi olasılığını doğuracağı gibi, iş sağlığı ve güvenliği faaliyetleri açısından kanıksamaya da sebebiyet verebilmektedir. Denetim sıklığının az olması ise yapılan işin ve çalışma ortamının kanıksanması sonucu tehlike ve riskleri görememeye sebep olabilmektedir. Bu doğrultuda denetim mekanizması kurulum ve planlama

aşamasında iken işletmenin kapasitesi, çalışan sayısı ve çalışan profilleri göz önünde bulundurulmalıdır. Etkin bir denetim mekanizmasının işletme üzerindeki olumlu etkisinin göz ardı edilemeyecek boyutta olduğu düşünülmektedir.

Çalışma Ortamı Kaynaklı İş Kazaları

Konteyner terminallerinde yaşanan iş kazalarının sebepleri arasında hemen hemen her işletmeye uyarlanabilmesi mümkün olan çalışma ortamına ilişkin uygunsuzluklardan bahsedilebilmektedir. İş kazalarının sebepleri arasında çalışma ortamına ilişkin uygun olmayan ergonomik koşullar, fiziksel risk etmenleri ve kaygan zemin unsuru dikkat çekmektedir.

Ergonomi uyum ve uygunluk anlamları taşımakla birlikte söz konusu işin insana, insanın da çalışma ortamına ve işe uygunluğunu sağlamak amacıyla yürütülmesi gereken sistemler bütünü olarak ifade edilmektedir (İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi, 2022). Konteyner terminallerinde gemi tarafında, vinç operatörleri sekiz saatlik normal bir vardiya süresince ortalama 220-300 kadar konteyner hareket ettirebilmektedir. Bu da çalışma saatleri içerisinde yaklaşık her iki dakikada bir konteyner hareket ettirme çalışması gerçekleştirildiği anlamına gelmektedir. Bu işlem sırasında operatörler konteyner hareketini izlemek ve hareket halindeki diğer konteynerler ile çarpışmayı önlemek amacıyla bulundukları konumda sıklıkla aşağı bakma davranışı sergilemektedirler. Konteyner terminallerinde olumsuz ergonomik koşullara örnek teşkil edilebilecek sürekli aşağı bakma hareketi çalışanda özellikle boyun ve sırt ağrılarına sebep olmaktadır (Marayong & diğ., 2012). Konteyner terminallerinde ergonomik açıdan değerlendirilmesi gereken bir başka risk elle yük taşıma faaliyetleridir.

Elle yük taşıma çalışmaları bir veya daha fazla çalışan tarafından bir yükün taşınması operasyonları, yükü kaldırma, tutma, itme ve çekme eylemlerini

kapsamaktadır. Ergonomik uygunsuzluklar sonucu biyomekanik aşırı yüklenmeye bağlı kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları gözlemlenebilmektedir. Omuz, dirsek, bilek, bel ve organizmanın tümünü tehdit eden uygunsuzluklara ek çalışanın kişisel özellikleri, çalışmanın nitelikleri, tekrarlayan hareketler ve duruşlar, çalışma döngüsü süresi, yetersiz dinlenme süreleri gibi faktörler de kazanın ve rahatsızlıkların şiddetini ve sıklığını arttırma potansiyeline sahiptir (Caballini & Paolucci, 2019). Çalışma ortamında karşılaşılabilecek ve iş kazası yaşanmasını tetikleyebilecek bir başka faktör ise işletmedeki fiziksel risk etmenleridir.

Fiziksel risk etmenleri, gürültü, titreşim, basınç, termal konfor, aydınlatma ve radyasyon şeklinde sınıflandırılabilmektedir. Fiziksel risk etmenlerinin ilgili çalışmalar ve düzenlemeler doğrultusunda kabul edilebilir seviyede tutulamaması çalışanlarda çeşitli olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Çalışanın tüm fizyolojik sistemlerini doğrudan etkileyen fiziksel riskler uygun seviyelerde sabitlenemediği takdirde çalışanlarda kalp ritim, dolaşım, solunun, hareket kabiliyeti ve psikolojik durum gibi konularda değişiklikler meydana gelebilmektedir. Bunun yanı sıra çalışanlarda dikkat dağınıklığı ve sürekli tedirginlik, kaygı hali oldukça sık rastlanılan etkilerdendir. Dolayısıyla çalışma ortamında olumsuz fiziksel koşullar çalışanın kazaya eğilimini arttıran unsurlar arasında yer almaktadır.

Limanlarda sıkça rastlanılan kaygan zemin problemleri de iş kazası yaşanmasına sebep olmaktadır (Mollaoğlu & diğ., 2019). Konteyner terminallerinde yaşanan iş kazaları sebepleri arasında kaygan zemin faktörüne %3 oranında rastlanılmaktadır (Budiyanto & Fernanda, 2020). Çalışma ortamında su, buzlanma, kimyasal maddelere bağlı zeminde ve basamaklarda oluşan kaygan zemin, yürüme sırasında kontrolü kaybederek düşmelere sebep olmaktadır. Düşme sonucu hafif yaralanmalar olabileceği gibi ciddi yaralanmalar ve ölüm gibi sonuçlarla da karşılaşılabilmektedir. Bu doğrultuda kaygan zemine neden olan unsurlar tespit edilmeli, ortadan kaldırılmalı,

ortadan kaldırılamadığı halleder ise düşmeyi önleyici çalışmalar gerçekleştirilmelidir. Mevcut kaygan zemini bildiren uyarı levhaları ile önleyici faaliyetler desteklenmelidir.

Ekipman Kaynaklı İş Kazaları

Konteyner terminallerinde yaşanan iş kazalarının nedenleri arasında sayılabilecek bir başka unsur makine, ekipman ve teçhizat kaynaklı uygunsuzluklardır. Düzenlenen bakım faaliyetlerinin, ekipmanların uygunluğu ve yeterliliğinin, kişisel koruyucu donanımların kullanımının ve terminal içerisindeki trafiğin kontrolü ve etkinliğinin değerlendirilmesi iş kazalarının yaşanma sıklığı ve şiddetini doğrudan etkilemektedir.

Konteyner terminallerinde kullanılan her bir makinenin ve aracın periyodik aralıklar ile bakım sürecine tabi tutulması, ekipman kaynaklı iş kazalarının önlenmesini doğrudan etkilemektedir (Mollaoğlu & diğ., 2019). İş kazalarının önlenmesinde makine ve ekipman bakımlarının bir plan dahilinde periyodik olarak yapılması ani arızalar sonucu yaralanmaları önemli ölçüde azaltmaktadır. Planlı bakım faaliyetleri iş sağlığı ve güvenliği çerçevesinde proaktif yaklaşımlar arasında sayılmaktadır. Planlı bakım sistemleri makine, ekipmanlarda meydana gelmesi muhtemel arızaların önceden tespit edilmesi ve önleyici faaliyetlerin uygulanmasını amaçlamaktadır.

Planlı bakım faaliyetlerine ek olarak ekipmanların uygunluğu ve yeterliliğinin sağlanması da iş kazaları üzerinde etkilidir. Ekipmanların uygunluğunun değerlendirilmesi, yapılan işe ve çalışana uygun ekipman seçilmesini kapsamaktadır.

Amerika Birleşik Devletleri Çalışma Bakanlığı'nın OSHA (Occupational Safety and Health Administration) isimli İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetimi tarafından yayınlanan Kişisel Koruyucu Donanım bildirisinde kişisel koruyucu ekipmanlar hususunda çeşitli düzenlemeler yapılmıştır. Bildiride kişisel koruyucu ekipmanlara ilişkin işverenlerin ve çalışanların

sorumluluklarına değinilmiştir. Bildiriye göre kişisel koruyucu ekipmanlar konusunda işverenin sorumlulukları:

- Çalışanlar için uygun kişisel koruyucu ekipmanların belirlenmesi ve temin edilmesi,
- Çalışanlara kişisel koruyucu ekipmanların kullanımı ve bakımı konulu eğitimler verilmesi,
- Hasar görmüş kişisel koruyucu ekipmanların onarımının sağlanması veya değiştirilmesi,
- Kişisel koruyucu ekipmanların etkinliğinin periyodik olarak gözden geçirilmesi, değerlendirilmesi ve güncellenmesi.

Bildiriye göre kişisel koruyucu ekipmanlar konusunda çalışanların sorumlulukları:

- Kişisel koruyucu ekipmanların uygun şekilde kullanılması,
- Kişisel koruyucu ekipmanlar ile ilgili eğitimlere katılım sağlanması,
- Kişisel koruyucu ekipmanların temizlik ve bakımının yapılması,
- Kişisel koruyucu ekipmanların onarılması veya değiştirilmesi gerekliliğinin sorumluya bildirilmesi (OSHA, 2004).

Kişisel koruyucu donanımların kullanımının yanı sıra doğru ve uygun kullanımı da önemlidir. Doğru ve uygun kullanılmayan kişisel koruyucu donanımlar çalışanları korumak amacından saparak iş kazasını tetikleyen bir unsur haline gelebilmektedir. Bu doğrultuda çalışanların kişisel koruyucu donanımları iyi tanıması ve doğru kullanımına ilişkin eğitimlerin verilmesi ve eğitimlere eksiksiz katılımın sağlanması gerekmektedir.

Limanlarda en sık karşılaşılan kaza türü trafik kaynaklı çarpışmalardır. Liman özellikleri, gemi tipi ve kaza türü işletme içerisinde trafik kazaları sonucu yaralanma ve ölüm sayısı için kritik öneme sahip faktörler arasındadır.

Konteyner terminali işletmeleri daha güvenilir ve daha hızlı elleçlemeyi vurguladıkça artan gemi ve kargo hareketlerine uyum sağlamak için daha etkili trafik kontrol sistemleri geliştirmeye ihtiyaç duymaktadır. Limanlar için geliştirilen trafik yönetimi politikası işletme içi trafik kazalarının azaltılması için önemli bir gerekliliktir (Yip, 2008). Limanlarda trafik yönetimi adına uygulanan iyileştirme çalışmaları uzun vadede kaza meydana gelme olasılığını %50 oranında azaltma potansiyeline sahiptir (Antão & diğ., 2016). Düzensiz istifleme probleminin sıkça rastlandığı liman sahasında trafik levhalarının olmadığı yollarda ve trafik kazalarına yönelik önlemlerin alınmadığı alanlarda iş kazalarının yaşanma olasılığı daha yüksektir (Mollaoğlu & diğ., 2019). Bu doğrultuda yük elleçleme sistemleri de iş kazaları üzerine etkilidir. Uygun elleçleme sistemlerinin belirlenmesi ve uygulanması konteyner terminallerinde iş sağlığı ve güvenliği kavramını geliştirmekte ve iş kazalarının ortadan kaldırılması veya en aza indirilmesini sağlamaktadır.

Yük Elleçleme Operasyonları Kaynaklı İş Kazaları

Kurucusu Birleşik Krallık Parlamentosu olan HSE (Health and Safety Executive) olarak tanımlanan Sağlık ve Güvenlik Dairesi 2009 yılında yayınladığı bir raporda Birleşik Krallık'ta 2003-2008 yılları arasında kargo elleçleme operasyonları sırasında meydana gelen kazalarda beş kişinin öldüğü, 287 kişinin ağır yaralandığı ve 1909 kişinin üç günden fazla işgünü kaybı yaşadığı bilgisini sunmuştur. Konteyner istifleme operasyonlarında potansiyel uygunsuzluklar içinde konteyner üzerinden düşme, konteyner bağlama işlemlerinde yüksekten düşme, güvenli olmayan elleçleme yöntemleri, ezilme, konteyner kapılarının çarpması ve tehlikeli kimyasal maddelere maruziyet gibi faktörler yer almaktadır (Shang & diğ., 2011). Konteyner yükleme ve boşaltma işlemlerinde önceki başlıklarda değinilen tüm iş kazası nedenleri dikkate alınmalıdır. Bunun yanı sıra yükleme-boşaltma operasyonlarının, terminal ve gemi özellikleri, taşınan yükün cinsi,

çevresel ve ekipman kaynaklı tüm risk etmenleri dikkate alınarak planlanması gerekmektedir. Tehlikeli yüklerin elleçlenmesinde kimyasal ve biyolojik riskler de göz ardı edilmemelidir.

Geniş anlamda tehlikeli madde kavramı insana ve çevreye zarar verme potansiyeline sahip doğal veya atık haldeki tüm maddeleri tanımlamaktadır. Tehlikeli yüklerin liman sahasında elleçlenmesi ve depolanması ile ilgili riskler, yükleme-boşaltma ekipmanlarında ani arızalar, kötü hava koşulları, yakındaki bir gemide yangın veya patlama gibi konuları kapsamaktadır. Konteyner terminalleri özelinde ise bu risklere ek olarak konteynerin yapısal bütünlüğünün bozulması ve kargo içeriğinin değişmesi gibi hususlar ile karşı karşıya kalınabilmektedir. Konteyner terminallerinde kazalar, terminal girişlerinde, depolama, elleçleme veya nakliye işlemleri sırasında meydana gelebilmektedir (Bolat & diğ., 2016). Bu bağlamda tehlikeli yüklerin elleçlenmesine ilişkin uygunsuzlukların giderilmesi kaza oranlarını da düşürmektedir.

Birbiri ve çevresindeki diğer maddeler ile tepkimeye girerek istenmeyen kazalara sebep olabilecek potansiyele sahip yüklerin depolama şartlarına uygun elleçlenmesi gerekmektedir. Bu sebeple tehlikeli yüklerin uluslararası çerçevede tanınması gerekliliği doğmuştur. Bu doğrultuda tehlikeli kimyasal maddeler IMDG-C (International Maritime Dangerous Goods Code) olarak kısaltılması öngörülen Uluslararası Denizcilik Tehlikeli Yükler Kodu altında bir araya getirilerek sınıflandırılmış ve tanımlanmıştır (Ünal ve Usluer, 2015).

IMDG Kodu, tehlikeli yüklerin güvenli bir şekilde taşınmasını sağlamak, geliştirmek ve çevre kirliliğini önlemek amacıyla tehlikeli maddelerin denizyolu ile taşınmasına yönelik geliştirilen uluslararası bir koddur. Kod, özellikle tepkime riski olan maddelerin ayrıştırılmasına atıfta bulunarak paketleme, konteyner trafiği ve istifleme gibi konuları ayrıntılı olarak ortaya koymaktadır (IMO, 2022d). IMDG Kodu'nda belirtilen tehlikeli yüklere

etiketleme ve markalama yapılması gerekmektedir. Markalama uygulaması, tehlikeli yükün ambalajında taşımacılıkta kullanılan isminin ve UN ile başlayan Birleşmiş Milletler Tehlikeli Yüklerin Taşınması Uzmanlar Komitesi tarafından belirlenmiş numaranın yer almasını kapsamaktadır (Ünal & Usluer, 2015). Böylece her bir tehlikeli madde uluslararası çerçevede tek bir kod ile tanımlanmış ve kimyasal maddelerin tanınması kolaylaştırılmıştır.

Kısıtlanmamış bir saha ile karşılaştırıldığında kısıtlı bir çalışma sahası, operatörler, tesisler ve makineler için yetersiz depolama alanı, sınırlı ve sıkışık bir çalışma ortamı anlamına gelmektedir (Manu & diğ., 2010). Tehlikeli yüklerin elleçlenmesinde her bir tehlikeli maddenin kimyasal özellikleri dikkate alınmalıdır. Tehlikeli yükler için uygun sıcaklık, ışık, nem gibi faktörler gözden geçirilmelidir. Depolama alanının yeterli büyüklükte olması ve uygun istifleme yöntemleri göz önünde bulundurulmalıdır. Çalışma alanındaki kısıtlamalar personelin dikkatini dağıtan çeşitli patojenleri ortaya çıkarabilmektedir. Depolama alanının yetersiz olması dolayısıyla sınırlı bir çalışma alanı bu patojenlere örnek gösterilebilir. Bu faktörler uygunsuz ve güvenli olmayan operasyonel davranışlara neden olarak kazaların meydana gelmesini doğrudan etkileyebilmektedir (Suraji & diğ., 2001). Bu nedenle kısıtlı bir çalışma sahası sürekli saha tıkanıklığına yol açarak kazaları tetikleyebilmektedir. Depolama alanlarına ilişkin uygunsuzluklara ek hasarlı konteyner elleçleme faktörü de iş kazalarını önleme politikalarında dikkat çekmesi gereken bir husustur.

Liman işletmesi çalışanlarının maruz kaldığı en yaygın riskler arasında elverişsiz hava koşulları, dökme yüklerin aktarılması esnasında toz riski, yıpranmış aktarma ekipmanları, hasarlı kargolar ile çalışma ve özellikle yaz aylarında yaşanması muhtemel yangın halleri sayılabilmektedir (Bauk & diğ., 2017).

Konteynerler göçükler, yırtılmalar, çatlaklar ve korozyon gibi yapısal veya yapısal olmayan hasarlara maruz kalabilmektedir. Hasar gözlemlenen konteynerler tanımlanmalı, hizmetten çıkarılmalı ve bakım faaliyetlerinin başlatılması sağlanmalıdır. Hasarlı konteynerlerde bakım faaliyetleri küçük yamalar yapılması, köşe direkleri sağlanması, zemin ve çatılara ilişkin onarımların düzenlenmesi ve kapı veya kilit tertibatlarının yenilenmesi işlemlerini kapsamaktadır (OSHA, 2013). Hasarlı konteyner kullanımı mevcut ise iş kazası yaşanmasına zemin hazırlanmaktadır. Konteyner terminallerinde çalışma ortamının güvenliğini ve dolayısıyla çalışan güvenliğini sağlayabilmek adına hasarlı konteyner tespiti halinde konteynerin en kısa sürede bakım sürecine alınması önem arz etmektedir.

KONTEYNER TERMİNALLERİNDE İŞ KAZALARININ ÖNLENMESİNE YÖNELİK ALTERNATİFLER

Yaşanan iş kazalarının sonuçları doğrultusunda, çalışan, işveren ve üçüncü taraflar üzerinde olumsuz etkiler gözlemlenebilmektedir. İş kazalarının önlenebilmesi için işletme içerisinde proaktif faaliyetlerin sürdürülmesi önemli bir husustur. Önleme politikalarının kaza meydana gelmeden önce belirlenebilmesi ve uygulanabilmesi için kazaya sebebiyet verebilecek faktörleri belirlemek ve uygun yöntem ile değerlendirmek gerekmektedir. Yapılan risk değerlendirmesinde kazaları önlemek adına birtakım öneriler de sunulmalıdır.

Bu bölümde konteyner terminallerinde yaşanan iş kazalarına yönelik çeşitli önleme faaliyetleri, alternatif olarak açıklanmıştır. Alternatif olarak iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri etkinliğinin arttırılması, güvenlik liderliğinin geliştirilmesi ve sürdürülmesi, terminal proseslerinde dijitalleşme, çalışma alanında 5S ve 6S kuralları kapsamında düzenlemeler ve iş sağlığı ve güvenliği denetimlerinin etkinliğinin arttırılması konuları değerlendirilmiştir.

İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Etkinliğinin Artırılması

Her işletmede olduğu gibi konteyner terminallerinde de iş sağlığı ve güvenliği eğitim programları mevzuat gereği işe girişte ve periyodik aralıklar ile uygulanmaktadır. Uygulanan eğitimler ile iş kazası meydana gelme olasılığı herhangi bir sağlık ve güvenlik eğitiminin uygulanmadığı durumlardan daha düşük olmaktadır. Eğitim faaliyetlerinin iş kazalarını azaltmada gözlenen olumlu etkisi oldukça güçlüdür (Jang & Ha, 2016). Eğitim programlarının uygulanmasının yanı sıra sonuçlarının ölçülmesi ve eğitim etkinliğinin değerlendirilmesi de gerekmektedir.

İşletmede etkin bir sağlık ve güvenlik algısının sağlanabilmesi için iş sağlığı ve güvenliği faaliyetlerine tüm çalışanların tam katılım göstermesi ve bir kültür ortamı oluşturulması hedeflenmelidir (Sungur & diğ., 2009).

Uygulanan iş güvenliği eğitimlerinin etkinliğinin değerlendirilmesi iş güvenliği kültürünün sağlam temellere dayandırılması konusunda kilit noktayı oluşturmaktadır. Güvenlik eğitimlerinin değerlendirilmesinde göz önünde bulundurulması gereken parametreler:

- Eğitim verilen kitlenin büyüklüğü,
- Eğitimin tekrarlanma periyodu,
- Eğitimde kullanılan öğretme yöntemi,
- Eğitici yetkinliği,
- Amacın belirlenmesi,
- Eğitim öncesi ve sonrası geri bildirimler,
- Motive edici teşvikler,
- Yönetsel davranışlar ile öğrenilen olguların işe aktarılması, şeklinde özetlenmektedir (Cohen & Michael, 1998).

Eğitim sürecinin tek taraflı bilgi akışı prosedüründen sıyrılarak çalışma ortamına entegre edilmesi sağlanmalıdır. Bilgiden ziyade bilgiyi kullanabilme hususu karşı tarafa doğru şekilde aktarılmalıdır. Verilen eğitimin işletme içerisinde mevcut sahalarda aktif olarak kullanılabilir olması sağlanmalıdır. Bunun yanı sıra eğiticinin ve alıcının frekanslarını ortak noktada buluşturabilmesi de önemlidir.

Eğitim programı, eğitim düzenlenen kitlenin eğitim düzeyi, yaşı ve kültürel değerlerine uygun olarak hazırlanmalı, açık ve anlaşılır olmalıdır. Eğitim salonu ve sunumunun görseller ve eğitime uygun videolar ile desteklenmesi daha kalıcı bir eğitim potansiyeli taşımaktadır. Aynı zamanda eğitim süresince çalışanlar ile birebir iletişim halinde olmak tekdüzelikten kurtulmanın bir yolu olarak görülebilir.

Eğiticinin işletmede mevcut sahaları iyi tanıması ve tesisler üzerinden örnekler ile desteklemesi eğitim verilen kitlede güven duygusunu arttırmaktadır. İş sağlığı ve güvenliği sınıf eğitimlerinin yanında sahada aktif eğitimlerin düzenlenmesi, bir konu özelinde yerinde eğitimler verilmesi ve güvenlik eğitiminin sınıftan işletmenin her köşesine taşınmasının iş güvenliği kültürü oluşturulması üzerinde etkili olacağı düşünülmektedir.

Güvenlik Liderliğinin Geliştirilmesi ve Sürdürülmesi

İş sağlığı ve güvenliği kapsamında yaşanan iş kazalarının nedenleri arasında güvensiz davranış sıklıkla rastlanan bir faktördür. Çalışanların güvensiz davranış sergileme eğilimlerinin altında yatan nedenlerden biri ise güvenlik kültürünün benimsenememiş olmasıdır (Dursun, 2013). Güvenlik kültürü, güvenlik hususuna ilişkin bireysel ve örgütsel davranışları ve kararları etkileme potansiyeline sahip, paylaşıma açık değer, inanç ve normlardır. Güvenlik kültürü, güvenliği sağlama, koruma ve yükseltme gibi hedefleri kapsamakta ve güvenliğe yönelik sorumluluk almayı ifade etmektedir (Carrol, 1998). Dolayısıyla güvenlik kültürünün işletme içerisinde tam manasıyla anlaşılması ve bu konuya ilişkin çeşitli faaliyetlerin sürdürülmesi iş kazalarının yaşanma sıklığını azaltacaktır denilebilir.

Genel çerçeveden bakıldığında güvenlik performansının sonucunu doğrudan etkileyen yol güvenlik liderliğinden geçmektedir (Wu & diğ., 2008). Bir vizyonun anlaşılma ve paylaşılma derecesi sürecin ne kadar ilgi çekici olduğu ile ilişkilidir ve çalışanlardan alınan katılım düzeyine bağlıdır. Bir güvenlik vizyonu oluşturmak üst yönetimin sorumluluk alanındadır. Liderler, çalışanların katılımını, doğru iletişim yöntemlerinin uygulanmasını, uygun bir işyerinin oluşturulması adına üst düzey yönetimin bağlılığını sağlamakta kilit noktadır ve güvenliği arttırmanın yollarını düşünmelidir. Örgüt kültürü birçok farklı bileşenden meydana gelmektedir ve örgütlerde değişim yaratma yeteneğine sahiptir (Skeepersa & Mbohwa, 2015). Güvenlik kültürünün

örgüte aktarılabilmesi ve anlaşılır olduğundan emin olunması örgütte ve işletme içerisinde iş güvenliği kültürünün oluşturulmasının başarılı olduğunu göstermektedir.

Güvenlik motivasyonu, güvenlik politikası ve güvenlik endişesi güvenlik liderliğinin üç ana boyutunu oluşturmaktadır. Güvenlik motivasyonu ve güvenlik endişesi, güvenlik uyumunu, güvenlik politikası ise çalışanların tam katılımını olumlu yönde etkilemektedir. Güvenlik liderliğini geliştirmek ve sürdürmek, kazaların azaltılması ve yöneticiler dahil olmak üzere tüm çalışanları güvenlik uygulamalarına teşvik edilmesi adına önemli bir faaliyettir. Konteyner terminallerinde güvenlik olgusu, üst yönetimin güvenlik liderliği ile başlamaktadır. Üst düzey yöneticiler, eylemleri organizasyon genelinde genişletmeye yardımcı olmaktadır (Lu & Yang, 2010). İş kazalarını tetikleyen insan faktörlerini en aza indirebilmek için güvenlik kavramının işletme içerisinde doğru anlaşılması gerekmektedir. İş güvenliği kültürünü yaygınlaştırabilmek için çeşitli faaliyetler sürdürülebilir. Periyodik aralıklar ile iş sağlığı ve güvenliği mesajları yayınlamak, işletme içerisinde görseller kullanılarak güvenli çalışma konusuna atıflarda bulunmak, farkındalığı arttırabilmek adına çalışanların interaktif olarak katılabileceği organizasyonlar düzenlemek bu faaliyetlere örnek teşkil edilebilir. Bu faaliyetlerin sürdürülebilmesi ancak güvenlik liderliğinin geliştirilmesi ve sürekli iyileştirme ile sürdürülebilirliğinin arttırılması ile mümkündür.

Terminal Proseslerinde Dijitalleşme

İş kazalarına yönelik yapılan analizlerde kaza sebeplerinde iş güvenliği kültürüne ilişkin yetersizlikler dikkat çekmektedir. Günümüzde teknolojinin gelişmesi ile kaza önleme politikaları ile kişinin hata yapmasına imkan tanımayacak veya hata eğilimini en aza indirecek uygulamalar kurulması gerekmektedir (Şimşek & diğ., 2020). Sistemin çalışanın inisiyatifinden alınarak dijital ekipmanlar ile işletilmesi insanın doğasında var olan hata

yapma eğiliminden kaynaklanan iş kazalarının önüne geçmede dikkate alınması gereken bir husustur.

Konteyner terminalleri içerisinde yük taşıma operasyonlarında iş kazasına sebep olabilecek çeşitli riskler söz konusudur. Yük taşıma operasyonlarında ana avlu alanının insanlar tarafından erişime engellenmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda yük taşıma işlemlerinin de manuel yapılmasından ziyade konteyner istif makineleri ile yürütülmesi muhtemel kazaların önüne geçme de önemli bir adımdır (Vrakas & diğ., 2021). Yük taşıma faaliyetlerinde dijitalleşmenin yaygınlaştırılması ve sürdürülmesi ile yük elleçleme kaynaklı iş kazalarının önüne geçilebileceği düşünülmektedir. Konteyner terminallerinde yük boşaltma, yükleme, taşıma, istifleme gibi işlemlerde dijitalleşmeye rastlanılsa da bağlama operasyonları hala manuel yapılmaktadır. İnsan inisiyatifine bırakılmış her işte ve işletmede insan hatası kaynaklı iş kazalarının görülme sıklığının daha fazla olduğu düşünülmektedir.

Konteyner terminallerinde kullanılan araç ve makineler hareket halinde iken araç çevresini tam anlamı ile görememe problemi iş kazalarına sebep olabilmektedir. Araçtan yayaya/altyapıya iletişim sistemleri ile yaralanma, ölüm, çevresel kazalar gibi olumsuz sonuçlar doğurabilecek trafik kazaları önlenebilmekte ve trafik güvenliği sağlanabilmektedir. Araçtan yayaya iletişim sistemleri ile geniş kapsamlı kablosuz arabirimler ile araçlar ve yayalar arasında bir iletişim ağı kurmak mümkündür. Bunun yanı sıra araç engel, azalan görüş mesafesi, fren sisteminde meydana gelen arızalar ve olası çarpışma gibi herhangi bir tehlike ile karşılaştığı durumlarda bir uyarı mesajının tüm araçlara ve tüm çalışanlara iletilmesi sağlanabilmektedir (Bauk & diğ., 2017). Konteyner terminalleri mevcut proseslerinde dijitalleşmenin ön plana çıkarılması ile beşeri özellikler dolayısıyla meydana gelebilecek kazalarda azalma sağlanabilir. Proseslerde çeşitli teknolojilerin kullanılması adına işletme içerisinde mühendislik çalışmalarına yer verilmesi önerilmektedir.

Çalışma Alanında 5S ve 6S Kuralları Kapsamında Düzenlemeler

İşyeri organizasyonu, atık azaltma politikaları, verimlilik ve güvenliğin arttırılması kuruluşun karına doğrudan katkıda bulunan temel düzeydeki gereksinimlerden bazılarıdır (Liker, 2004). Etkili, verimli, düzenli ve temiz bir işyeri yaratmak ve sürdürmek için bir Japon tekniği olan 5S tekniği, birçok farklı sektörde kullanılmaktadır (Osada, 1991). Bu teknik 1970 yılında Takashi Osada tarafından ortaya atılmıştır. 5S felsefesi, tüm paydaşlar için temiz ve ergonomik olarak güvenli bir işyeri sağlamayı, ayıkla, düzenle, temizle, standartlaştır ve disipline et şeklinde işyerini bir dizi teknikle yönetmeyi amaçlamaktadır. Ayıkla ilkesi, gereksiz ve istenmeyen ögelerin alandan uzaklaştırılmasını; düzenle ilkesi, güvenli ve verimli bir çalışma ortamı için sistematik bir düzen sağlanmasını; temizle ilkesi, işyerinin temizliğinin sağlanmasını; standartlaştır ilkesi, işyeri organizasyonunda tutarlılık için standartlar belirlenmesini ve disipline et ilkesi, belirlenmiş standartların korunması, gözden geçirilmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanmasını ifade etmektedir (Gupta, 2021). 5S çalışmaları ile çalışma ortamında bulunan güvensiz durumların ortadan kaldırılması veya en aza indirilmesi mümkündür. Güvensiz durumların minimize edilmesinin iş sağlığı ve güvenliği faaliyetlerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

5S uygulamalarına iş güvenliği çalışmalarının eklenerek 5S+1S olarak düşünülebilen 6S felsefesi ile çalışma ortamına ilişkin tüm risklerde %64 oranında azalma olabileceği sonucuna varılmıştır (Fernandes & diğ., 2018). İş güvenliği faaliyetlerinin 5S kuramına eklenmesi ile iş sağlığı ve güvenliği olgusu bir kuramın çıktısı olmaktan sıyrılarak kuram ilkeleri arasında yer almaya başlamıştır.

Yalın 5S metodolojisine iş güvenliği ilkesinin eklenerek 6S olarak genişletilmesi iş sağlığı ve güvenliği ihtiyaçlarına cevap vermede kolaylık sağlamış ve işletmelerin sıfır kaza hedefine katkıda bulunmuştur (Jiménez & diğ., 2019). 5S tekniği ile esasında verimlilik hedeflenmiş olsa da verimlilik

ile iş sağlığı ve güvenliği yakından ilişkili iki kavramdır (Çukurluöz & diğ., 2020). Dolayısıyla 5S tekniğine iş güvenliği ilkesinin de eklenmesi ile iş güvenliği performansındaki iyileştirmeler verimliliği de olumlu etkileyecektir.

Konteyner terminallerinde iş akışı sürecinde yüklerde ve ekipmanlarda sürekli bir hareketlilik söz konusudur. 6S metodolojisi tam da bu noktada devreye girmekte ve tüm çalışma alanlarında iş güvenliğini sağlamanın bir yolunu oluşturmaktadır. Çalışma alanlarında gereksiz ve fazlalık eşyaların bertaraf edilmesi, tüm konteyner ve makinelerin düzen içinde yerleştirilmesi ve istiflenmesi, çalışma alanının her türlü kirlilikten korunması, tüm proseslerin formlar ve talimatlar yardımı ile standardize edilmesi, çalışanların disiplin içinde çalışmayı sürdürmesi, tüm ekipmanların tanımlı alanlarının olması ve bu alanlar dışında ekipmanın bulunmamasının sağlanması, yürüyüş yollarının belirgin şekilde tanımlanması gibi çalışmalar özellikle takılma, çarpma, düşme, iki nesne arasında sıkışma gibi yaralanma ile sonuçlanabilecek kazaların önüne geçebilmektedir.

Değinilen tüm alternatiflerin uygulanabilmesi kadar denetlenebilir olması da önemlidir. Dolayısıyla iş sağlığı ve güvenliği denetimlerinin etkin şekilde yürütülmesinin iş kazası sayıları ve oranları üzerinde olumlu bir etki yaratacağı düşünülmektedir.

İş Sağlığı ve Güvenliği Denetimlerinin Etkinliğinin Artırılması

Çalışanların sağlık ve güvenliğinin tam manası ile sağlanabilmesi için uygulanan tüm faaliyetlere ilişkin uygun periyodik aralıklar ile iş sağlığı ve güvenliği denetimleri uygulanması gerekmektedir.

İş sağlığı ve güvenliği denetimlerinin temel amaçları arasında iş kazalarının önlenmesi ve meslek hastalıklarının engellenmesi yer almaktadır. Bunun yanı sıra maliyetlerin düşürülmesi ve verimin arttırılması da iş sağlığı ve güvenliği denetimlerinin olumlu çıktıları arasında sayılabilmektedir (Karabulut, 2016). İş sağlığı ve güvenliği denetimleri ile çalışma ortamında

güvenlik adına alınması gereken önlemler, bu önlemlere yöneticilerin ve çalışanların uyup uymadığı, iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerine ilişkin verilerin uygunluğu gibi önleyici faaliyetler kontrol edilmekte, iş kazası ve meslek hastalığına karşı alınan tedbirler değerlendirilmektedir (ÇSGB İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, 2011). Denetim çıktısı için sunulan uygunsuzluklar ise iş sağlığı ve güvenliği faaliyetlerinde önceliklendirme konusunda yardımcı olmaktadır.

İş sağlığı ve güvenliği denetimleri iş kazalarını önlemek adına işe başlamadan önce, iş devam ederken, bir iş kazası yaşandığında ve belirlenen periyodik aralıklar ile düzenlenmektedir (Emreateş, 1997). Denetimler, bağımsız akredite kurumlar tarafından düzenlenmektedir. Bunlara ek devlet kurumları tarafından da standartlaştırılmış denetimler mevcuttur. Bu noktada denetim yapan kurum ve denetime katılım sağlayan denetçinin tarafsız ve dürüst olması önem arz etmektedir. İşletme içerisinde iyileştirilmelerin sürdürülebilmesi adına iç denetimler de düzenlenebilmektedir.

İş sağlığı ve güvenliği denetimlerinin güvenlik kültürü oluşturma, geliştirme ve sürekliliği sağlama konusunda önemi oldukça büyüktür (Motorcu & Tayyar, 2020). Denetimlerin sağlanmasının yanı sıra etkinliğinin değerlendirilmesi de önemli bir husustur. İş sağlığı ve güvenliği denetimlerinin etkinliğinin ölçülmesinde denetim konularının tesislere uygunluğu, denetimin tarafsız şekilde yapılması, denetimlerin zaman aralıkları, denetçinin denetim konusundaki yetkinliği gibi konular değerlendirilmelidir. Denetim sürecine ait uygunsuzlukların tespit edilerek iyileştirilmesi denetim etkinliğinin arttırılmasında etkili olmaktadır.

LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu çalışmada kullanılan bulanık DEMATEL ve TOPSIS yöntemlerine ilişkin ulusal ve uluslararası literatür incelenmiş ve bu başlık altında aktarılmıştır. Bunun yanı sıra limanlarda ve farklı sektörlerde yaşanan iş kazaları ile limanlarda iş güvenliği faaliyetlerini inceleyen çalışmalar bu başlık altında sunulmuştur.

Bu çalışma konusu kapsamındaki ulusal ve uluslararası literatür incelenirken tümdengelim metodolojisi kullanılmıştır. Tümdengelim metodolojisi bir konunun genelden özele doğru incelenmesini ifade etmektedir.

DEMATEL yöntemi çok kriterli karar verme problemlerini çözmek için ilk defa Gabus ve Fontela (1973) tarafından yayınlanan rapor ile literatüre sunulmuştur. Daha net ve anlamlı sonuçlara ulaşabilmek adına Wu & Lee (2007), DEMATEL yöntemini bulanık mantık ile birleştirmiş ve bulanık DEMATEL yöntemini kullanmışlardır. Çalışmalarında modern küresel işletme yöneticilerinin karşılaştıkları ticari zorluklar ve engeller ile baş edebilmeleri için sahip olmaları gereken yetkinliklerin ve çoklu zekanın geliştirilme yöntemlerine değinmişler ve bulanık DEMATEL yönteminin uygulamasını göstermek için ampirik bir çalışma uygulamışlardır.

Müşteri seçim davranışı kapsamında bulanık DEMATEL yaklaşımını bulanık çok kriterli karar verme yöntemi ile uygulamış olan Yi & diğ. (2007) çalışmasında öncelikle bulanık DEMATEL yöntemi, ideal bir müşterinin seçimi davranışının yapı ilişkilerini oluşturmak için gerekli temel faktörleri ve nitelikleri bulmak için kullanılmıştır. Ardından, bulanık çok kriterli karar verme yöntemi kullanılarak firma performansı ile müşteri memnuniyetinin arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Çalışmada birinci sınıf otomobil pazarının yönetim adımlarının doğrulanması ve müşteri ihtiyaçlarının karşılanması için, karar kriterleri arasında müşterilerin tercih davranışları belirlenmiş, bağımsız olmayan yapı problemini göstermek amacıyla çok

kriterli karar verme yöntemi ile birleştirilmiş bulanık DEMATEL yaklaşımı önerilmiştir. Çalışma sunduğu hibrit yöntem ile işletmelerin müşteri ihtiyaçlarını etkin şekilde karşılayabilmesi için yararlı bir değerlendirme sunmuştur.

Zhou & diğ. (2011) çalışmasında, etki faktörlerini kademeli olarak sınıflandırarak acil durum yönetminin nasıl geliştirileceği konusunu ele almıştır. Çalışmada, insan yargılarının belirsizliğini gidermek amacıyla faktörler arasındaki karşılıklı bağımlılığı göz önünde bulundurarak yapısal bir model oluşturulmuş ve faktörler arasındaki neden-sonuç ilişkilerini bir diyagramı aracılığıyla görselleştirilmiştir. Uygulama aşamasında bulanık DEMATEL tekniği kullanılmıştır. Çalışma sonunda performansı iyileştirmek için daha uygun bilgiler bulmak amacıyla belirli acil durum yönetimi faaliyetlerine yönelik kritik başarı faktörleri gelecekteki araştırmacılara aktarılarak literatüre yön verildiği savunulmuştur.

Tedarik zinciri yönetimi uygulamalarına yeni bir ışık tutan Chang & diğ. (2011) tedarikçilerinin seçiminde etkili faktörleri bulmak için DEMATEL yönteminin kullanılmasına öncülük etmiştir. DEMATEL yöntemi kullanılarak performansı artırmak için temel faktör kriterleri bulunmuş ve tedarikçi performansını değerlendirmiştir. Böylece tedarik zinciri yönetimin kapsamında tedarikçi seçiminde yeni bir karar verme bilgisi yaklaşımı sağlanmıştır. Bu araştırma, elektronik endüstrisindeki on yedi profesyonel satın alma personeline gönderilen bulanık DEMATEL anketi tasarlamış ve değerlendirme sonucunda mal teslimat sürecinde gözlenen istikrarın diğer kriterlere en çok etki eden kriter olduğu saptanmıştır.

Sumrit & Anuntavoranich (2013), işletmelerin teknoloji yenilik yetenekleri değerlendirme faktörlerini analiz etmek amacıyla DEMATEL yöntemini kullanmıştır. Çalışmada literatürden elde edilen on altı kriter on bir uzman karar vericinin kararları ile doğrulanmıştır. Bir anket uygulaması ile elde edilen veriler DEMATEL yöntemi ile değerlendirilmiş ve işletmelerin

teknoloji yenilik yetenekleri göstergeleri arasından inovasyon yönetimi yeteneği perspektifinin en önemli kriter olduğıu ve diğer kriterleri etkilediği sonucuna varılmıştır.

Organ (2013) işletmelerin üretim perfotmasnlarını değerlendirirken önemli bir kriter olan makine seçimi kriterlerni değerlendirmiştir. Makine seçimi uygulamalarında etkili kriterlerin birbiri üzerinde gösterdiği etki ve bağımlılık düzeyleri analiz edilirken DEMATEL yöntemi önerilmiştir. Tekstil firmasında mekine seçimi değerlendirilirken DEMATEL yönteminde bulanık küme teorisinden yararlanılmıştır. Böylece karar matrisinin insan yargılarının sayısal değerlere dönüştürülmesi kolaylaştırılmıştır.

Abdullah & Zulkifli (2015) çalışmasında, bulanık AHP (Analytic Hierarchy Process) ve bulanık DEMATEL yöntemlerini birbirine entegre şekilde kullanarak bir insan kaynakları yönetimi vakası incelemiştir. Sonuçlar, eğitim kriterinin insan kaynakları yönetimini doğrudan etkilemesi nedeniyle diğer kriterlere göre daha kritik olduğunu göstermiş ve vaka çalışması sonucunda insan kaynakları yönetiminde en önemli kriter olarak eğitim kriterlerini önermiştir. Çalışmada bulanık AHP yöntemi ile elde edilen veriler bulanık DEMATEL ile önceliklendirilmiştir.

Karaatlı & diğ. (2016) çalışmasında 23 şeker fabrikasının 2008-2012 yıllarına ait verileri kullanılarak performans ölçümü gerçekleştirilmiştir. Çalışmada şeker fabrikalarının performansını etkileyen faktörler kriter olarak belirlenmiş ve ağırlıkları DEMATEL yöntemi ile hesaplanmıştır. Analiz sonuçları kullanılarak bulanık TOPSIS tekniği aracılığıyla performans değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda performans açısından Ereğli, Ilgın ve Eskişehir şeker fabrikaları ilk üç fabrika arasında yer almıştır.

Seker & Zavadskas (2017), literatürde inşaat sektöründe mevcut riskleri araştıran çalışmalarda nicel geleneksel yöntemlerin kullanılması sebebiyle bilgideki belirsizliği gidermek amacıyla inşaat sektöründe yaşanan kazaların önlenmesi adına önleyici tedbirler sunmuş ve kaza nedenlerini bulanık

DEMATEL tekniği incelemiştir. Elde edilen neden sonuç diyagramı ile mesleki tehlikelerin nedensel faktörleri değerlendirilmiştir. Çalışmada sonuçların sağlamlığını doğrulamak için duyarlılık analizine başvurulmuştur.

Ha & Yang (2017) yürütmüş olduğu çalışmada, liman performans göstergeleri arasındaki bağımsız ilişkiyi çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan AHP yöntemi kullanarak değerlendirmiş ve ardından performans göstergeleri önemini DEMATEL yöntemi kullanarak ortaya koymuştur. Çalışmasında karşılıklı bağımlılığın dikkate alınması ve çok kriterli karar verme modellemesi üzerindeki etkisini vurgulamak amacıyla ampirik kanıtların sağlanması konusundaki araştırma boşluğunu doldurmayı amaçlamıştır.

Zhang & Su (2019) çalışmasında, bilgi kitle kaynak kullanımında bulanık DEMATEL ve TOPSIS yöntemleri kullanılarak alternatif katılımcıları tespit etmek ve değerlendirmek amacıyla dört aşamadan oluşan bir metodoloji sunulmuştur. Çalışma başlangıç adımında katılımcı havuzundan alternatif katılımcılar seçilmiştir. Daha sonra katılımcıların ilgi alanları, yeterlilikleri, itibar ve katılım için uygunlukları kriter olarak belirlenerek alt kriterler çalışma doğrultusunda tanımlanmıştır. Karşılaştırmalı analiz sonuçları ile kullanılan karma metodolojinin, katılımcıları analiz etmek için kullanımı kolay olduğu sonucuna varılmıştır.

Ömürgönülşen & diğ. (2020) lojistik firmalarının Endüstri 4.0'a uyumunu değerlendirmek amacıyla uyum sürecinde etkili faktörleri bulanık DEMATEL yöntemi ile incelemiştir. Analiz sonucunda lojistik firmalarının Endüstri 4.0'a uyum sürecini etkileyen kriterlerin etki derecesine göre sırasıyla uyum yeteneği, dijitalleşme seviyesi ve esneklik olduğu görülmüştür.

Bulğurcu & Koçak (2020) yürütmüş oldukları çalışmada, Adana ilinde bulunan gıda ve tekstil sektöründe yeni ürün geliştirme faaliyetleri gösteren firmaların süreçte karşılaştıkları risk faktörlerini ve proje başarına etki eden

kriterleri değerlendirerek aralarındaki ilişkinin incelenmesi hedeflenmiştir. Neden sonuç ilişkisinin incelenmesinde çok kriterli karar verme yöntemlerinden bulanık DEMATEL yöntemi uygun görülmüş ve araştırma sonunda risk etmenlerinin sürecin ilk aşamasında biliniyor olması işletmeyi başarıya taşıyan bir faktör olduğu savunulmuştur.

Chai & diğ. (2022) çalışmasında, terk edilmiş endüstriyel binaların güvenlik programı uygulamasını etkileyen kritik başarı faktörlerini literatür araştırması ile elde etmiş ve on altı adet kriteri kullanmıştır. Kriterleri bulanık DEMATEL yöntemi kullanarak analiz etmiş ve yönetim desteği, yetki ve sorumluluk, taşeron kontrolü, kişisel koruyucu donanım ve emniyet denetimlerinin kritik faktörler olduğunu savunmuştur. Çalışma, yöneticilere ve paydaşlara özellikle bu kriterler üzerinde odaklanılması gerekliliği konusunda rehberlik etmiştir.

Hwang & Yoon (1981) tarafından önerilen çok kriterli karar verme yöntemi TOPSIS, maksimum fayda kriterleri ile minimum maliyet kriterlerini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Yöntem sürecinde ideal çözüme yakınlık göz önünde bulundurularak sıralama yapılmaktadır.

Chen (2000) çalışmasında karar verme sürecinde kullanılan dilsel değişkenleri bulanık ortama taşıyarak iki bulanık sayı arasındaki mesafeyi ölçmek adına TOPSIS tekniğini bulanık ortama taşımış ve etkili bir yöntem olarak köşe yöntemini sunmuştur. Çalışmada sunulan yöntem kişisel seçim problemine uygulannmış olsa da bilgi projesi seçimi, malzeme seçimi ve birçok karar problemine uygulanabilir olduğu savunulmuştur.

Yurdakul & İç (2003), otomotiv sektöründe faaliyet gösteren beş büyük ölçekli işletmenin bilanço verilerini kullanarak finansal oranlarını hesaplamıştır. Çalışmanın ilk aşamasında finansal oranlar açıklanmış ve hesaplanmıştır. İkinci aşamada ise hesaplanan finansal oranlar TOPSIS yöntemi kullanılarak her işletme için genel performans değerlendirilmiştir. Her yıl için elde edilen performans ölçütleri işletmelerin o yıl içerisindeki

hisse senedi değerleri ile karşılaştırılmıştır. Kullanılan yöntemin belirli ölçüde başarılı olduğu sonucuna varılmıştır.

Ecer (2007) çalışmasında, yönetimin süreçlerine açıklık kazamdırmak ve TOPSIS yöntemini tanıtmak amacıyla insan kaynağı seçiminde adayların değerlendirmesinde TOPSIS yöntemini kullanmıştır. Bir alışveriş merkezinde satış elemanı pozisyonu için yapılan başvurularda jüri üyeleri adayları dilsel değişkenler ile değerlendirmiştir. Değerlendirme sonunda elde edilen veriler bulanık mantık kullanılarak bulanık TOPSIS yöntemine entegre edilmiştir. Böylece adaylar arasında bir sıralama elde edilmiştir. Çalışma sonunda, kullanılan yöntem ile daha etkili sonuçlar elde edildiği sonucuna varılmıştır.

Gumus (2009), tehlikeli atık işletmelerini bulanık AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak değerlendirmiştir. İki aşamalı bu yöntemi yapılandırıken sayısal bir örnek sunmuştur. Ayrıca metodoloji sonuçlarını tartışmak için bir duyarlılık analizi yapmıştır. Çalışma sonucunda araştırmacılara tehlikeli atık firmaları değerlendirilirken kullanılan kriterlerin arttırılabileceği ve analiz için kullanıcı dostu bir arayüz kullanılabileceği yönünde tavsiyelerde bulunmuştur.

Tavana & Marbini (2011) çalışmasında, Johnson Uzay Merkezi'nde insanlı uzay uçuşu görev simülatörlerinin önceliklerini değerlendirmek amacıyla bir grup çok kriterli karar verme tekniği sunmuştur. Önerilen metodoloji ile AHP yönteminden türetülen öznel yargılar TOPSIS tekniği ile Mars'ın insan keşfi modellemelerine entegre edilmiştir. Aynı zamanda çalışmada TOPSIS yönteminin farklı varyasyonları ele alınmıştır.

Akyüz & diğ. (2011) yürüttükleri çalışmada, seramik sektöründe faaliyet gözteren bir şirketin geriye dönük on yıllık finansal performansını değerlendirmiştir. Çalışmada öncelikle TOPSIS yöntemine ilişkin genel bilgiler verilmiş sonrasında ilgili yıllar aralığında finansal oranlara ilişkin karar matrisleri oluşturularak yakınlık derecelendirilmesi ile analiz

sunulmuştur. Çalışma sonunda yıllar arasında başarı sıralaması işlemi gerçekleştirilmiştir.

Pavić & Novoselac (2013), TOPSIS yöntemine ilişkin detaylı bilgiler aktarmıştır. Sunduğu iki örnek uygulama ile TOPSIS yönteminin uygulamasını göstermiştir. TOPSIS yöntemi üzerine yapılan birçok çalışmada temel ilke, seçilen alternatifin pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak mesafeye sahip olması gerektiği olmasına rağmen sunulan ilk örnekte en iyi TOPSIS çözümünün ne pozitif ideal çözüme en yakın ne de negatif ideal çözüme en uzak olduğu gösterilmiştir.

Chen (2015) çalışmasında, göreceli uyum dereceleri ve çoklu karar vericilerin belirledikleri önem ağırlıkları ile hibrit bir ortalama sunmuştur. Çalışma alternatiflerini sıralamak ve yakınlık katsayısı için yeni bir indeks önermesine rağmen kullanılan yöntem TOPSIS tekniğinin ana yapısına dayanmaktadır. Örnek uygulama bir tıbbi grup karar verme problemi ile sunulmuştur.

Sureeyatanapas & diğ. (2018) çalışması ile değerlendirme bilgilerinin yetersizliğinde dahi uygulayıcıların mantıksal olarak tedarikçi seçiminin kolaylaştırılacağı yönünde tavsiyelerde bulunulmuştur. Bu seçimin temelinde TOPSIS yöntemi yatmaktadır. Çalışmada, karar vericiler ratafından belirlenen ağırlık atamalarının belirsizliğini azaltmak adına sıralı ağırlık merkezi yöntemi tercih edilmiştir. Uygulamanın prosedürlerini göstermek için bir yumurta tedarikçisi seçimi örneği gösterilmiştir.

Çelikbilek & Tüysüz (2020) çalışmasında geleneksel TOPSIS yönteminin eksikliklerini ve dezavantajlarını ortaya koymayı amaçlamıştır. Simülasyona dayalı bir örnek uygulama ile TOPSIS yönteminin temellerini ortaya çıkarmış ve yöntemin geliştirilmesine katkıda bulunulmuştur.

Bathrinath & diğ. (2021) yürüttükleri çalışmada tekstil sanayisinde risklerin ve kazaların incelenmesi hedeflenmiştir. Çalışma, Hindistan'da ileri gelen bir tekstil firmasında yapılan uygulama ile desteklenmiştir. İşletmede

riskleri tanımak ve en aza indirimek amacıyla gerçekleştirilen çalışmada AHP ve TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma sonunda kazaların çoğunluğunun yetersiz aydınlatma, yüksek düzey gürültü ve toz nedeniyle meydana geldiği sonucuna ulaşılmıştır.

Omidi & diğ. (2022), proses endüstrisinde çalışanların güvenlik performansına ilişkin güvenlik iklimi ve psikososyal güvenlik iklimi faktörlerin etkilerini incelemiştir. Katılımcılardan elde edilen veriler çok kriterli karar verme yaklaşımlarıyla analiz edilmiştir. Güvenlik iklimi ve psikososyal güvenlik ikliminin önceliklerini tespit etmek adına entropi yaklaşımı kullanılmıştır. Entropi yaklaşımının sonuçları, çalışanın güvenlik performansında kuralları çiğneme ve örgütsel iletişim faktörlerinin ağırlıklarının fazla olduğu yönünde elde edilmiştir. TOPSIS yöntemi ile yürütülen analizde ise denetçi grubun operatörler üzerinde daha yüksek güvenlik performansı beklediği sonucunu sunmuştur.

Atılgan & diğ. (2015) çalışmasında Türkiye'de mobilya sanayinde yaşanan iş kazaları ve meslek hastalıklarını değerlendirmiştir. Çalışmada mobilya sanayinde yaşanan iş kazaları nedenleri kategorize edilerek incelenmiş, iş kazalarının sonuçlarına değinilmiş ve sektöre çeşitli öneriler sunulmuştur. Mobilya sanayinde yaşanan iş kazalarının nedenleri arasında eğitim yetersizliği konusunun en baskın faktör olduğuna değinilmiş ve iş kazasına sebebiyet verebilecek diğer iki tehlike boyama işlemlerinde kimyasal maddeye maruziyet ve çaışma ortamında yoğun toz bulunması faktörleri değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda sunulan önerilerin en başında eğitim gelirken periyodik kontrollerin aksatılmaması gerekliliği üzerinde de durulmuştur. Bunun yanı sıra iş güvenliği kültürüne ilişkin çalışmaların yürütülmesi konuları da alternatifler arasında yer almıştır.

Samuel & diğ. (2017) çalışmasında Malezya kapsamında yapı işleri sektöründe yaşanan ölümlü iş kazalarını incelemiştir. Çalışma kapsamında yaşanan iş kazalarının türlerine göre bir kategorizasyon sistemi kurulması

hedeflenmiştir. On dört aylık bir sürede yaşanan iş kazaları incelendiğinde en sık rastlanılan iş kazası türünün yüksekten düşme ve elektrik çarpması olduğu sonucuna varılmıştır. Yaşanan iş kazaları sebepleri arasında ağırlığı en yüksek olan faktör çalışanların iş sağlığı ve güvenliği prosedürlerine uymamaları ve kişisel koruyucu donanımları doğru şekilde kullanmamaları olduğu tepit edilmiştir. Çalışma sonucunda iş sağlığı ve güvenliği denetimlerinin etkinliğinin arttırılması ve ceza politikasının geliştirilmesi gerekliliği üzerinde durulmuştur.

Wu & Huang (2019) tarafından yürütülen ve Tianjin Limanı yangın ve patlama kazasının incelendiği çalışmada kazanın kök nedeninin güvenli olmayan davranış sergileme olduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda iş kazaları nedenleri arasında insan faktörü üzerinde durmuştur.

İnşaat sektöründe üç ayrı firmada yaşanan 68 iş kazasını inceleyen Karadağ & Kepekli (2019), yaşanan iş kazalarına ilişkin istatistiksel sonuçlar elde etmiştir. Çalışmasında, iş kazalarının yoğunlukla haftanın hangi günleri ve hangi saat aralığında gerçekleştiği, hangi yaş diliminde ve eğitim düzeyinde daha çok görüldüğü gibi bilgilere de yer vermiştir. İnşaat sektöründe incelediği firmalarda yaşanan iş kazalarının nedenlerinde en sık rastladığı farktörleri göze yabancı cisim kaçması ve yüksekten düşme şeklinde sıralamıştır. İş kazalarına ilişkin sektöre sunduğu öneriler arasında iş güvenliği kültürünün oluşturulması ve kalıcı çözümler adına sistematik çalışmaların yürütülmesi konuları yer edinmiştir. Bunun yanı sıra çalışanlara çalışma ortamında bulunan tehlike ve riskler ile bu tehlike ve risklere karşı korunma yöntemlerine ilişkin eğitimlerin etkin şekilde sağlanması gerekliliğini vurgulamıştır.

Fabiano & diğ. (2010) çalışmasında, Cenova Limanı özelinde konteyner sektörünün gelişmesinin ardından iş organizasyonu, verimlilik, iş deneyimi ve iş kazaları arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Olası raporlama yanlılıklarını en aza indirmek amacıyla veriler doğrudan yerinde toplanmıştır. Dahili

kazalar ve tıbbi müdahale raporlarından yararlanılarak yaralanma istatistikleri detaylandırılmıştır. Yaralanma sürecine atıfta bulunularak 1980–2006 yılları arasında mesleki yaralanmaya sebebiyet veren olaylara ilişkin istatistiksel bir analiz gerçekleştirilmiştir. İncelenen limanda, frekans endeksinde bir artış tespit edilmiş ve bu artışın sebebi taşımacılıkta konteyner kullanımının yaygınlaşması olduğu gözlemlenmiştir. Dolayısıyla bu artışın güvenlik uygulamalarında insan faktörüne bağımlı olmadığı sonucuna varılmıştır.

Ünal & Alkan (2015) çalışmasında limanlar adına hazırlanan iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin ulusal ve uluslararası düzenlemeler ve iş sağlığı ve güvenliğinin liman işletmeleri açısından önemine değinilmiştir. Bunun yanı sıra liman proseslerinde karşılaşılan riskler detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Töz & Köseoğlu (2015) limanlarda genel olarak iş sağlığı ve güvenliğini değerlendirmeyi hedeflemiştir. Çalışmada, limanlarda yaşanan iş kazalarını 4M yaklaşımı çerçevesinde incelenmesinin ardından liman operasyonlarında mevcut riskler belirlenmiştir. Çalışmanın sonunda işletmelere iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

Özdemir (2016), limanlarda yaşanan iş kazalarının nedenlerini ve bu kazaları önlmeye yönelik geliştirilmesi gereken önleme çalışmalarını ele almıştır. Limanlarda yaşanan iş kazaları nedenleri arasındaki ilişki ve önem dereceleri bulanık DEMATEL, kazalara yönelik sunulan alternatifler ise TOPSIS Yöntemleri ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre limanlarda yaşanan iş kazaları nedenleri arasında en önemli faktörler sırasıyla insan hatası, yönetimsel sebepler, uygunsuz ve yetersiz ekipman kullanımı ve çalışma ortamı ve şartları olarak tespit edilmiştir. Söz konusu iş kazası nedenlerine getirilebilecek alternatifler ise yeterli eğitim ve tecrübeye sahip personel çalıştırılması alımı, çalışma koşullarına ilişkin düzenlemeler ve limanlarda ihtisaslaşmanın yaygınlaştırılması şeklinde sıralanmıştır.

Yavuz (2017), limanlarda karşılaşılan iş sağlığı ve güvenliği sorunlarına çözüm odağı geliştirmek ve iş sağlığı ve güvenliği konusuna farklı bir bakış açısı getirmek adına limanlar özelinde PRAT (Proportional Risk Assessment Technique) tekniğini kullanarak bir risk değerlendirmesi çalışması yürütmüştür. Öznel yargılardan doğabilecek problemleri minimum seviyede tutabilmek adına PRAT tekniği ile bulanık mantık yöntemini bir arada kullanmıştır. Risk değerlendirmesi sonucunda aynı skora sahip riskleri AHP yöntemi kullanarak yeniden değerlendirmiş ve önem derecesini göz önünde bulundurarak sıralamıştır. Çalışma sonunda elde edilen tüm sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Danacı (2017) yürüttüğü çalışmada limanları iş sağlığı ve güvenliği kapsamında incelemiştir. Çalışma için gerekli veriler liman işletmeleri, işverenleri veya işveren vekilleri üzerinde uygulanan anket ve açık uçlu soruları cevaplama çalışmaları ile elde edilmiştir. Çalışma sonucunda anket sonuçları ile açık uçlu sorulara verilen cevapların uyum içerisinde olduğu tespit edilmiştir. Çalışanların kazalara yönelik önlemlerin alınması adına yöneticilerden beklenti duymaları buna rağmen bildirim konusunda yaşanan uygunsuzluklar işletmelerde yönetici-çalışan kanalında iletişim eksikliği olduğu sonucuna varılmıştır.

Motter & Santos (2017), liman işletmelerinde çalışan personellerin iletişim biçimi ve işlevlerini inceleyerek iletişim faktörünün iş sağlığı ve güvenliği açısından önemini ortaya koymayı amaçlamıştır. Bu araştırma, Portekiz'in kuzeyinde bulunan bir limanda yürütülmüştür. Çalışma, iskele ve teknelerdeki çalışma faaliyetinin genel ve sistematik gözlemlerini kapsamıştır. İşçiler arasındaki etkileşimin jestler, hareketler, bakışlar, yüz ifadeleri, sözlü veya basılı bilgiler ve işlemsel kodlar ile sağlandığı gözlemlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre sadece taşınacak yükün tipine göre değil, her ekip üyesinin işlevine göre de iletişimde farklılıklar vardır.

Andriani & diğ. (2019) tarafından yürütülen çalışmada bağlantı noktalarının yarı otomatik çalıştığı yeşil liman terminallerinin birinde kullanılan minimum insan gücü ile yürütülen operasyonlar incelenmiştir. İnsan gücü minimum seviyede tutulmasına rağmen özellikle gemiden kıyıya olan bölgelerde iş kazalarının azalmadığı gözlemlenmiştir. Bu doğrultuda sunulan çalışmanın amacı geçmiş verilere dayanarak mevcut tehlikelerin olasılığını hesaplamak ve risk analizi modellemesi ile iş kazalarını en aza indirmek olmuştur. Çalışmada risk analizi için bulanık FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) yöntemi kullanılmıştır.

Solmaz & diğ. (2020) konteyner terminallerinde güvenlik kültürü düzeyi ile yaşanan iş kazaları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Uygulama kapsamını Marmara Bölgesi'nde yer alan altı farklı konteyner terminali oluşturmaktadır. Veriler, limanların iş güvenliği uzmanları üzerinde düzenlenen anketler ile elde edilmiştir. Çalışmada analiz için SPSS (Statistical Package for Social Sciences) yazılımı kullanılmıştır. Yapılan analizler, pozitif güvenlik kültürünün iş kazalarının önlenmesi üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğu sonucunu sunmuştur. Güvenlik kültürünün benimsendiği liman işletmelerinde kaza sıklık ve şiddetlerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir.

Bu bölümde, bulanık DEMATEL ve TOPSIS yöntemleri kullanılarak yapılan çalışmalar, limanlarda iş sağlığı ve güvenliği çalışmaları, farklı sektörlerde ve limanlarda yaşanan iş kazalarının incelendiği ulusal ve uluslararası çalışmalar aktarılmıştır. Yürütülen literatür araştırmasında bulanık DEMATEL ve TOPSIS yöntemlerinin faklı konular üzerine rahatlıkla uyarlanabileceği görülmüştür. Farklı sektörlerde iş kazalarının incelendiği çalışmalara rastlanmıştır. Bunun yanı sıra limanlarda yaşanan iş kazalarını inceleyen çalışmalara rastlanılmış olsa da limanlarda yaşanan iş kazalarının nedenlerinin ve çözüm önerilerinin konteyner terminalleri özelinde incelendiği ve analizinde bulanık DEMATEL ve TOPSIS yöntemlerinin hibrit şekilde kullanıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu

doğrultuda bu çalışmada uygulanan analizler ile aktarılan sonuçlar ve öneriler konteyner terminalleri yöneticilerine ve araştırmacılara yol göstererek literatürdeki bu eksikliği gidermeyi hedeflemiştir.

MALZEME VE YÖNTEM

Bu çalışmada, konteyner terminallerinde iş kazalarının nedenleri arasındaki ilişkinin incelenmesinde çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan bulanık DEMATEL yöntemi kullanılmıştır. Konteyner terminalleri özelinde iş kazalarına yönelik sunulan çözüm önerileri (alternatifler) ise bir başka çok kriterli karar verme yöntemi olan TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmiştir. Bir sonraki alt başlıklarda çalışmada kullanılan yöntemlere ilişkin detaylı açıklamalar yer almaktadır.

Bulanık DEMATEL Yöntemi

DEMATEL, çok kriterli karar verme metotları arasında yer alan kriterlerin yapısal korelasyonunu oluşturmak için kullanılan pragmatik bir yöntemdir (Abdullah & diğ., 2019). Çalışmalarda karar vericilerin kriterleri değerlendirme aşamasında kullandıkları nitel tanımlamalar ve ölçekler çalışmanın sonunda şeffaf sonuçlar elde edilmesinde zorluklar yaşanmasına sebep olmaktadır. Ancak DEMATEL metodu ile karmaşık nedensellik ilişkilerinin matrisler ve diyagramlar aracılığıyla görsele dökülerek daha anlaşılır kılınması sağlanmaktadır. Aynı zamanda bulanık DEMATEL yöntemi ile yapılan analiz, bulguların karar vericilerin sübjektif görüşlerinden sıyrılarak objektif olgular haline gelmesini sağlamaktadır.

DEMATEL yöntemi çok kriterli karar verme problemlerini çözmek için Gabus ve Fontela (1973) tarafından literatüre tanıtılmıştır. Daha sonra Wu & Lee (2007), sağlıklı sonuçlara ulaşabilmek ve sonuçları anlamlı kılabilmek adına DEMATEL yöntemini bulanık mantık ile birleştirerek bulanık DEMATEL metodunu kullanmışlardır. Literatürde birçok farklı sektörde uygulanan çalışmalarda kullanılmış olan bulanık DEMATEL yöntemine ilişkin detaylı literatür çalışması 6. numaralı bölümde aktarılmıştır. Literatür araştırması başlığı içeriğinde farklı sektörlerde yapılan çalışmalar aktarıldığı gibi limanlar ve konteyner terminalleri kapsamında uygulanan çalışmalara da yer verilmiştir.

Problemin tanımlanması ile başlayan ve bulanık DEMATEL yönteminin her adımını kısaca açıklayan akış şeması Şekil 2 'de gösterilmiştir. Şekil 2 numaralı akış şemasının ardından şematik gösterimde yer alan her aşamanın formüller ve eşitlikler ile desteklenerek detaylı şekilde açıklaması bulunmaktadır.



Şekil 2. Bulanık DEMATEL Yöntemi Akış Şeması

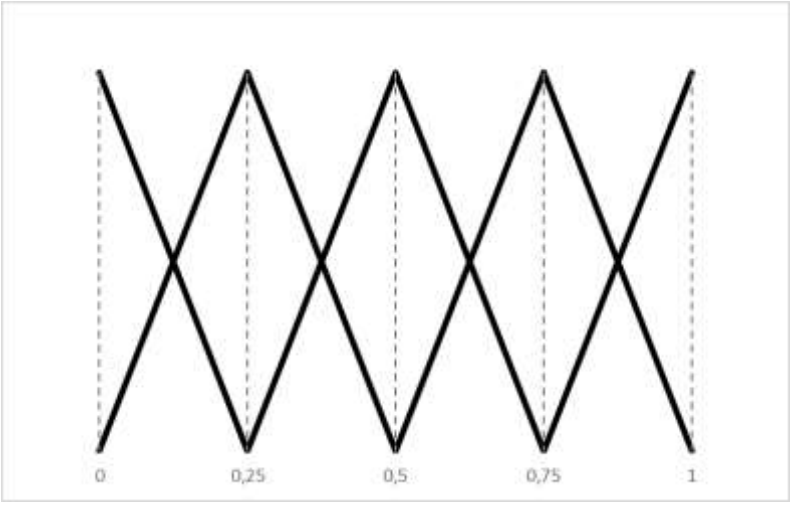
Bulanık DEMATEL yöntemi 8 aşamadan oluşmaktadır.

Adım 1 – Karar vericilerin belirlenmesi: Çalışmaya yönelik problem tespit edilir ve problemin amacı belirlenir. İlgili bilgilerin toplanması işlemi için gerekli çalışmalar tamamlanır. Problem konusunda görüşlerinin alınacağı kişilerden oluşan bir karar verici grubunun oluşturulması sağlanır.

Adım 2 – Değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi ve bulanık skalanın oluşturulması: Bu adımda uygulama için kullanılacak kriterler kümesi, alt kriterler kümesi ve bulanık skala oluşturulur. Değerlendirme kriterleri arasındaki nedensellik ilişkisinin karmaşık yapıda olması sebebiyle bulanık dilsel ölçeğin kullanılması tercih edilir. Bulanık dilsel ölçek için Li (1999) ile Wu & Lee (2007) tarafından önerilen bulanık skala kullanılır. Bir kriterin diğer bir kriter üzerindeki etkisi bulanık skalada dilsel olarak "etkisi yok", "çok az etkili", "az etkili", "fazla etkili", ve "çok fazla etkili" olarak ifade edilmiş ve her bir dilsel terim üçgen bulanık sayılar ile tanımlanmıştır. Söz konusu bulanık skala Tablo 2 ve Şekil 3.'te gösterilmiştir.

Tablo 2. Kriterlere Ait Dilsel Terimler ve Üçgen Bulanık Sayılar (Wu ve Lee, 2007)

Dilsel Terimler	Üçgen Bulanık Değerler
Etkisi Yok (Y)	(0; 0; 0,25)
Çok Az Etkili (ÇA)	(0; 0,25; 0,50)
Az Etkili (A)	(0,25; 0,50; 0,75)
Fazla Etkili (F)	(0,50; 0,75; 1,0)
Çok Fazla Etkili (ÇF)	(0,75; 1,0; 1,0)



Şekil 3. Dilsel Terimler ve Üçgen Bulanık Sayılar (Li, 1999)

Adım 3 – Başlangıç direkt ilişki matrisinin (Z) oluşturulması: Karar vericiler tarafından kurulan kriterler arasındaki ikili ilişkilerin değerlendirilmesini kapsamaktadır. Bu adımda karar vericilerin kriterler arasındaki ikili ilişkisi değerlendirilmektedir. Kriterleri ifade eden {C_1, C_2, C_3, …, C_n} tanımlamalar arasındaki ilişki düzeylerini değerlendirmek amacıyla her bir karar verici ikili karşılaştırma matrisi oluşturmaktadır. Her bir kriterin diğer bir kritere etki düzeyi dilsel terimler ile ifade edilmektedir. p tane karar verici olduğu düşünülürse p tane karar matrisi $\tilde{z}^{(1)}$, $\tilde{z}^{(2)}$, …, $\tilde{z}^{(p)}$ elde edilmektedir. Eşitlik (1), k. karar vericinin belirlenen kriterler ile oluşturmuş olduğu başlangıç direkt ilişki matrisini ifade etmektedir;

$$= \tilde{z}^{(k)} \begin{bmatrix} 0 & \widetilde{z_{12}^{(k)}} & \dots & \widetilde{z_{1n}^{(k)}} \\ \widetilde{z_{21}^{(k)}} & 0 & \dots & \widetilde{z_{2n}^{(k)}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \widetilde{z_{n1}^{(k)}} & \widetilde{z_{n2}^{(k)}} & \dots & 0 \end{bmatrix} k = 1,2,\dots,p \qquad (1)$$

Bir dilsel terimin ifadesi olan $Z_{ij}^{(k)} = (\tilde{l}_{ij}^{(k)}, \tilde{m}_{ij}^{(k)}, \tilde{u}_{ij}^{(k)})$ üçgen bulanık sayısında *i.* kriterin *j.* kriteri etkileme düzeyi yansıtılmaktadır. $\tilde{Z}_{ii}^{(k)} = (\tilde{l}_{ii}^{(k)}, \tilde{m}_{ii}^{(k)}, \tilde{u}_{ii}^{(k)})$ (*i=1,2,3…, n*) üçgensel bulanık sayısı her bir kriterin kendi üzerindeki etkisini ifade etmektedir. Bu değer karar vericilerin yanıtlarından bağımsız (*0,0,0*) olarak verilmektedir (Mavi ve Standing, 2018).

Adım 4 – Normalize edilmiş direkt ilişki matrisi (*X*) oluşturulması: Kriterleri karşılaştırılabilir bir ölçeğe dönüştürmek için doğrusal skala transformasyon yöntemi ile normalize edilmiş direkt ilişki matrisi oluşturulması gerekmektedir. $\tilde{X}$ matrisi normalize edilmiş direkt ilişki matrisini ifade etmektedir. $\tilde{X}$ matrisi, $\tilde{x}^{(1)}, \tilde{x}^{(2)} \ldots, \tilde{x}^{(p)}$ p tane karar verici tarafından oluşturulan karar matrislerinin bulanık ortalama işlemi kullanılarak normalize edilmiş direkt ilişki matrisleri birleşimi ile oluşturulur. Bu adımda Formül (2) kullanılmalıdır. Normalize edilmiş direkt ilişki matrisi (*X*) Eşitlik (3)'te görüldüğü gibi olmalıdır;

$$\tilde{X} = \frac{(\tilde{x}^{(1)} + \tilde{x}^{(2)} + \cdots + \tilde{x}^{(p)})}{p} \tag{2}$$

$$\tilde{\boldsymbol{X}} = \begin{bmatrix} \tilde{\boldsymbol{x}}_{\boldsymbol{11}} & \tilde{\boldsymbol{x}}_{\boldsymbol{12}} & \cdots & \tilde{\boldsymbol{x}}_{\boldsymbol{1n}} \\ \tilde{\boldsymbol{x}}_{\boldsymbol{21}} & \tilde{\boldsymbol{x}}_{\boldsymbol{22}} & \cdots & \tilde{\boldsymbol{x}}_{\boldsymbol{2n}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{\boldsymbol{x}}_{\boldsymbol{n1}} & \tilde{\boldsymbol{x}}_{\boldsymbol{n2}} & \cdots & \tilde{\boldsymbol{x}}_{\boldsymbol{nm}} \end{bmatrix} \quad \tilde{\boldsymbol{x}}_{\boldsymbol{ij}} = \frac{\sum_{\boldsymbol{k=1}}^{\boldsymbol{p}} \tilde{\boldsymbol{x}}_{\boldsymbol{ij}}}{\boldsymbol{p}} \tag{3}$$

Bir sonraki aşamada $\tilde{X}$ matrisi Formül (4) ve Formül (5) kullanılarak normalize edilmektedir (Mavi ve Standing, 2018). Bu aşamada direkt ilişki matrisinde bulunan *u* sütunları toplanmakta ve bulunan sonuçlar arasındaki maksimum değer bulanık direkt ilişki matrisindeki tüm sayılara bölünerek normalleştirme işlemi yapılmaktadır;

$$r = \max_{1 \le i \le n} \left(\sum_{j=1}^{n} u_{i_j} \right) \quad (4)$$

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{\tilde{z}_{ij}}{r} = \left(\frac{l_{ij}}{r}, \frac{m_{ij}}{r}, \frac{u_{ij}}{r} \right) \quad (5)$$

Elde edilen normalize bulanık direkt ilişki matrisi Eşitlik (6)'da görüldüğü gibi oluşmaktadır;

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} 0 & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & 0 & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{n1} & \tilde{x}_{n2} & \dots & 0 \end{bmatrix} k = 1,2 \dots, p \quad (6)$$

Adım 5 – Toplam bulanık direkt ilişki matrisinin (*T*) oluşturulması: Mevcut kriterler üzerinde etkileyen-etkilenen modelinin kurulabilmesi için toplam bulanık direkt ilişki matrisi oluşturulması gerekmektedir. $\tilde{T}$ toplam ilişki matrisi ve *I* birim matrisi olmak üzere Formül (7) uygulanarak toplam bulanık ilişki matrisi elde edilmektedir;

$$\tilde{T} = \tilde{x}(I - \tilde{x})^{-1} \quad (7)$$

Normalize bulanık direkt ilişki matrisinin bulanık sayılardan oluşması sebebi ile formülün uygulanması zor olduğu için *l, m, u* değerlerinin her biri için ayrı bir matris oluşturularak uygulanmaktadır. Üç matris için de birim matristen çıkarıldıktan sonra elde edilen matrisin tersi alınmakta ve son olarak matrisin ilk hali ile çarpılmaktadır. Bu işlemin her bir matris için uygulanmasının ardından matrisler birleştirilerek toplam bulanık direkt ilişki matrisi Eşitlik (8)'deki haliyle oluşturulmaktadır (Jassbi & diğ., 2011; Mavi & Standing, 2018);

$$\tilde{T} = \begin{bmatrix} \tilde{T}_{11} & \tilde{T}_{12} & \dots & \tilde{T}_{1n} \\ \tilde{T}_{21} & \tilde{T}_{22} & \dots & \tilde{T}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{T}_{n1} & \tilde{T}_{n2} & \dots & \tilde{T}_{nn} \end{bmatrix} \quad (8)$$

Adım 6 – Değerlerin durulaştırılması işlemi: Bir önceki adımda elde edilen toplam bulanık direkt ilişki matrisinde sütun elemanları değerleri toplanarak $\widetilde{D}_i$ değeri elde edilmektedir. Satır elemanları değerleri toplamı sonucunda ise $\tilde{R}_i$ değeri elde edilmektedir. Bulunan değerler ile $\widetilde{D}_i + \tilde{R}_i$ ve $\widetilde{D}_i - \tilde{R}_i$ sonuçları bulunmaktadır. Bulunan değerlerin bulanık üçgensel sayılardan oluşması sebebiyle bu değerlere Formül (9) ve Formül (10) uygulanarak durulaştırma işlemi yapılmaktadır (Jassbi & diğ., 2011; Mavi & Standing, 2018);

$$\widetilde{D}_j^{def} + \tilde{R}_i^{def} = \frac{1}{4}\left(x_{ij,l} + 2x_{ij,m} + x_{ij,u}\right) \quad (9)$$

$$\widetilde{D}_j^{def} - \tilde{R}_i^{def} = \frac{1}{4}\left(x_{ij,l} + 2x_{ij,m} + x_{ij,u}\right) \quad (10)$$

Adım 7 – Neden sonuç ilişkilerinin belirlenmesi: Bu aşamada $\widetilde{D}_j^{def} + \tilde{R}_i^{def}$ değerleri ve $\widetilde{D}_j^{def} - \tilde{R}_i^{def}$ değerlerinin ilişki diyagramı oluşturularak yorumlaması yapılmaktadır. $\widetilde{D}_j^{def} + \tilde{R}_i^{def}$ değeri ile kriterlerin önem dereceleri hakkında fikir elde edilmektedir. Kriterlerin ne kadar önemli olduklarını gösteren bu değer sisteme gönderilen ve alınan etkinin toplamını ifade etmektedir. $\widetilde{D}_j^{def} - \tilde{R}_i^{def}$ değeri ise kriterleri neden sonuç kümeleri olarak sınıflandırmakta ve ilişki olarak tanımlanmaktadır. Pozitif olarak bulunan $\widetilde{D}_j^{def} - \tilde{R}_i^{def}$ değerlerinin ait olduğu kriterler diğer kriterler üzerinde etki sahibi olan ve etkileyen grupta yer alan kriterleri tespit etmeyi

sağlamaktadır. Negatif olan $\tilde{D}_j^{def} - \tilde{R}_i^{def}$ değerlerinin ait olduğu kriterler ise diğer kriterlerden etkilenen grubu temsil etmektedir (Tzeng & Huang, 2011; Jassbi & diğ., 2011; Çınar, 2013; Mavi & Standing, 2018).

Adım 8 – Ağırlıkların hesaplanması: Kriterlerin diğer kriterlere göre önem düzeyi ve ağırlığı Formül (11) ve Formül (11a) kullanılarak tespit edilmektedir. Bulunan sonuçlar Eşitlik (12) ile kontrol edilmektedir;

$$w_i = \{\left(\tilde{D}_i^{def} + \tilde{R}_i^{def}\right)^2 + \left(\tilde{D}_i^{def} - \tilde{R}_i^{def}\right)^2\}^{1/2} \quad (11)$$

$$W_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^{n} w_i} \quad (11a)$$

$$\sum_{i=1}^{n} W_i = 1 \quad (12)$$

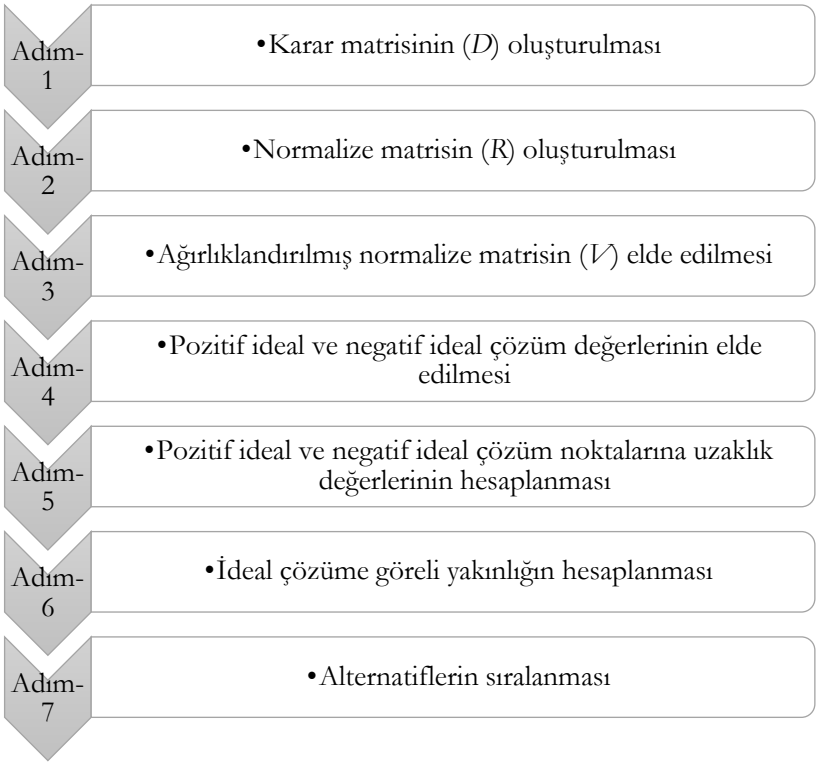
TOPSIS Yöntemi

Karar verme problemleri, belirlenen tüm alternatifler arasından en iyi seçeneği bulma sürecidir (Chen, 2000). TOPSIS yöntemi, sezgisel bir konsepte dayanmakta olup pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüm odağına en uzak mesafeye sahip olan en iyi alternatifin seçilmesi adına tutarlı ve sistematik kriterler sağlamaktadır. İdeal çözüm, maksimum fayda çözümü olarak kabul edilmektedir (Shyjith & diğ., 2008). Başka bir deyişle TOPSIS, ideal çözüme benzerliği ve yakınlığına göre alternatifler arasında sıralama tercihini yerleştirme tekniğidir.

Hwang & Yoon (1981) tarafından önerilen TOPSIS yöntemi fayda kriterlerini maksimize ve maliyet kriterlerini minimize eden ideal bir çözüme benzerliğe göre sıralama tercihi sunan çok kriterli karar verme metodolojisidir. Literatürde birçok farklı sektörde uygulanan çalışmalarda kullanılmış olan TOPSIS yöntemine ilişkin detaylı literatür çalışması 6. numaralı bölümde aktarılmıştır.

Çalışmada yapılan problem tanımlamasının ikinci aşaması olan konteyner terminallerinde yaşanan iş kazalarına yönelik belirlenen alternatiflerin önceliklendirilmesinin değerlendirilmesinde TOPSIS yöntemi kullanılmıştır.

TOPSIS yönteminin her adımını kısaca açıklayan akış şeması Şekil 4'te gösterilmiştir. Şekil 4 numaralı akış şemasında adımları açıklanan TOPSIS yöntemine ait her aşamanın formüller ve eşitlikler ile desteklenerek detaylı şekilde açıklaması bulunmaktadır. Alternatiflerin önem derecesine göre değerlendirilerek bir sıralama yapmayı amaçlayan TOPSIS yöntemi yedi adımdan oluşmaktadır. Karar matrisinin oluşturulması adımı ile başlayan yöntemde normalize matrisin oluşturulması, ağırlıklandırılmış normalize matrisin oluşturulması, pozitif ideal ve negatif ideal çözüm değerlerinin hesaplanması şeklinde ilerlenmektedir. Son adım olarak yöntemin amacına ulaşılarak alternatiflerin sıralanması gerçekleştirilmektedir.



Şekil 4. TOPSIS Yöntemi Akış Şeması

TOPSIS yönteminin aşamaları aşağıdaki şekildedir.

Adım – 1 Karar matrisinin (*D*) oluşturulması: Çok kriterli karar verme probleminin *m* tane alternatifi ($A_1, \ldots, A_m$) ve *n* tane kriterinin ($C_1, \ldots, C_n$) olduğu varsayıldığı durumda alternatiflerin satırda kriterlerin sütunda yer aldığı ve uzman karar vericiler tarafından her alternatifin her bir kritere göre değerlendirilmesi sonucunda elde edilen matris Eşitlik (13) gibi görünmektedir (Monjezi & diğ., 2012);

$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & \ldots & x_{1m} \\ \vdots & \ldots & \vdots \\ x_{n1} & \ldots & x_{nm} \end{bmatrix} \tag{13}$$

Adım – 2 Normalize matrisin (*R*) oluşturulması: İlk adımda elde edilen karar matrisi Formül (14) ile normalize edilmekte ve Eşitlik (15)'te görülen *R* matrisi elde edilmektedir (Monjezi & diğ., 2012);

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} x_{ij}^2}} \; (i = 1, \ldots, n) \; ve \; (j = 1, \ldots, m) \tag{14}$$

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & \ldots & r_{1m} \\ \vdots & \ldots & \vdots \\ r_{n1} & \ldots & r_{nm} \end{bmatrix} \tag{15}$$

Adım – 3 Ağırlıklandırılmış normalize matrisin (*V*) elde edilmesi: Bu adımda Formül (11a) ile elde edilen kriter ağırlıkları (*W*) ile *R* matrisinde yer alan her bir değer çarpılarak *V* matrisi elde edilmektedir. Çarpma işlemi Formül (16) ile uygulanmakta ve elde edilen *V* matrisi Eşitlik (17)'de olduğu gibi görünmektedir (Monjezi & diğ., 2012);

$$v_{ij} = w_i \times r_{ij} \; (j = 1, \ldots, n) \; ve \; (i = 1, \ldots, m) \tag{16}$$

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & \cdots & v_{1m} \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ v_{n1} & \cdots & v_{nm} \end{bmatrix} \quad (17)$$

Adım – 4 Pozitif ideal ve negatif ideal çözüm değerlerinin elde edilmesi: Pozitif ideal (A^+) ve negatif ideal (A^-) çözüm değerleri Formül (18) ve Formül (19) kullanılarak elde edilmektedir (Monjezi & diğ., 2012);

$$A^+ = \{v_1^+, \ \ldots, v_n^+\} = \{(\underset{j}{max}\ v_{ij} \big| i \in I), (\underset{j}{min}\ v_{ij} \big| i \in J)\} \quad (18)$$

$$A^- = \{v_1^-, \ \ldots, v_n^-\} = \{(\underset{j}{min}\ v_{ij} \big| i \in I), (\underset{j}{max}\ v_{ij} \big| i \in J)\} \quad (19)$$

Adım – 5 Pozitif ideal ve negatif ideal çözüm noktalarına uzaklık değerlerinin hesaplanması: Alternatifler için ayırma ölçülerini hesaplamak *n* boyutlu Öklid uzaklığı ile yapılmaktadır. Pozitif ideal çözüme uzaklık (S_j^+) ile gösterilmekte ve Formül (20) kullanılarak elde edilmektedir. (S_j^-) ifadesi ise negatif ideal çözüme uzaklığı tanımlamaktadır. Negatif ideal çözüme uzaklık Formül (21) kullanılarak elde edilmektedir (Monjezi & diğ., 2012);

$$S_j^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(v_{ij} - v_i^+\right)^2} \quad j = 1, \ldots, n \quad (20)$$

$$S_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(v_{ij} - v_i^-\right)^2} \quad j = 1, \ldots, n \quad (21)$$

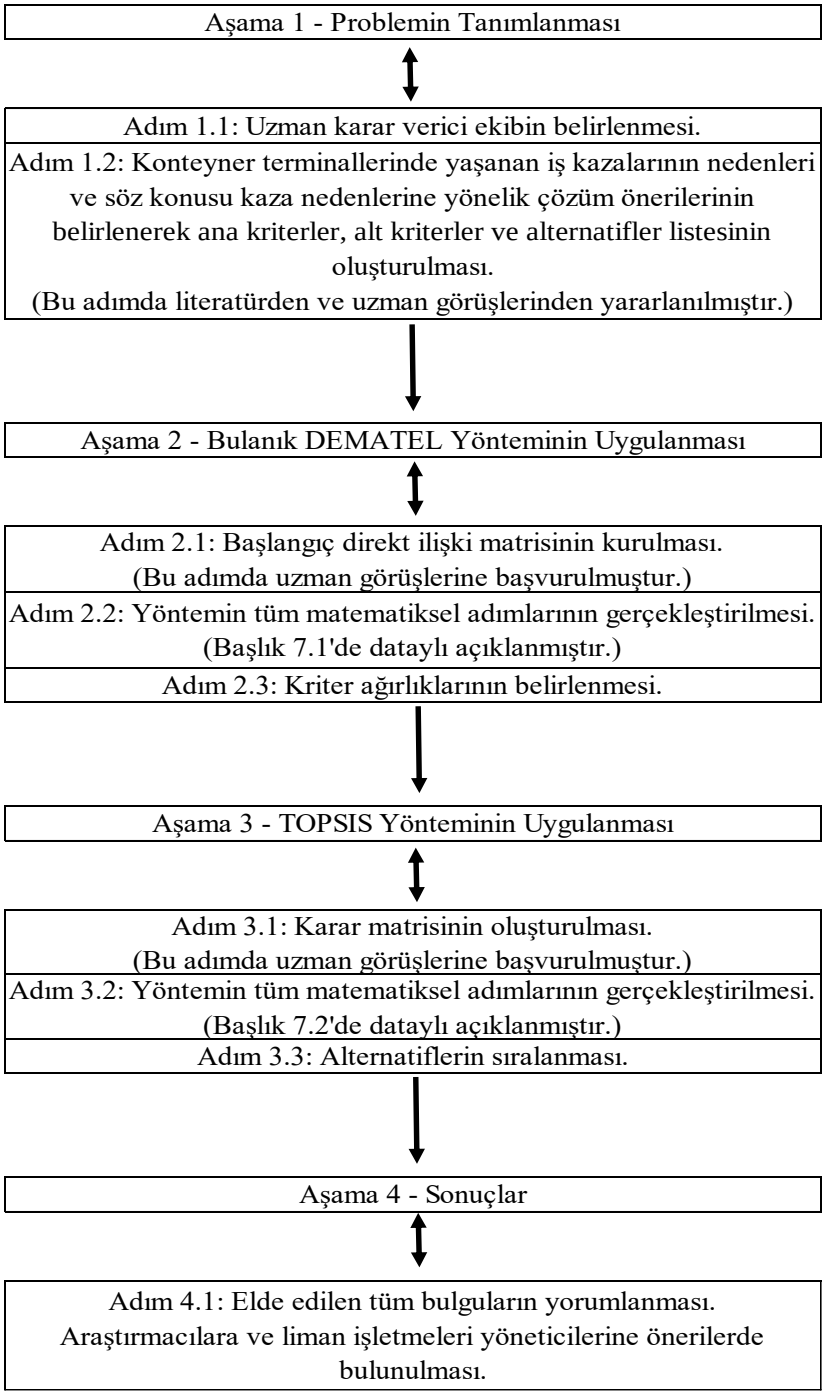
Adım – 6 İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması: Bu adımda pozitif ideal ve negatif ideal çözüm noktaları kullanılarak ideal çözüme göreli yakınlık değerleri elde edilmektedir. Bu sonuca ulaşabilmek için Formül (22) kullanılmaktadır (Monjezi & diğ., 2012);

$$C_j = \frac{S_j^-}{S_j^+ + S_j^-} \quad j = 1, \ldots, n \qquad (0 \leq C_j \leq 1) \quad (22)$$

Adım – 7 Alternatiflerin sıralanması: Son adımda alternatifler, ideal çözüme göreli yakınlıkları dikkate alınarak sıralanmaktadır. C_j değeri ne kadar yüksek ise alternatif o derece idealdir. En uygun alternatif, ideal çözüme en yakın olan değer bulunarak tespit edilmektedir (Tong & Su, 1997).

Çalışmada izlenen adımlar, Tablo 3.'te gösterilen amaç hiyerarşisi doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın başında oluşturulan amaç hiyerarşisi, çalışmanın sistematik şekilde ilerlemesine katkı sağlamıştır. Çalışmanın hiyerarşik yapısına göre öncelikle problem tanımlanması yapılmıştır. Bu doğrultuda çalışmada esas alınan problem konteyner terminallerinde yaşanan iş kazalarının nedenleri ve iş kazalarının önlenebilmesi adına geliştirilen önleme faaliyetlerinin önceliklendirilmesi, bu bağlamda alternatiflerin önem derecesine göre sıralanabilir ölçekte değerlendirilmesidir. Bu kapsamda problem tanımlamasının yapılmasının ardından çalışmada kullanılan bulanık DEMATEL ve TOPSIS yöntemlerinin açıklanması gerekliliği doğmuştur. Bu yöntemlerin matematiksel adımlarının açıklanmasının yanı sıra çalışmada bu yöntemlerin kullanılmasının sebebi de açıklanmıştır. Bu çalışmada bulanık DEMATEL ve TOPSIS yöntemlerinin kullanılmasının sebebi karar vericilerin halktan değil uzman kişilerden seçilmesi avantajıdır. Bu avantaj doğrultusunda daha etkili sonuçlar elde edildiği düşünülmektedir. İlgili yöntemlerin açıklanmasının ardından elde edilen veriler bulanık DEMATEL ve TOPSIS yöntemleri ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen bulguların bulanık DEMATEL yöntemi ile kriter ağırlıkları hesaplanmış ve TOPSIS yöntemi ile önceliklendirilmiştir. Çalışma sonunda ise bulunan sonuçlar yorumlanmıştır.

Tablo 3. Amaç Hiyerarşisi



BULGULAR VE TARTIŞMA

Konteyner terminallerinde iş kazalarının nedenleri ve belirlenen alternatifler ulusal ve uluslararası literatürden elde edilmiştir. Elde edilen teorik sonuçlar Kocaeli Liman Bölgesinde bulunan konteyner terminallerinde çalışmakta olan 7 iş güvenliği uzmanının görüşleri doğrultusunda oluşturulan karar matrisleri ile analiz formatına uyarlanmıştır. Veriler, belirlenen iş güvenliği uzmanlarına sunulan bir anket yardımı ile elde edilmiştir.

Katılımcılara ait demografik bilgiler aşağıdaki gibidir;

Katılımcı 1:

- Yaş: 38
- Cinsiyet: Erkek
- Eğitim Düzeyi: Yüksek lisans
- Denizcilik Sektöründe Çalışma Süresi: 8 yıl

Katılımcı 2:

- Yaş: 47
- Cinsiyet: Erkek
- Eğitim Düzeyi: Yüksek lisans
- Denizcilik Sektöründe Çalışma Süresi: 10

Katılımcı 3:

- Yaş: 45
- Cinsiyet: Erkek
- Eğitim Düzeyi: Ön Lisans
- Denizcilik Sektöründe Çalışma Süresi: 25 yıl

Katılımcı 4:

- Yaş: 35
- Cinsiyet: Erkek
- Eğitim Düzeyi: Lisans
- Denizcilik Sektöründe Çalışma Süresi: 1-2 yıl

Katılımcı 5:

- Yaş: 37
- Cinsiyet: Erkek
- Eğitim Düzeyi: Lisans
- Denizcilik Sektöründe Çalışma Süresi: 16 yıl

Katılımcı 6:

- Yaş: 38
- Cinsiyet: Erkek
- Eğitim Düzeyi: Lisans
- Denizcilik Sektöründe Çalışma Süresi: 5 yıl

Katılımcı 7:

- Yaş: 50
- Cinsiyet: Erkek
- Eğitim Düzeyi: Lisans
- Denizcilik Sektöründe Çalışma Süresi: 27 yıl

Karar vericilere uygulanan 7 anket formu, kriterlerin kriterlere etkisinin değerlendirildiği bir adet, alt kriterlerin alt kriterlere etkisinin değerlendirildiği 5 adet ve sunulan alternatiflerin alt kriterler bazında önem derecelerinin belirlendirği 1 adet anket formunu kapsamaktadır. Kriterler ve alt kriterlerin analizinde bulanık DEMATEL yöntemi kullanılırken alternatiflerin analizinde TOPSIS yönteminden yararlanılmıştır. Çalışmanın analiz sürecinde Microsoft Excel programı kullanılmıştır.

Kriterlerin Bulanık Bulanık DEMATEL Yöntemi ile Analiz Edilmesi

Elde edilen bulgulardan 5 kriter bulanık DEMATEL tekniği ile analiz edilmiş ve analiz süreci bu başlık altında aktarılmıştır.

Elde edilen bulgular arasından öncelikle 5 ana kritere ait veriler bulanık DEMATEL yöntemi kullanılarak değerlendirilmiş ve bu başlık altında analiz adımları sunulmuştur. Analiz adımları 6.1. numaralı başlıkta aktarıldığı üzere uygulanmıştır. Analiz sürecinde konteyner terminallerinde yaşanan iş kazaları nedenlerinin birbiri arasındaki neden sonuç ilişkilerinin belirlenmesi

hedeflenmiştir. Bunun yanı sıra her bir kritere ait ağılıklar tespit edilerek iş kazası nedensellik olgularının açıklanabilmesi amaçlanmıştır. Kriterler, analiz adımlarında sadeliği sağlayabilmek adına kısaltma kodları ile tanımlanmış ve her bir kriter için tanımlanan kısaltma kodları Tablo 4.'te gösterilmiştir. İleriki bölümlerde kriterler, Tablo 4.'te gösterilen ilgili kısaltma kodları ile anılacaktır.

Tablo 4. Kriterlere Ait Kısaltma Kodları

Kod	Açıklama
C1	Çalışan kaynaklı iş kazaları
C2	Yönetim uygulamaları kaynaklı iş kazaları
C3	Çalışma ortamı kaynaklı iş kazaları
C4	Ekipman kaynaklı iş kazaları
C5	Yük elleçleme operasyonları kaynaklı iş kazaları

Adım 1 – Karar vericilerin belirlenmesi: Ulusal ve uluslararası literatürden elde edilen teorik bilgiler bulanık DEMATEL yöntemi formatına uyarlanarak uygulama aşamasında Kocaeli Liman Bölgesinde bulunan konteyner terminallerinde görev yapan 7 iş güvenliği uzmanına uygulanan anket çalışması ile desteklenmiştir. Karar vericilerin belirlenmesinde iş güvenliği uzmanlarının konteyner terminallerinde çalışıyor olması kriter olarak değerlendirilmiştir.

Adım 2 – Değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi ve bulanık skalanın oluşturulması: Değerlendirme kriterleri ulusal ve uluslararası yapılmış çalışmalardan elde edilmiştir. Her bir katılımcının anket sorularına verdikleri cevaplar Tablo 2. kullanılarak üçgen bulanık değerlere çevrilmiştir. Bu aşamada amaç, yöneltilen sorulara verilen cevaplarda öznel yargılardan kaynaklanabilecek yanılgıları ortadan kaldırarak etkili sonuçlar elde etmektir.

Adım 3 – Başlangıç direkt ilişki matrisinin (Z) oluşturulması: Karar vericiler tarafından kurulan kriterler arasındaki ikili ilişkilerin değerlendirilmesi işlemi bu adımda gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada bir önceki adımda uygulanan değerlerin üçgen bulanık değerlere çevrilmesi işlemi her bir katılımcı için uygulanmıştır. 7 karar vericinin bulunması sebebiyle 3. Adım sonunda 7 başlangıç direkt ilişki matrisi (Z) elde edilmiştir. Elde edilen başlangıç direkt ilişki matrisleri Ek-A'da sunulmuştur.

Adım 4 – Normalize edilmiş direkt ilişki matrisi (X) oluşturulması: Bu adımda amaç kriterleri karşılaştırılabilir ölçeğe dönüştürmektir. Bunun için öncelikle doğrusal skala transformasyon yöntemi kullanılmıştır. Böylece 7 tane karar vericiden elde edilen karar matrisleri Formül (2) kullanılarak bulanık ortalama işlemine tabi tutulmuştur. Oluşturulan bulanık ortalama matrisi Tablo 5.'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Kriterlere Ait Bulanık Ortalama Matrisi

	C1			C2			C3			C4			C5		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
C1	0	0	0,219	0,031	0,219	0,438	0,469	0,656	0,781	0,281	0,5	0,719	0,594	0,813	0,875
C2	0,406	0,625	0,75	0	0	0,219	0,281	0,5	0,688	0,344	0,563	0,781	0,313	0,531	0,719
C3	0,344	0,563	0,75	0,25	0,438	0,656	0	0	0,219	0,406	0,625	0,75	0,313	0,531	0,719
C4	0,438	0,656	0,813	0,281	0,469	0,625	0,469	0,688	0,813	0	0	0,219	0,344	0,563	0,75
C5	0,5	0,719	0,813	0,25	0,469	0,656	0,25	0,469	0,688	0,375	0,594	0,75	0	0	0,219

4. adımın ikinci aşamasında bulanık ortalama matrisi Formül (4) ve Formül (5) kullanılarak normalize edilmiştir. Bu işlem dizisinde ilişki matrisinde bulunan u sütunları toplanmış ve bulunan sonuçlar arasındaki maksimum değer bulunmuştur. Toplanan u sütunları arasından maksimum değer, 3,21875 olarak elde edilmiş ve r olarak tanımlanmıştır. Elde edilen r değeri bulanık direkt ilişki matrisindeki tüm değerlere bölünmüştür. Elde edilen normalize bulanık direkt ilişki matrisi Tablo 6.'da sunulmuştur.

Tablo 6. Kriterlere Ait Normalize Direkt İlişki Matrisi (X)

X	C1			C2			C3			C4			C5		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
C1	0	0	0,078	0,011	0,078	0,155	0,166	0,233	0,277	0,1	0,178	0,255	0,211	0,288	0,311
C2	0,144	0,222	0,266	0	0	0,078	0,1	0,178	0,244	0,122	0,2	0,277	0,111	0,189	0,255
C3	0,122	0,2	0,266	0,089	0,155	0,233	0	0	0,078	0,144	0,222	0,266	0,111	0,189	0,255
C4	0,155	0,233	0,288	0,1	0,166	0,222	0,166	0,244	0,288	0	0	0,078	0,122	0,2	0,266
C5	0,178	0,255	0,288	0,089	0,166	0,233	0,089	0,166	0,244	0,133	0,211	0,266	0	0	0,078

Adım 5 – Toplam bulanık direkt ilişki matrisinin (*T*) oluşturulması: Analizin bu adımında mevcut kriterler arasında etkileyen-etkilenen modelinin kurulabilmesi adına Formül (7) uygulanmıştır. Bir önceki adımda elde edilen normalize bulanık direkt ilişki matrisi bulanık değerler içermektedir. Bu doğrultuda ilgili formülün uygulanması zordur. Dolayısıyla *l, m, u* değerlerinin her biri için ayrı bir matris oluşturulmuş ve oluşturulan her bir matrise Formül (7) uygulanmıştır. *l, m, u* değerlerinin oluşturulduğu matrisler birim matristen (*I*) çıkarıldıktan sonra elde edilen matrislerin tersi alınmış ve son olarak matrisin ilk hali ile çarpılmıştır. İşlem sonucunda matrisler tek bir matris altında birleştirilerek toplam bulanık direkt ilişki matrisi oluşturulmuş ve Tablo 7.'de sunulmuştur.

Tablo 7. Kriterlere Ait Toplam Bulanık Direkt İlişki Matrisi (T)

T	C1			C2			C3			C4			C5		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
C1	0	0	-0,096	0,0009	0,0424	-0,264	0,0425	0,1954	-0,549	0,0199	0,1402	-0,511	0,0631	0,2627	-0,625
C2	0,036	0,1985	-0,575	0	0	-0,065	0,0202	0,1437	-0,508	0,026	0,1621	-0,573	0,0243	0,1604	-0,544
C3	0,0281	0,1724	-0,564	0,0127	0,0927	-0,39	0	0	-0,092	0,0331	0,1805	-0,542	0,0239	0,1573	-0,534
C4	0,0423	0,2195	-0,628	0,016	0,1067	-0,387	0,0447	0,2181	-0,602	0	0	-0,099	0,0295	0,1792	-0,575
C5	0,0495	0,2364	-0,611	0,0127	0,103	-0,394	0,0175	0,1349	-0,503	0,0297	0,1743	-0,547	0	0	-0,098

Adım 6 – Değerlerin durulaştırılması işlemi: Bu adımda öznel yargı yanılgılarından kaçınmak adına bulanıklaştırılan değerlerin durulaştırılması işlemi gerçekleştirilmiştir. Öncelikle toplam bulanık direkt ilişki matrisinde yer alan sütun elemanları değerlerinin toplamı ile $\widetilde{D}_i$ değeri, satır elemanları değerleri toplamı ile $\tilde{R}_i$ değeri elde edilmiştir. Elde edilen değerler ile $\widetilde{D}_i + \tilde{R}_i$ ve $\widetilde{D}_i - \tilde{R}_i$ işlemleri kullanılarak yeni bir matris elde edilmiştir. Sonrasında

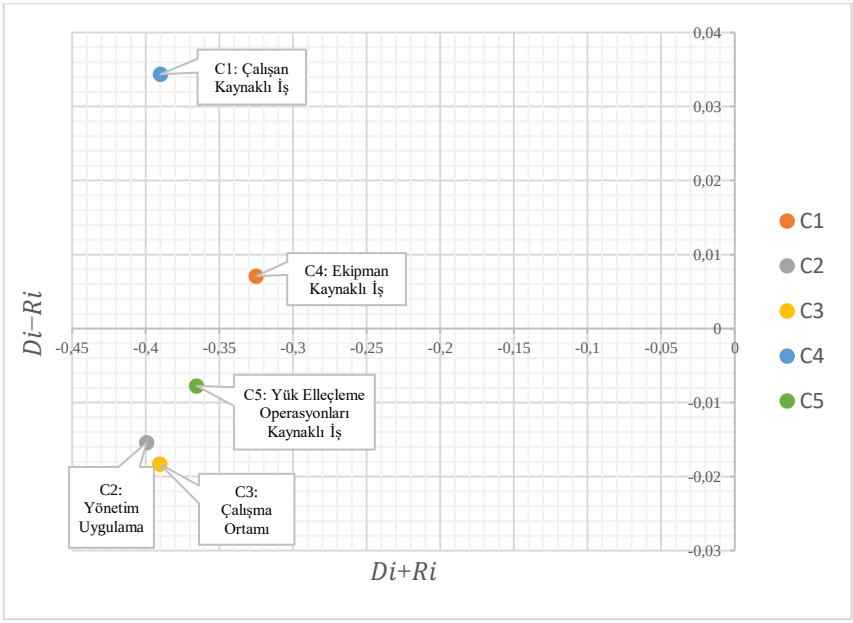
elde edilen matrise Formül (9) ve Formül (10) uygulanarak durulaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Tablo 8.'de kriterlere ait durulaştırılmış ilişki matrisi sunulmuştur.

Tablo 8. Kriterlere Ait Durulaştırılmış İlişki Matrisi

	C1	C2	C3	C4	C5
$\widetilde{D}_i + \widetilde{R}_i$	-0,3251	-0,3995	-0,3906	-0,3901	-0,3655
$\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i$	0,00707	-0,0154	-0,0183	0,03437	-0,0077

Bu aşamada elde edilen $\widetilde{D}_i + \widetilde{R}_i$ değerleri kriterlerin ilişki düzeylerini ifade etmektedir. Bu doğrultuda kriterler arasında etkileşim düzeyi en yüksek olan kriter "çalışan kaynaklı iş kazaları (C1)" olarak tespit edilmiştir. Etkileşim düzeyi sıralamasının, "yük elleçleme operasyonları kaynaklı iş kazaları (C5)", "ekipman kaynaklı iş kazaları (C4)", "çalışma ortamı kaynaklı iş kazaları (C3)" ve "yönetim uygulamaları kaynaklı iş kazaları (C2)" şeklinde devam ettiği görülmüştür. Bu kapsamda "çalışan kaynaklı iş kazaları (C1)" kriterinin dış faktörlere bağımlılıkta yüksek düzeyde olduğu söylenebilmektedir. Dolayısıyla çalışanı etkileyen her türlü dış faktöre ilişkin yapılacak iyileştirme çalışmaları çalışan kaynaklı iş kazalarının yaşanmasında olumlu getiriler sağlayacaktır. "Yönetim uygulamaları kaynaklı iş kazaları (C2)" kriteri ise dış faktörlerden etkilenme düzeyi en düşük olan kriter olarak tespit edilmiştir.

Adım 7 – Neden sonuç ilişkilerinin belirlenmesi: Bu aşamada $\widetilde{D}_i + \widetilde{R}_i$ ve $\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i$ değerlerine ait ilişki diyagramı oluşturulmuştur. Yöntemin bu adımının daha anlaşılır olması adına oluşturulan neden sonuç diyagramı Şekil 5.'te sunulmuştur. Ardından diyagrama ait detaylı bir açıklama yapılmıştır.



Şekil 5. Kriterlere Ait Neden Sonuç Diyagramı

Bu aşamada kriterlerin neden sonuç ilişkilerinin belirlenmesi ve etkileyen, etkilenen şeklinde kategorize edilebilmesi adına $\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i$ değerleri göz önünde bulundurulmuştur. $\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i$ değeri pozitif olarak tespit edilen kriterler, diğer kriterler üzerinde etki yaratan, diğer kriterleri etkileyen kategoride yer alırken $\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i$ değeri negatif olarak elde edilen kriterler diğer kriterlerden etkilenen kategoride yer almaktadır. Bu doğrultuda Şekil 8.1.'de sunulan neden sonuç diyagramı doğrultusunda konteyner terminallerinde yaşanan iş kazaları nedenleri arasında sayılan "çalışan kaynaklı iş kazaları (C1)" ve "ekipman kaynaklı iş kazaları (C4)" kriter grupları diğer kriterleri etkileyen faktörler arasında yer aldığı görülürken "yönetim uygulamaları kaynaklı iş kazaları (C2)", "çalışma ortamı kaynaklı iş kazaları (C3)" ve "yük elleçleme operasyonları kaynaklı iş kazaları (C5)" kriter grupları diğer kriterlerden etkilenen grupta yer aldığı görülmüştür.

Adım 8 – Kriter ağırlıklarının hesaplanması: Kriterlerin diğer kriterler üzerindeki ağırlık dereceleri Formül (11) ve Formül (11a) kullanılarak tespit edilmiş ve Tablo 9.'da gösterilmiştir.

Tablo 9. Kriter Ağırlıkları

	C1	C2	C3	C4	C5
W_i	0,14987	0,22654	0,21674	0,21744	0,18941

Elde edilen kriter ağırlıkları incelendiğinde yönetim uygulamaları kaynaklı iş kazalarının ağırlığının en yüksek değere sahip olduğu gözlemlenmiştir. Yönetim uygulamaları kaynaklı iş kazalarının ardından kriter ağırlığı sırasıyla ekipman kaynaklı iş kazaları, çalışma ortamı kaynaklı iş kazaları, yük elleçleme operasyonları kaynaklı iş kazaları ve çalışan kaynaklı iş kazaları şeklinde tespit edilmiştir. Etki yönü ile etki ağırlığı farklı anlamlar taşımaktadır. Bu kapsamda yönetim uygulamaları kaynaklı iş kazalarının diğer kriterlerden etkilenen grupta yer alması, aynı zamanda en yüksek kriter ağırlığına sahip olarak konteyner terminallerinde yaşanan iş kazaları nedenleri arasında en önemli faktör olmasına engel olarak görülmemelidir.

Bulunan sonuçlar Eşitlik (12) doğrultusunda kontrol edilmiş ve analiz sürecinin doğru ilerlediği bu şekilde ispat edilmiştir.

Alt Kriterlerin Bulanık DEMATEL Yöntemi ile Analiz Edilmesi

Konteyner terminallerinde yaşanan iş kazalarının nedenlerine ilişkin kriterler bir önceki başlıkta açıklanmış ve bulanık DEMATEL yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. 5 ana kritere ait 17 alt kriter belirlenmiş ve bulanık DEMATEL tekniği ile analizi bu başlıkta sunulmuştur. Her bir alt kriter grubu ve her bir alt kriter bir kısaltma kodu ile tanımlanmış ve kısaltma kodları Tablo 10.'da aktarılmıştır. Her bir alt kriter grubuna ve alt kriterlere ileriki bölümlerde ilgili kısaltma kodu ile değinilecektir.

Tablo 10. Alt Kriter Grupları ve Alt Kriterlere Ait Kısaltma Kodları

Alt Kriter Grubu Kodu	Alt Kriter Kodu	Açıklama
G1 (Çalışan kaynaklı iş kazaları)	SC1	Tehlikeli Hareketler
	SC2	İş Güvenliği Kültürünün Benimsenememesi
	SC3	Fiziksel ve Ruhsal Sağlık Problemleri
G2 (Yönetim uygulamaları kaynaklı iş kazaları)	SC4	Ulusal ve Uluslararası Mevzuatın Uygulanmaması
	SC5	İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Etkin Olmaması
	SC6	Yönetimsel Denetim Eksiklikleri
G3 (Çalışma ortamı kaynaklı iş kazaları)	SC7	Ergonomik Koşullara Uyulmaması
	SC8	Fiziksel Risk Etmenleri
	SC9	Kaygan Zemin
G4 (Ekipman kaynaklı iş kazaları)	SC10	Periyodik Bakım Eksiklikleri
	SC11	Ekipmanların Uygunsuzluğu veya Yetersizliği
	SC12	Kişisel Koruyucu Donanımların Kullanılmaması veya Yanlış Kullanılması
	SC13	Terminal İçerisindeki Trafik
G5 (Yük elleçleme operasyonları kaynaklı iş kazaları)	SC14	Yükleme-Boşaltma Uygunsuzlukları
	SC15	Tehlikeli Yüklerde Elleçleme Uygunsuzlukları
	SC16	Depolama Alanının Yetersizliği
	SC17	Hasarlı Konteyner Elleçleme

Adım 1 – Karar vericilerin belirlenmesi: Konteyner terminallerinde yaşanan iş kazaları nedenlerine ilişkin ulusal ve uluslararası literatürden elde edilen 5 adet kritere ait 17 alt kriter bulanık DEMATEL yöntemi ile uygulama aşamasında Kocaeli Liman Bölgesinde bulunan konteyner terminallerinde görev yapan 7 iş güvenliği uzmanına uygulanan anket çalışması ile desteklenmiştir. Karar vericilerin belirlenmesinde iş güvenliği uzmanlarının konteyner terminallerinde çalışıyor olması kriter olarak değerlendirilmiştir.

Adım 2 – Değerlendirme alt kriterlerinin belirlenmesi ve bulanık skalanın oluşturulması: Değerlendirme alt kriterleri, kriterlerin açıklanması aşamasında taranan ulusal ve uluslararası literatürden elde edilmiştir. 17 alt kriterlerin bulunduğu 5 adet anket formu karar vericilere yönlendirilerek değerlendirilmesi talep edilmiştir. Her bir katılımcının anket sorularına verdikleri cevaplar Tablo 2. kullanılarak üçgen bulanık değerlere dönüştürülmüştür. Bu aşamada amaç, yöneltilen sorulara verilen cevaplarda

öznel yargılardan kaynaklanabilecek yanılgıları ortadan kaldırarak etkili sonuçlar elde etmektir.

Adım 3 – Başlangıç direkt ilişki matrisinin (Z) oluşturulması: Karar vericiler tarafından alt kriterler arasındaki ikili ilişkiler değerlendirilmiştir. Bu aşamada bir önceki adımda uygulanan değerlerin üçgen bulanık değerlere çevrilmesi işlemi her bir alt kriter grubu ve her bir katılımcı için uygulanmıştır. 7 karar vericinin ve 5 alt kriter grubunun bulunması sebebiyle 3. Adım sonunda 35 adet başlangıç direkt ilişki matrisi (Z) elde edilmiştir.

Adım 4 – Normalize edilmiş direkt ilişki matrisi (X) oluşturulması: Bu adımda amaç alt kriterleri karşılaştırılabilir ölçeğe dönüştürmektir. Bunun için öncelikle doğrusal skala transformasyon yöntemi kullanılmıştır. Böylece 7 tane karar vericiden elde edilen karar matrisleri bulanık ortalama işlemine tabi tutulmuştur. İşlem her bir alt kriter grubu için uygulanmıştır. İşlem aşamasında Formül (2) kullanılmıştır. Oluşturulan 5 alt kriter grubuna ait bulanık ortalama matrisleri Ek-B'de sunulmuştur.

4. adımın ikinci aşamasında, önceden oluşturulmuş bulanık ortalama matrislerine Formül (4) ve Formül (5) uygulanmış ve 5 alt kriter grubuna ait bulanık ortalama matrisleri normalize edilmiştir. Bu işlem dizisinde ilişki matrisinde bulunan u sütunları toplanmış ve bulunan sonuçlar arasındaki maksimum değer tespit edilmiştir. Toplanan u sütunları arasından maksimum değerler her bir grup için r olarak tanımlanmıştır. Elde edilen r değerleri bulanık direkt ilişki matrislerindeki tüm değerlere bölünmüştür. 4. Adıma ait işlem dizisi 5 alt kriter grubuna ait bulanık ortalama matrislerinin tümüne uygulanmış ve elde edilen normalize bulanık direkt ilişki matrisleri Tablo 11., Tablo 12., Tablo 13., Tablo 14. ve Tablo 15.'te gösterilmiştir.

Tablo 11. G1 Alt Kriter Grubuna Ait Normalize Bulanık Direkt İlişki Matrisi (X)

X	SC1			SC2			SC3		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
SC1	0	0	0,131	0,262	0,393	0,506	0,319	0,45	0,506
SC2	0,393	0,525	0,525	0	0	0,131	0,206	0,337	0,45
SC3	0,337	0,468	0,487	0,225	0,356	0,468	0	0	0,131

Tablo 12. G2 Alt Kriter Grubuna Ait Normalize Bulanık Direkt İlişki Matrisi (X)

X	SC4			SC5			SC6		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
SC4	0	0	0,127	0,272	0,399	0,454	0,254	0,381	0,472
SC5	0,327	0,454	0,49	0	0	0,127	0,2	0,327	0,454
SC6	0,327	0,454	0,508	0,308	0,435	0,508	0	0	0,127

Tablo 13. G3 alt kriter grubuna ait normalize bulanık direkt ilişki matrisi (X)

X	SC7			SC8			SC9		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
SC7	0	0	0,121	0,259	0,379	0,483	0,207	0,328	0,397
SC8	0,259	0,379	0,466	0	0	0,121	0,207	0,328	0,414
SC9	0,224	0,345	0,414	0,172	0,293	0,379	0	0	0,121

Tablo 14. G4 alt kriter grubuna ait normalize bulanık direkt ilişki matrisi (X)

X	SC10			SC11			SC12			SC13		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
SC10	0	0	0,107	0,274	0,381	0,427	0,152	0,244	0,305	0,061	0,152	0,259
SC11	0,168	0,259	0,35	0	0	0,107	0,213	0,32	0,366	0,137	0,244	0,32
SC12	0,107	0,198	0,29	0,183	0,29	0,366	0	0	0,107	0,03	0,122	0,229
SC13	0,061	0,152	0,244	0,076	0,183	0,29	0,122	0,213	0,305	0	0	0,107

Tablo 15. G5 alt kriter grubuna ait normalize bulanık direkt ilişki matrisi (X)

X	SC14			SC15			SC16			SC17		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
SC14	0	0	0,092	0,25	0,342	0,355	0,21	0,302	0,368	0,184	0,276	0,328
SC15	0,223	0,315	0,355	0	0	0,092	0,144	0,236	0,328	0,131	0,223	0,302
SC16	0,25	0,342	0,368	0,197	0,289	0,355	0	0	0,092	0,144	0,223	0,302
SC17	0,197	0,289	0,342	0,223	0,315	0,355	0,092	0,171	0,25	0	0	0,092

Adım 5 – Toplam bulanık direkt ilişki matrisinin (T) oluşturulması: Bu adımda mevcut kriterler arasında etkileyen-etkilenen modelinin kurulabilmesi amaçlanmıştır. Bu modelin kurulması için Formül (7) işleme

dahil edilmiştir. Bir önceki adımda elde edilen normalize bulanık direkt ilişki matrisi bulanık değerler içermektedir. Bu nedenle Formül (7)'nin uygulanmasında zorluklar yaşanmaktadır. Bu doğrultuda *l, m, u* değerlerinin her biri için ayrı bir matris oluşturulmuş ve her bir matrise Formül (7) uygulanmıştır. *l, m, u* değerlerinin oluşturduğu matrislere birim matris (*I*) üzerinden çıkarma işlemi uygulanmıştır. Sonrasında elde edilen matrislerin tersi alınmıştır. Ve son adım olarak matrisin ilk hali ile çarpma işlemi uygulanmıştır. İşlem sonucunda matrisler tek bir matris altında birleştirilmiştir. Aynı işlem her bir alt kriter grubuna uygulanmış ve alt kriter gruplarına ait 5 toplam bulanık direkt ilişki matrisleri Tablo 16., Tablo 17., Tablo 18., Tablo 19. ve Tablo 20.'de gösterilmiştir.

Tablo 16. G1 Alt Kriter Grubuna Ait Toplam Bulanık Direkt İlişki Matrisi (T)

T	SC1			SC2			SC3		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
SC1	0	0	-0,34511	0,12572	0,68734	-1,65435	0,17033	0,82644	-1,63117
SC2	0,26145	1,13011	-1,71151	0	0	-0,32241	0,09804	0,61002	-1,42618
SC3	0,20607	0,96848	-1,57541	0,1011	0,60699	-1,47955	0	0	-0,3104

Tablo 17. G2 Alt Kriter Grubuna Ait Toplam Bulanık Direkt İlişki Matrisi (T)

T	SC4			SC5			SC6		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
SC4	0	0	-0,42045	0,13182	0,60977	-1,79442	0,10823	0,52675	-1,81316
SC5	0,17681	0,73788	-2,00646	0	0	-0,41317	0,07792	0,44093	-1,77026
SC6	0,19285	0,79842	-2,18914	0,16935	0,72575	-2,13086	0	0	-0,42696

Tablo 18. G3 Alt Kriter Grubuna Ait Toplam Bulanık Direkt İlişki Matrisi (T)

T	SC7			SC8			SC9		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
SC7	0	0	1,57301	0,09172	0,31749	5,87014	0,06492	0,26065	4,6
SC8	0,09505	0,32881	5,7161	0	0	1,5548	0,06492	0,26065	4,8
SC9	0,07258	0,2769	4,72976	0,04786	0,21879	4,27837	0	0	1,4

Tablo 19. G4 Alt Kriter Grubuna Ait Toplam Bulanık Direkt İlişki Matrisi (T)

T	SC10			SC11			SC12			SC13		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
SC10	0	0	-0,49	0,0979	0,3283	-2,654	0,0393	0,1805	-1,779	0,0075	0,0794	-1,309
SC11	0,039	0,1701	-1,939	0	0	-0,6	0,0637	0,2535	-2,173	0,0245	0,1422	-1,644
SC12	0,0173	0,1055	-1,438	0,0456	0,2025	-2,091	0	0	-0,48	0,0024	0,0522	-1,06
SC13	0,0064	0,0693	-1,156	0,0105	0,1043	-1,584	0,0209	0,1207	-1,54	0	0	-0,374

Tablo 20. G5 alt kriter grubuna ait toplam bulanık direkt ilişki matrisi (T)

T	SC14			SC15			SC16			SC17		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
SC14	0	0	-0,211	0,1159	0,5274	-1,095	0,0766	0,3838	-1,035	0,0636	0,3472	-0,918
SC15	0,0885	0,4317	-1,041	0	0	-0,197	0,0411	0,2617	-0,886	0,036	0,246	-0,807
SC16	0,1118	0,5042	-1,111	0,0815	0,4189	-1,074	0	0	-0,182	0,0444	0,2624	-0,833
SC17	0,0746	0,3884	-0,97	0,0896	0,4309	-1,004	0,0224	0,1803	-0,663	0	0	-0,161

Adım 6 – Değerlerin durulaştırılması işlemi: Bu adımda öznel yargı yanılgılarını en aza indirerek etkin sonuçlar elde edebilmek amaçlanmıştır. Önceki adımda bulanıklaştırılan değerler üzerinde bu adımda durulaştırılma işlemi gerçekleştirilmiştir. Öncelikle toplam bulanık direkt ilişki matrisinde yer alan sütun elemanları değerlerinin toplamı ile $\widetilde{D}_i$ değeri ve satır elemanları değerleri toplamı ile $\tilde{R}_i$ değeri bulunmuş ve elde edilen değerler ile $\widetilde{D}_i + \tilde{R}_i$ ve $\widetilde{D}_i - \tilde{R}_i$ işlemleri kullanılarak yeni bir matris oluşturulmuştur. Sonrasında elde edilen matrise Formül (9) ve Formül (10) uygulanmıştır. Böylece durulaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. İşlem her bir alt kriter grubuna ait

toplam bulanık direkt ilişki matrislerine ayrı ayrı uygulanmıştır. Alt kriter gruplarına ait elde edilen durulaştırılmış ilişki matrisleri Tablo 21., Tablo 22., Tablo 23., Tablo 24. ve Tablo 25.'te gösterilmiştir.

Tablo 21. G1 Alt Kriter Grubuna Ait Durulaştırılmış İlişki Matrisi

	SC1	SC2	SC3
$\widetilde{D}_i + \widetilde{R}_i$	0,181404302	-0,06530101	-0,03342605
$\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i$	-0,33492785	0,25512085	0,079806998

Tablo 22. G2 alt kriter grubuna ait durulaştırılmış ilişki matrisi

	SC4	SC5	SC6
$\widetilde{D}_i + \widetilde{R}_i$	-0,67218445	-0,73594243	-0,80632025
$\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i$	-0,08528558	-0,05283018	0,138115753

Tablo 23. G3 alt kriter grubuna ait durulaştırılmış ilişki matrisi

	SC7	SC8	SC9
$\widetilde{D}_i + \widetilde{R}_i$	6,688491465	6,581308693	5,873098642
$\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i$	-0,0104595	0,123583852	-0,11312435

Tablo 24. G4 alt kriter grubuna ait durulaştırılmış ilişki matrisi

	SC10	SC11	SC12	SC13
$\widetilde{D}_i + \widetilde{R}_i$	-2,29520227	-2,64999744	-2,25517147	-1,95810847
$\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i$	-0,16016378	0,101685748	0,113840071	-0,05536203

Tablo 25. G5 alt kriter grubuna ait durulaştırılmış ilişki matrisi

	SC14	SC15	SC16	SC17
$\widetilde{D}_i + \widetilde{R}_i$	-0,22402825	-0,30397026	-0,39158817	-0,3690272
$\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i$	-0,0191628	-0,13935807	0,095565232	0,062955643

Bu adımda ilgili formüller ile elde edilen $\widetilde{D}_i + \widetilde{R}_i$ değerleri alt kriterlerin ilişki düzeylerini ifade etmektedir. Bu doğrultuda alt kriterler arasında etkileşim düzeyi en yüksek olanlar sırasıyla "ergonomik koşullara uyulmaması (SC7)", "fiziksel risk etmenleri (SC8)" ve "kaygan zemin (SC9)" olarak tespit edilmişken etkileşim düzeyi en düşük olanlar sırasıyla "kişisel koruyucu donanımların kullanılmaması veya yanlış kullanılması (SC12)", "periyodik bakım eksiklikleri (SC10)" ve "ekipmanların uygunsuzluğu veya yetersizliği (SC11)" olduğu gözlemlenmiştir. Bu kapsamda etkileşim düzeyi yüksek olan alt kriterlerin dış faktörlere bağımlılıkta yüksek düzey etki gösteriyor olduğu söylenebilmektedir. Dolayısıyla ana kriterler, alt kriterler özelinde daha spesifik başlıklar altında incelendiğinde çalışma ortamı kaynaklı iş kazalarının diğer kaza nedenleri arasındaki etkileşiminin yüksek olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuca göre çalışma ortamı uygunluğunun sağlanması diğer iş kazası nedenlerini de en aza indirerek iş kazasının tetiklenmesinin önüne geçebilecek potansiyele sahiptir. "Ekipmanların uygunsuzluğu veya yetersizliği (SC11)" alt kriteri ise dış faktörlerden etkilenme düzeyi en düşük olan kriter olarak tespit edilmiştir.

Adım 7 – Neden sonuç ilişkilerinin belirlenmesi: Bu aşamada $\widetilde{D}_i + \widetilde{R}_i$ ve $\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i$ değerlerinin ilişkisi tespit edilmiştir. Konteyner terminallerinde yaşanan iş kazaları nedenleri analizinde belirlenen ve gruplar halinde incelenen alt kriterler grup içerisinde diğer kriterleri etkileyen ve diğer kriterlerden etkilenen parametreler olarak değerlendirilmiştir. Bu aşamada kriterlerin neden sonuç ilişkilerinin belirlenmesi ve etkileyen, etkilenen şeklinde gruplar halinde incelenebilmesi adına $\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i$ değerleri göz önünde bulundurulmuştur. $\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i$ değeri pozitif olarak tespit edilen kriterler, diğer kriterleri etkileyen grupta yer alırken $\widetilde{D}_i - \widetilde{R}_i$ değeri negatif olarak elde edilen kriterler diğer kriterlerden etkilenen grupta yer almaktadır. Bu kapsamda yürütülen analiz sonucuna göre çalışan kaynaklı iş kazaları grubunda yer alan "iş güvenliği kültürünün benimsenememesi (SC2)" ve "fiziksel ve ruhsal

sağlık problemleri (SC3)" alt kriterleri "tehlikeli hareketler (SC1)" alt kriterini etkileyen rol oynarken "tehlikeli hareketler (SC1)" alt kriteri ise diğer alt kriterlerden etkilenen grupta yer aldığı tespit edilmiştir. Yönetim uygulamaları kaynaklı iş kazaları grubunda yer alan "yönetimsel denetim eksiklikleri (SC6)" alt kriteri "ulusal ve uluslararası mevzuatın uygulanmaması (SC4)" ve "iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin etkin olmaması (SC5)" alt kriterlerini etkileyen grupta yer aldığı görülmüştür. Üçüncü grup olarak incelenen çalışma ortamı kaynaklı iş kazaları arasında yer alan "fiziksel risk etmenleri (SC8)" alt kriterinin "ergonomik koşullara uyulmaması (SC7)" ve "kaygan zemin (SC9)" alt kriterleri üzerinde etki gösterdiği gözlemlenmiştir. Ekipman kaynaklı iş kazaları kriterinin altında incelenen "ekipmanların uygunsuzluğu veya yetersizliği (SC11)" ve "kişisel koruyucu donanımların kullanılmaması veya yanlış kullanılması (SC12)" alt kriterleri grup içi diğer kriterleri etkilediği görülürken "periyodik bakım eksiklikleri (SC10)" ve "terminal içerisindeki trafik (SC13)" alt kriterlerinin SC11 ve SC12 alt kriterlerinden etkilendiği görülmüştür. Son olarak yük elleçleme operasyonları kaynaklı iş kazaları altında değerlendirilen "depolama alanının yetersizliği (SC16)" ve "hasarlı konteyner elleçleme (SC17)" grup içi diğer kriterleri etkileyen grupta yer aldığı görülmüşken "yükleme-boşaltma uygunsuzlukları (SC14)" ve "tehlikeli yüklerde elleçleme uygunsuzlukları (SC15)" alt kriterlerinin diğer kriterlerden etkilendiği sonucuna varılmıştır.

Adım 8 – Kriter ağırlıklarının hesaplanması: Kriterlerin diğer kriterler üzerindeki ağırlık dereceleri Formül (11) ve Formül (11a) kullanılarak tespit edilmiştir. Alt kriterlere ait ilgili formüller uygulanarak elde edilen alt kriter ağırlıkları Tablo 26.'da gösterilmiştir.

Tablo 26. Alt Kriter Ağırlıkları

	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9	SC10	SC11	SC12	SC13	SC14	SC15	SC16	SC17
Wi	0,654	0,313	0,094	0,274	0,325	0,4	0,365	0,354	0,282	0,249	0,331	0,24	0,18	0,109	0,24	0,349	0,301

Elde edilen alt kriterlere ait ağırlıklar incelendiğinde en yüksek değere sahip olan üç kriter sırasıyla "tehlikeli hareketler (SC1)", "yönetimsel denetim eksiklikleri (SC6)" ve "ergonomik koşullara uyulmaması (SC7)" olduğu gözlemlenmiştir. Kriter ağırlıkları hususunda alt kriterler kendi aralarında değerlendirildiğinde ana kriterlere ait gruplandırmalardan farklı sonuçlar elde edilmesinin sebebi ana kriterlerin kendi aralarında ve alt kriterlerin kendi aralarında analiz edilmesidir. Bu doğrultuda konteyner terminallerinde yaşanan iş kazaları nedenlerine ait alt kriterlerin arasında tehlikeli hareketler, yönetimsel denetim eksiklikleri ve ergonomik koşullara uyulmaması konuları en baskın rol oynayan faktörler arasında olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra analiz sonucunda en zayıf etkiye sahip alt kriterlerin ise "fiziksel ve ruhsal sağlık problemleri (SC3)", "yükleme-boşaltma uygunsuzlukları (SC14)" ve "terminal içerisindeki trafik (SC13)" olduğu gözlemlenmiştir.

Bulunan sonuçlar Eşitlik (12) doğrultusunda kontrol edilmiş ve analiz sürecinin doğru ilerlediği bu şekilde ispat edilmiştir. Elde edilen kriter ağırlıkları analiz aşamasının üçüncü kısmını oluşturan TOPSIS yöntemi ile alternatiflerin değerlendirilmesinde analiz verisi olarak kullanılmıştır.

Alternatiflerin TOPSIS Yöntemi ile Analiz Edilmesi

Konteyner terminallerinde yaşanan iş kazalarının nedenlerine ilişkin kriterler ve alt kriterler önceki başlıklarda açıklanmış ve bulanık DEMATEL yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Konteyner terminallerinde yaşanan iş kazalarının nedenlerine yönelik 5 adet alternatif belirlenmiş ve önceki başlıklarda belirlenen alternatiflere ait detaylı bilgiler sunulmuştur. Alternatifler TOPSIS yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Bu başlıkta

uygulanan TOPSIS yöntemi analizi aktarılmıştır. Her bir alternatif bir kısaltma kodu ile tanımlanmış ve kısaltma kodları Tablo 27.'de aktarılmıştır. Her bir alternatife ileriki bölümlerde Tablo 27.'de aktarılan ilgili kısaltma kodu kullanılarak değinilmiştir. Bu yöntem çalışmayı karmaşık halden kurtararak daha yalın olmasına olanak sağlamıştır.

Tablo 27. Alternatiflere Ait Kısaltma Kodları

Kod	Açıklama
A1	İSG Eğitimleri Etkinliğinin Arttırılması
A2	Güvenlik Liderliğinin Geliştirilmesi ve Sürdürülmesi
A3	Terminal Proseslerinde Dijitalleşme
A4	Çalışma Alanında 5S ve 6S Kuralları Kapsamında Düzenlemeler
A5	İSG Denetimlerinin Etkinliğinin Arttırılması

Adım – 1 Karar matrisinin (*D*) oluşturulması: Konteyner terminallerinde yaşanan iş kazalarının nedenlerinin ortadan kaldırılması ile iş kazalarının önlenmesi veya etkilerinin en aza indirilmesi amacıyla uygulanması gerekli olan 5 adet alternatif çözüm önerisi ulusal ve uluslararası literatürden elde edilmiştir. Belirlenen 5 tane alternatif ve 17 tane alt kriterin TOPSIS yöntemi ile analizi bu başlık altında açıklanmıştır. Veriler Kocaeli Liman Bölgesinde bulunan konteyner terminallerinde görev yapmakta olan 7 iş güvenliği uzmanına düzenlenen anket ile elde edilmiştir. Birinci adım olan karar matrisinin oluşturulmasında kullanılan anket formu, alternatiflerin satırda alt kriterlerin sütunda yer aldığı ve uzman karar vericiler tarafından her alternatifin her bir kritere göre değerlendirilmesini kapsamaktadır. İlgili anket sonuçları Ek-C'de sunulmuştur.

Adım – 2 Normalize matrisin (*R*) oluşturulması: İlk adımda elde edilen karar matrisi Formül (14) kullanılarak normalize etme işlemine tabi tutulmuştur. Bu adımın amacı veriler arasındaki farklılığın çok fazla olduğu

durumlarda analiz edilecek verileri tek bir matriste toplamak ve işlem adımlarını oluşturulan matris üzerinden daha kolay şekilde ilerletebilmektir. Formül (14) kullanılarak elde edilen alternatiflere ait normalize edilmiş matris Tablo 28.'de gösterilmiştir.

Tablo 28. Alternatiflere Ait Normalize Matris (R)

R	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9	SC10	SC11	SC12	SC13	SC14	SC15	SC16	SC17
A1	0,151	0,138	0,08	0,099	0,123	0,095	0,084	0,078	0,102	0,08	0,086	0,141	0,078	0,125	0,121	0,071	0,091
A2	0,141	0,141	0,117	0,121	0,115	0,141	0,099	0,102	0,076	0,121	0,121	0,123	0,104	0,136	0,136	0,082	0,112
A3	0,095	0,093	0,05	0,112	0,084	0,086	0,073	0,078	0,035	0,136	0,093	0,071	0,095	0,115	0,108	0,08	0,084
A4	0,128	0,136	0,08	0,089	0,097	0,106	0,121	0,106	0,128	0,123	0,099	0,091	0,104	0,099	0,11	0,11	0,097
A5	0,145	0,13	0,091	0,11	0,123	0,136	0,108	0,108	0,117	0,104	0,123	0,136	0,106	0,128	0,117	0,082	0,108

Adım – 3 Ağırlıklandırılmış normalize matrisin (V) elde edilmesi: Bu adımda Formül (11a) ile elde edilen alt kriterlere ait ağırlıklar (W) ile R matrisinde yer alan her bir değer çarpılarak V matrisi elde edilmiştir. Çarpma işlemi Formül (16) ile uygulanmış ve elde edilen V matrisi Tablo 29.'da gösterilmiştir.

Tablo 29. Alternatiflere Ait Ağırlıklandırılmış Normalize Matris (V)

V	A1	A2	A3	A4	A5
SC1	0,099	0,092	0,062	0,083	0,095
SC2	0,043	0,044	0,029	0,043	0,041
SC3	0,003	0,004	0,002	0,003	0,003
SC4	0,027	0,033	0,031	0,024	0,03
SC5	0,04	0,037	0,027	0,032	0,04
SC6	0,038	0,056	0,035	0,042	0,054
SC7	0,031	0,036	0,027	0,044	0,039
SC8	0,028	0,036	0,028	0,037	0,038
SC9	0,029	0,021	0,01	0,036	0,033

V	A1	A2	A3	A4	A5
SC10	0,02	0,03	0,034	0,031	0,026
SC11	0,029	0,04	0,031	0,033	0,041
SC12	0,034	0,03	0,017	0,022	0,033
SC13	0,014	0,019	0,017	0,019	0,019
SC14	0,014	0,015	0,012	0,011	0,014
SC15	0,029	0,033	0,026	0,027	0,028
SC16	0,025	0,029	0,028	0,039	0,029
SC17	0,027	0,034	0,025	0,029	0,033

Adım – 4 Pozitif ideal ve negatif ideal çözüm değerlerinin elde edilmesi: Pozitif ideal (A^+) ve negatif ideal (A^-) çözüm değerleri Formül (18) ve Formül (19) kullanılarak elde edilmiş ve Tablo 30. ile aktarılmıştır.

Tablo 30. Pozitif İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Değerleri

	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9	SC10	SC11	SC12	SC13	SC14	SC15	SC16	SC17
(μ^+)	0,099	0,044	0,004	0,033	0,04	0,056	0,044	0,038	0,036	0,034	0,041	0,034	0,019	0,015	0,033	0,039	0,034
(μ^-)	0,062	0,029	0,002	0,024	0,027	0,035	0,027	0,028	0,01	0,02	0,029	0,017	0,014	0,011	0,026	0,025	0,025

Adım – 5 Pozitif ideal ve negatif ideal çözüm noktalarına uzaklık değerlerinin hesaplanması: Pozitif ideal çözüme uzaklık (S_j^+), Formül (7.20) ve negatif ideal çözüme uzaklık (S_j^-) Formül (21) uygulanarak elde edilmiştir. Her bir alternatife ait elde edilen (S_j^+) ve (S_j^-) değerleri Tablo 8.28.'de gösterilmiştir. Tablo 31.'de gösterilen pozitif ideal çözüme uzaklık değeri (S_j^+) ile ifade edilirken negatif ideal çözüme uzaklık değeri ise (S_j^-) ile ifade edilmiştir.

Tablo 31. Pozitif İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Noktalarına Uzaklık Değerleri

	(S_j^+)	(S_j^-)
A1	0,036413544	0,049007689
A2	0,021613761	0,05103217
A3	0,062642788	0,016265825
A4	0,029628658	0,046631492
A5	0,016147689	0,055856035

Adım – 6 İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması: Bu adımda pozitif ideal ve negatif ideal çözüm noktaları kullanılarak ideal çözüme göreli yakınlık değerleri elde edilmiştir. Bu sonuca ulaşabilmek için Formül (22) kullanılmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 32.'de verilmiştir.

Tablo 32. İdeal Çözüme Göreli Yakınlık

	C_j
A1	0,573717885
A2	0,702478021
A3	0,206134975
A4	0,611479154
A5	0,775738144

Adım – 7 Alternatiflerin sıralanması: Son adımda alternatifler, ideal çözüme göreli yakınlıkları dikkate alınarak sıralanmaktadır. C_j değeri ne kadar yüksek ise alternatif o derece idealdir. Alternatiflere ait sıralama Tablo 33.'te görüldüğü gibidir.

Tablo 33. Alternatiflerin Sıralaması

Alternatif Kodu	Alternatif Açıklaması	Alternatif Değeri ve Sırası
A5	İSG Denetimlerinin Etkinliğinin Arttırılması	0,775738144
A2	Güvenlik Liderliğinin Geliştirilmesi ve Sürdürülmesi	0,702478021
A4	Çalışma Alanında 5S ve 6S Kuralları Kapsamında Düzenlemeler	0,611479154
A1	İSG Eğitimleri Etkinliğinin Arttırılması	0,573717885
A3	Terminal Proseslerinde Dijitalleşme	0,206134975

Kocaeli Liman Bölgesinde bulunan konteyner terminallerinde görev yapmakta olan 7 iş güvenliği uzmanı görüşleri alınarak düzenlenen anket sonuçlarına ilişkin analizler yukarıda açıklanmış ve aktarılmıştır. Konteyner terminallerinde yaşanan iş kazalarına sunulan 5 alternatif TOPSIS yöntemi ile analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 33.'te sunulmuştur. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan TOPSIS yöntemi ile belirlenen alternatifler önem derecelerine göre sıralanmıştır. Analiz sonucuna göre konteyner terminallerinde yaşanan iş kazalarına ilişkin alternatifler arasında en ideal alternatif iş sağlığı ve güvenliği denetimlerinin etkinliğinin arttırılması olarak tespit edilmişken ardından önem düzeyine göre alternatifler sırasıyla güvenlik liderliğinin geliştirilmesi ve sürdürülmesi, çalışma alanında 5S ve 6S kuralları kapsamında düzenlemelerin hayata geçirilmesi, iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin etkinliğinin arttırılması ve terminal proseslerinde dijitalleşme şeklinde sıralanmıştır.

Özdemir (2016), limanlarda yaşanan iş kazaları nedenlerinin ve bu nedenlere yönelik sunulan alternatiflerin bulanık DEMATEL ve TOPSIS yöntemleriyle incelediği çalışmasında, belirlenen kriterler arasında yapılan sıralamada ilk iki kriteri insan hatası ve yönetimsel eksikliklere ilişkin faktörler olarak tespit etmiştir. Alternatifleri önem derecesine göre sıraladığında ise ilk sırada yeterli yetkinliğe sahip kadrolu personelin çalıştırılması alternatifi yer almıştır. Çalışmanın limanlarda yapılmış olması daha genel sonuçlar elde edilmesine sebep olmuştur. Çalışmanın konteyner terminalleri özeline indirgenmesi ile karar vericilerden elde edilen veriler

sonucu uygulanan analizde önem derecesi en yüksek olan alternatifin iş sağlığı ve güvenliği denetimlerinin arttırılması sonucuna ulaşılmıştır.

Samuel & diğ. (2017) Malezya kapsamında yapı işleri sektöründe ölümlü iş kazalarını incelediği çalışmasında yaşanan iş kazaları sebepleri arasında ağırlığı en yüksek olan faktörün çalışanların iş sağlığı ve güvenliği prosedürlerine uymamaları ve kişisel koruyucu donanımları doğru şekilde kullanmamaları olduğunu tepit etmiştir. Bu çalışma sonucunda elde edilen sonuçlara göre konteyner terminallerinde iş güvenliği kültürünün benimsenememesi ve kişisel koruyucu donanımların doğru şekilde kullanılmaması faktörleri incelenen on yedi alt kriter arasında ikinci yarıda yer almaktadır. Bu da gösteriyor ki yapı işlerinde iş güvenliği kültürüne ve kişisel koruyucu donanımların kullanımına ilişkin problemler daha yaygın görülmekte ve daha sıklıkla iş kazasına sebebiyet vermektedir. Samuel & diğ. (2017) çalışmasında iş sağlığı ve güvenliği denetimlerinin etkinliğinin yeterli olmamasını tespit etmiş ve bu çalışmada yürütülen alternatiflerin değerlendirilmesi aşamasında ilk sırada geldiği görülen iş sağlığı ve güvenliği denetimlerinin etkinliğinin arttırılması sonucu ile benzer olarak denetim mekanizmasının geliştirilmesi gerekliliği üzerinde durmuştur.

Wu & Huang (2019) tarafından yürütülen çalışmada Tianjin Limanı yangın ve patlama kazası incelenmiştir. Çalışmada kazanın kök nedeninin güvenli olmayan davranış sergileme olduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda iş kazaları nedenleri arasında insan faktörü üzerinde durmuştur. Bu çalışmada iş kazaları nedensellik analizinde elde edilen sonuçlara göre konteyner terminallerinde yaşanan çalışan kaynaklı iş kazaları belirlenen diğer iş kazaları nedenleri arasında kriter ağırlığı en düşük faktör olmasına karşın diğer kriterler üzerinde etki sahibi olduğu tespit edilmiştir.

Danacı (2017) yürüttüğü çalışmada limanları iş sağlığı ve güvenliği kapsamında incelemiştir. Çalışma için gerekli veriler liman işletmeleri, işverenleri veya işveren vekilleri üzerinde uygulanan anket ve açık uçlu

soruları cevaplama çalışmaları ile elde edilmiştir. Çalışanların kazalara yönelik önlemlerin alınması adına yöneticilerden beklenti duymaları buna rağmen bildirim konusunda yaşanan uygunsuzluklar işletmelerde yönetici-çalışan kanalında iletişim eksikliği olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışmada konteyner terminallerinde yaşanan iş kazalarına sunulan alternatifler arasında yer alan analiz sonucunda önem derecesi bakımından ikinci sırada yer alan güvenlik liderliğinin geliştirilmesi, konteyner terminallerinde çalışanlar ve güvenlik liderleri arasındaki iletişimin güçlendirilmesi gerekliliğini göstermektedir. Limanlarda yapılan çalışmanın sonuçları konteyner terminallerinin incelendiği bu çalışmanın sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Andriani & diğ. (2019) tarafından yürütülen çalışmada bağlantı noktalarının yarı otomatik çalıştığı bir yeşil liman terminallerinde kullanılan ve minimum insan gücü ile yürütülen operasyonlar incelenmiştir. Çalışmada, insan gücünün minimum seviyede tutulmasına karşın iş kazalarının azalmadığı gözlemlenmiştir. Bu çalışmada konteyner terminallerinde yaşanan iş kazalarını önleyebilmek adına geliştirilen alternatifler arasında yer alan terminal proseslerinde dijitalleşme hususu, görüşleri alınan iş güvenliği uzmanları tarafından yapılan alternatif sıralamasında son sırada seçilmiştir. Bu doğrultuda hem iş kazalarında azalma görülmemesi hem de iş güvenliği uzmanlarının görüşleri denizcilik sektörünün dijitalleşmeye henüz hazır olmadığını desteklemiştir.

Solmaz & diğ. (2020) konteyner terminallerinde güvenlik kültürü düzeyi ile yaşanan iş kazaları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Uygulama Marmara Bölgesi'nde yer alan altı farklı konteyner terminalini kapsamaktadır. Veriler, limanların iş güvenliği uzmanları üzerinde düzenlenen anketler ile elde edilmiştir. Çalışmada, veriler SPSS yazılımı ile analiz edilmiştir. Yapılan analizler, pozitif güvenlik kültürünün iş kazalarının önlenmesi üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğu sonucunu sunmuştur. Güvenlik kültürünün

benimsendiği liman işletmelerinde kaza sıklık ve şiddetlerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmada alt kriterler arasında yer alan iş güvenliği kültürünün benimsenememesi, tehlikeli hareketler alt kriterinin etkileyen kategoride yer aldığı görülmüştür. Tehlikeli hareketlerin sergilenmesini tetikleyen benimsenememiş bir iş güvenliği kültürü iş kazalarının yaşanmasına da zemin hazırlamaktadır. Bu kapsamda Solmaz & diğ. (2020) tarafından yürütülen çalışma ile bu çalışmanın sonuçlarının paralellik gösterdiği tespit edilmiştir.

Hua & diğ. (2021), tehlikeli kargo patlaması özelinde FTA (Fay Tree Analysis) yöntemine dayalı olarak kazanın nedensel faktörlerini sistematik olarak analiz etmiştir. Çalışma sonucunda tehlikeli yüklerin yönetiminde kullanılabilecek öneriler sunmuştur. Yapılan analiz sonuçları limanlarda tehlikeli kargo patlamalarının kaza nedensellik faktörleri yapısısnda yönetim ve insan faktörlerinin baskın olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmada, bu çalışmada kullanılan analiz yöntemlerinden farklı bir analiz tekniği kullanılmış olsa da sonuçlar, yönetim uygulamaları kaynaklı kazalarının nedensellik kriter ağırlığının yüksek olduğunu göstermiştir. Bu doğrultuda denizcilik sektöründe iş kazaları ile mücadele etmede yönetim faktörü üzerinde iyileştirmeler sağlanması yararlı olacaktır.

Budiyanto & Fernanda (2020), konteyner terminallerinde yaşanan iş kazalarını incelemiştir. Çalışma, risk matrisi kullanılarak yapılmış FTA yöntemine dayanan bir risk analizini kapsamaktadır. Risk analizi sonuçlarına göre yükleme boşaltma faaliyetleri sırasında konteynerın rıhtıma düşme riski yüksek degere sahiptir. Bunun yanı sıra FTA sonuçlarında konteyner terminallerinde yaşanan trafik kazalarının diğer kazalara göre %41,8 oranı ile en büyük potansiyel risk olduğu görülmüştür. Bu çalışmanın aksine konteyner terminallerindeki iş kazaları nedenlerinin bulanık DEMATEL ile incelendiği çalışmada, kriter ağırlıkları en düşük olan iki faktör terminal

içerisindeki trafik ve yükleme boşaltma uygunsuzlukları şeklinde tespit edilmiştir.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Son yıllarda uluslararası ticarette denizyolu taşımacılığının tercih edilmesinin sebepleri arasında zaman ve maliyet yönünden avantajlı bir taşımacılık türü olması sayılmaktadır. Denizyolu taşımacılığı aynı anda büyük miktarlarda yük taşıyabilme kapasitesi sebebiyle diğer taşımacılık türlerine göre oldukça ekonomiktir. Yakıt tüketiminin ve değişken maliyetlerin minimum seviyede olması da denizyolu taşımacılığını diğer taşıma türlerine göre ekonomik hale getiren faktörler arasındadır. Bunun yanı sıra denizyolu taşımacılığı, kullanılan yükleme boşaltma teknikleri ile hızlı ve güvenilir bir taşıma sistemi sağlamaktadır. Kara ve demiryolu taşımacılığına nazaran daha düşük karbon ayak izine sahip olması da denizyolu taşımacılığının çevrecilik özelliğini ön plana çıkarmaktadır.

Denizyolu taşımacılığında sıklıkla kullanılan konteyner tipi taşımacılık, yüklerin özellikle güvenilir ve hızlı şekilde taşınmasına olanak sağlamaktadır. Konteyner terminal proseslerinin karmaşık yapıda olması ve birçok farklı risk etmenini bir arada barındırması iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemlerine dikkat çekilmesini sağlamıştır. Sektörün tehlikeli sınıfta yer alması ve farklı kategorilerde risklerin mevcut olması iş kazası türü, yaşanma sıklığı ve şiddeti üzerinde etkili faktörlerdendir.

Bu çalışmada konteyner terminallerinde yaşanan iş kazaları nedenleri 5 kriter ve 17 alt kriter eşliğinde incelenmiş ve bulanık DEMATEL tekniği ile analiz edilmiştir. Sektörde yaşanan iş kazaları nedenleri doğrultusunda belirlenmiş 5 alternatif çözüm önerisi ise TOPSIS yöntemi ile önem düzeyine göre sıralanması amacıyla analiz edilmiştir.

Konteyner terminallerinin tehlikeli sınıfta yer alan işletmeler olduğu göz önünde bulundurulduğunda, yaşanan çalışma alanında yaşanan iş kazalarının sonuçlarının da ağır olacağı sonucuna varılmaktadır. İş kazalarının önlenmesinde kaza yaşanmadan önce mevcut tehlike ve riskleri belirleyerek bu doğrultuda önleyici faaliyetlerin uygulanması olarak açıklanan proaktif

yaklaşımlar iş kazalarının yaşanmasını veya etkilerinin en aza indirilmesinde büyük önem arz etmektedir. Bu kapsamda iş kazalarına zemin hazırlayan faktörlerin, iş kazası nedenlerinin doğru ve eksiksiz olarak tespit edilebilmesi gerekmektedir. İş kazaları nedenlerinin doğru analiz edilebilmesinin yanı sıra belirlenen önleyici faaliyetlerin de risk düzeyine göre sıralanabilmesi iş sağlığı ve güvenliği faaliyetlerinde önemli bir adımı oluşturmaktadır. Bu çalışmada ulusal ve uluslararası literatür ile uzman görüşlerinden elde edilerek belirlenen ve analizlerde kullanılan kriter, alt kriter ve alternatif bulgularının çalışma sahasına uyumlu ve sahaya uygulanabilir olması gerçekçi sonuçlar elde edilebilmesini sağlamıştır.

Kriterler, çalışan kaynaklı, yönetim uygulamaları kaynaklı, çalışma ortamı kaynaklı, ekipman kaynaklı ve yük elleçleme kaynaklı iş kazaları şeklinde belirlenmiştir. Söz konusu 5 kriterin altında yer alan 17 alt kriter, ana kriterler altında gruplar halinde değerlendirilmiştir. Değerlendirme alt kriterleri, çalışan kaynaklı iş kazaları (G1); tehlikeli hareketler, iş güvenliği kültürünün benimsenememesi, fiziksel ve ruhsal sağlık problemleri, yönetim uygulamaları kaynaklı iş kazaları (G2); ulusal ve uluslararası mevzuatın uygulanmaması, iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin etkin olmaması ve yönetimsel denetim eksiklikleri, çalışma ortamı kaynaklı iş kazaları (G3); ergonomik koşullara uyulmaması, fiziksel risk etmenleri ve kaygan zemin, ekipman kaynaklı iş kazaları (G4); periyodik bakım eksiklikleri, ekipmanların uygunsuzluğu veya yetersizliği, kişisel koruyucu donanımların kullanılmaması veya yanlış kullanılması ve terminal içerisindeki trafik, yük elleçleme kaynaklı iş kazaları (G5); yükleme-boşaltma uygunsuzlukları, tehlikeli yüklerde elleçleme uygunsuzlukları, depolama alanı yetersizliği ve hasarlı konteyner elleçleme şeklinde gruplandırılmıştır. Alternatifler ise iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin etkinliğinin arttırılması, güvenlik liderliğinin geliştirilmesi ve sürdürülmesi, terminal proseslerinde dijitalleşme, çalışma alanında 5S ve 6S kuralları kapsamında düzenlemelerin

sağlanması ve iş sağlığı ve güvenliği denetimlerinin etkinliğinin arttırılması olarak değerlendirilmiştir.

Kocaeli Liman Bölgesinde faaliyet gösteren konteyner terminallerinde görev yapmakta olan 7 iş güvenliği uzmanının görüşlerine ilişkin yapılan anket çalışmaları sonucunda elde edilen veriler bulanık DEMATEL ve TOPSIS yöntemleri kullanılarak analiz edilmiş ve sonuçlandırılmıştır.

Bulanık DEMATEL yöntemi ile kriterlerin değerlendirilmesi sonucu konteyner terminallerinde yaşanan iş kazaları nedenleri arasında ilk sırada yönetim uygulamaları kaynaklı iş kazaları gelmektedir. Analiz sonucunda elde edilen neden sonuç diyagramına göre konteyner terminallerinde yaşanan iş kazaları nedenleri arasında belirlenen ve analiz edilen "çalışan kaynaklı iş kazaları (C1)" ve "ekipman kaynaklı iş kazaları (C4)" kriterlerinin grup içerisindeki diğer kriterler üzerinde etki sahibi olduğu görülmüştür. C1 ve C4 kriterlerinden etkilenen grupta ise "yönetim uygulamaları kaynaklı iş kazaları (C2)", "çalışma ortamı kaynaklı iş kazaları (C3)" ve "yük elleçleme operasyonları kaynaklı iş kazaları (C5)" kriterlerinin yer aldığı sonucuna varılmıştır. Bu doğrultuda çalışan ve ekipman kaynaklı sebepler ile yaşanan iş kazalarının, yönetim uygulamaları, çalışma ortamı ve yük elleçleme operasyonları kaynaklı iş kazalarını tetiklediği söylenebilir.

Uygulamanın ikinci aşamasında 5 ana kriter grubu altında incelenen toplam 17 alt kriter bulanık DEMATEL yöntemi ile analiz edilmiş ve alt kriter ağırlıkları tespit edilmiştir. Analiz sonucuna göre çalışan kaynaklı iş kazaları grubunda yer alan "iş güvenliği kültürünün benimsenememesi (SC2)" ve "fiziksel ve ruhsal sağlık problemleri (SC3)" alt kriterleri "tehlikeli hareketler (SC1)" alt kriterini etkileyen rol oynadığı görülürken "tehlikeli hareketler (SC1)" alt kriteri ise diğer alt kriterlerden etkilenen grupta yer aldığı tespit edilmiştir. Yönetim uygulamaları kaynaklı iş kazaları grubunda yer alan "yönetimsel denetim eksiklikleri (SC6)" alt kriteri "ulusal ve uluslararası mevzuatın uygulanmaması (SC4)" ve "iş sağlığı ve güvenliği

eğitimlerinin etkin olmaması (SC5)" alt kriterlerini etkileyen grupta yer aldığı görülmüştür. Üçüncü grup olarak incelenen çalışma ortamı kaynaklı iş kazaları arasında yer alan "fiziksel risk etmenleri (SC8)" alt kriterinin "ergonomik koşullara uyulmaması (SC7)" ve "kaygan zemin (SC9)" alt kriterleri üzerinde etki gösterdiği gözlemlenmiştir. Ekipman kaynaklı iş kazaları kriterinin altında incelenen "ekipmanların uygunsuzluğu veya yetersizliği (SC11)" ve "kişisel koruyucu donanımların kullanılmaması veya yanlış kullanılması (SC12)" alt kriterleri grup içi diğer kriterleri etkilediği görülürken "periyodik bakım eksiklikleri (SC10)" ve "terminal içerisindeki trafik (SC13)" alt kriterlerinin SC11 ve SC12 alt kriterlerinden etkilendiği görülmüştür. Son olarak yük elleçleme operasyonları kaynaklı iş kazaları altında değerlendirilen "depolama alanının yetersizliği (SC16)" ve "hasarlı konteyner elleçleme (SC17)" grup içi diğer kriterleri etkileyen grupta yer aldığı görülmüşken "yükleme-boşaltma uygunsuzlukları (SC14)" ve "tehlikeli yüklerde elleçleme uygunsuzlukları (SC15)" alt kriterlerinin diğer kriterlerden etkilendiği sonucuna varılmıştır. Tüm kriterlere ait kriter ağırlıkları üçüncü adım uygulamada kullanılmak üzere hesaplanmıştır.

Uygulamanın üçüncü aşamasında önceden belirlenen ve karar vericiler tarafından değerlendirilmeye alınan 5 alternatif TOPSIS yöntemi ile analiz edilmiş ve önem derecelerine göre sıralanmıştır. Uygulama için belirlenen konteyner terminallerinde yaşanan iş kazalarını önlemeye yönelik alternatifler arasında en ideal alternatif iş sağlığı ve güvenliği denetimlerinin etkinliğinin arttırılması olarak tespit edilmişken ardından önem düzeyine göre alternatifler sırasıyla güvenlik liderliğinin geliştirilmesi ve sürdürülmesi, çalışma alanında 5S ve 6S kuralları kapsamında düzenlemelerin hayata geçirilmesi, iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin etkinliğinin arttırılması ve terminal proseslerinde dijitalleşme şeklinde sıralanmıştır.

Yapılan sıralamaya göre konteyner terminallerinde yaşanan iş kazalarını önlemek adına iş sağlığı ve güvenliği denetimlerinin etkinliğinin arttırılması

büyük önem arz etmektedir. Denetim mekanizmasının iyileştirilmesi için denetimlerde rol oynayan devlet, kurum, işveren, çalışan, denetçi gibi tarafların denetim amacını doğru anlamaları gerekmektedir. Denetimlerin tarafsız şekilde gerçekleştirilmesi de bu noktada önemlidir. Bunun yanı sıra konuya ilişkin kanıksama olmaması adına denetim sıklığının uygun şekilde planlanması gerekmektedir. İlk aşamada hesaplanan kriter ağırlıkları ile elde edilen yönetim uygulamalarından kaynaklanan iş kazalarının daha etkili olması sonucu, önem derecesine göre alternatiflerin sıralandığı üçüncü aşamada iş sağlığı ve güvenliği denetimlerinin etkinliğinin arttırılması gerekliliğinin ilk sırada gelmiş olmasını desteklemiştir. Konteyner terminallerinde gerçekleştirilen iş sağlığı ve güvenliği denetimlerinin etkinliğinin arttırılabilmesi adına denetim hazırlık sürecinin sürekli canlı tutulması, saha ve dokümantasyon faaliyetlerinde mevzuata uygunluğun sürekli olarak incelenmesi, değerlendirilmesi ve sürekli iyileştirme çalışmalarının sürdürülmesi gerekmektedir. Denetim sonucunda alınan uygunsuzlukların majörden minöre doğru bir öncelik sıralamasına alarak en kısa sürede giderilmesi adına çalışmaların başlatılması da denetim çıktılarının çalışma ortamına entegre edilmesinde faydalı olacaktır.

Yapılan alternatif sıralamasında ikinci sırada geldiği tespit edilen güvenlik liderliğinin geliştirilmesi ve sürdürülmesi faktörü, sektörde güvenlik kültürünün henüz oluşturulamamış olmasından kaynaklı bir liderliğe ihtiyacın söz konusu olduğunu düşündürmüştür. Bu doğrultuda aslında her bir çalışanın güvenlik liderliği görevini üstlenebilmesi ve farkındalık yaratılabilmesi adına çeşitli çalışmalar yürütülebilir. Örneğin çalışanlar arasında iş sağlığı ve güvenliği faaliyetleri ile ilgili teşekkür ve hatırlatma sistemleri kurulabilir. Buna ek olarak çalışanların iş sağlığı ve kurallarına uyum sağlayarak yalnızca kendi güvenliklerini değil çalışma arkadaşlarının güvenliklerini de sağlayabildiklerine ilişkin çeşitli duyarlılaştırma çalışmaları düzenleyerek farkındalık mesajları yayınlanabilir.

Üçüncü sırada yer alan çalışma alanında 5S ve 6S kuralları kapsamında düzenlemelerin sağlanması alternatifine ilişkin faaliyetlerin sektöre yeni bir soluk getireceği düşünülmektedir. Bu alternatifte 5S kurallarının yanı sıra 6S olarak güvenliğin de ön plana çıkarılması çalışma ortamına ilişkin iş kazalarını minimum seviyeye düşürme potansiyeline sahiptir. Bu doğrultuda özellikle tüm malzeme ve ekipmanların tanımlı alanlarının bulunması ve tanımlı alanlar dışında herhangi bir objenin bulunmaması iş kazası riskini minimize etmede önemli bir adımdır.

İş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin etkinliğinin arttırılması alternatifinin dördüncü sırada yer alması konteyner terminallerinde iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerine oldukça önem verildiğinin ve halihazırda bu eğitimlerin yüksek verimlilikte sağlandığının bir göstergesidir. Eğitimlerde özellikle kullanılan görsellerin ilgi çekici olması ve interaktif bir eğitim ortamının sağlanması önemli hususlardır.

Amaç hiyerarşisinin üçüncü adımı olan alternatiflerin belirlenmesi aşamasında terminal proseslerinde dijitalleşme alternatifinin konteyner terminallerinde iş kazalarını azaltacağı yöndeki etkisinin daha yüksek çıkacağı düşünülmüştür. Buna karşın yapılan anket çalışması aracılığıyla iş güvenliği uzmanlarından alınan görüşler sonrasında elde edilen bulguların analiz edilmesi sonucunda terminal proseslerinde dijitalleşme alternatifinin son sırada olduğu tespit edilmiştir. Bu sonucun sebebine ilişkin uzmanlar tarafından anket soruları cevaplanırken, dijitalleşme faaliyetleri sonrası iş gücünde azalma olabileceği dolayısıyla sektörde iş güvenliği uzmanı ihtiyacının da azalabileceği düşüncesinin etkili olması ihtimali üzerine bir çıkarım yapılabilir. Bunun yanı sıra terminal proseslerinde dijitalleşme alternatifinin sıralamanın sonunda yer alması, sektörün iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarında dijitalleşmeye henüz hazır olmadığı sonucunu gözler önüne sermiştir. Kaza önleme politikalarında denetim faktöründe iyileştirilmeler

yapılması uzman karar vericiler tarafından daha önemli bulunmuş ve dijitalleşme faktörünün ertelenebilir olduğu düşünülmüştür.

Çalışmada bulanık DEMATEL ve TOPSIS yöntemlerinin kullanılmasının amacı, büyük, karmaşık ve öznel yargılardan oluşan verilerin çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan bulanık DEMATEL ve TOPSIS yöntemleri ile objektif ve genellenebilir sonuçlar elde edilebilmesidir.

Literatür incelendiğinde liman işletmelerinde ve konteyner terminalleri özelinde yaşanan iş kazalarının bulanık DEMATEL yöntemi ve iş kazalarına sunulan alternatiflerin TOPSIS yöntemi ile incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu husus çalışmaya özgünlük katmanın yanı sıra konteyner terminal işletmelerine ve araştırmacılara sunulacak önerilerin sektöre katkı sağlayacağını destekler niteliktedir.

Denizcilik sektöründe yaşanan kazaların iş kazası kavramı çerçevesinde incelenmesi ve uygulamaların daha özel alanlarda gerçekleştirilmesi literatüre katkı sağlayacaktır. Diğer terminal türlerinde veya daha özel liman proseslerine ait çeşitli analizlerin yapılarak literatüre aktarılması gelecekteki araştırmacılara yol gösterir nitelikte olacaktır.

Bu çalışma çeşitli kısıtlara sahiptir. Çalışma Kocaeli Liman Bölgesinde faaliyet gösteren konteyner terminallerinde uygulanmıştır. Amaç hiyerarşisi kapsamında çalışmada kullanılan bulgular ulusal ve uluslararası literatür ile Kocaeli Liman Bölgesinde faaliyet gösteren konteyner terminallerinde çalışmakta olan iş güvenliği uzmanlarının görüşlerinden elde edilmiştir. Buna ek olarak çalışmada, bulanık DEMATEL ve TOPSIS yöntemlerinin kullanılması da çalışmanın kısıtları arasında yer almaktadır. Çalışmanın farklı bir sektöre, bölgeye, terminal türüne uygulanması, farklı bir amaç hiyerarşisi oluşturularak elde edilen bulgular, görüşlerine başvurulacak uzmanların alanlarında dikkate alınacak değişiklikler veya uygulama aşamasında farklı yöntemlerin kullanılması ile daha farklı sonuçlar elde edilebilir.

KAYNAKÇA

Abdullah, L. & Zulkifli, N. (2015). Integration of fuzzy ahp and ınterval type-2 fuzzy dematel: an application to human resource management. *Expert Systems With Applications*, *42*(9), 4397-4409. DOI: 10.1016/j.eswa.2015.01.021

Abdullah, L., Norsyahida, Z., Liao, H., Herrera-Viedma, E. & Al-Barakati, A. (2019). An ınterval-valued ıntuitionistic fuzzy dematel method combined with choquet ıntegral for sustainable solid waste management. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, *82*, 207–215. DOI: 10.1016/j.engappai.2019.04.005

Akyüz, Y., Bozdoğan, T. & Hantekin, E. (2011). TOPSIS yöntemiyle finansal performansın değerlendirilmesi ve bir uygulama. *Afyon Kocatepe University Journal Of Economics and Administrative Sciences*, *13*(1), 73-92.

Andriani, D. P., Novianti, V. D., Adnandy, R. & A'yunin, Q. (2019). Quantitative risk modelling of occupational safety ın green-port, *9th Annual Basic Science International Conference,* Malang, Indonesia, 20-21 Mart 2019.

Antão, P., Calderón, M., Puig, M., Michail, A., Wooldridge, C. & Darbra, R. M. (2016). Identification of occupational health, safety, security (ohss) and environmental performance ındicators ın port areas. *Safety Science*, *85*, 266-275. DOI: 10.1016/j.ssci.2015.12.031

Asan, A. & Akasah, Z. A. (2015). Developing an accident causation model for accident prevention at building construction sites, *Proceedings of the International Civil and Infrastructure Engineering Conference*, Singapore, 12 Mayıs 2015.

Ateş, A., Karadeniz, Ş. & Esmer , S. (2010). Dünya konteyner taşımacılığı pazarında türkiye'nin yeri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 2(2), 83-98.

Atılgan, A., Ersen, N., Peker, H. & Kahraman, N. (2015). Türkiye mobilya sanayinde iş kazası ve meslek hastalıklarının önlenmesine ilişkin tavsiyeler. *3. Ulusal Mobilya Kongresi*. Konya,Türkiye, 10-12 Nisan.

Balık, İ. (2014). Limanlar ve liman yeri seçimi. *Kent Akademisi Kent Kültürü ve Yönetimi Hakemli Elektronik Dergi*, 7(2), 37-48.

Başbuğ, A. & Bodur, M. Y. (2005). *İş hukuku*. Ankara: Birlik Matbaası, 140-147.

Bathrinath, S., Bhalaji, R. & Saravanasankar, S. (2021). Risk analysis ın textile ındustries using AHP-TOPSIS. *Materials Today: Proceedings*, 45(2), 1257-1263. DOI: 10.1016/j.matpr.2020.04.722

Bauk, S., Calvo , J. A., Mathar, R. & Schmeink, A. (2017). V2P/I communication for ıncreasing occupational safety at a seaport, *59th International Symposium*, Zadar, 18-20 Eylül 2017.

Bauk, S., Schmeink, A. & Colomer, J. (2017). Employing wireless networks ın enhancing occupational safety at the developing seaport–two proposals. *Polish Maritime Research, 30*(4), 115-124.

Benner, L. (1978). Accident theories and their ımplıcations for research, *Joint International Meeting of the American Association for Automotive Medicine and the International Association for Accident and Traffic Medicine*, Ann Arbor, Michigan, 10 Temmuz 1978.

Binbir, S. & Altındağ, C. (2004). *4857 Sayılı İş Kanunu ve İlgili Mevzuat* (1). Ankara: Yaklaşım Yayıncılık.

Bolat, P., Yüksel, G. & Uygur, S. (2016). A study for understanding cyber security awareness among turkish seafarers, *The Second Global Conference on Innovation in Marine Technology and the Future of Maritime Transportation,* Muğla, Türkiye, 24-25 Kasım 2016.

Budiyanto, M. A. & Fernanda, H. (2020). Risk assessment of work accident in container terminals using the fault tree analysis method. *Journal of Marine Science and Engineering*, *8*(6), 1-19. DOI: 10.3390/jmse8060466

Bulğurcu, B. & Koçak, F. S. (2020). Yeni ürün geliştirme projelerinde risk ve başarı faktörlerinin bulanık dematel tekniği ile değerlendirilmesi. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, *12*(1), 732-748.

Caballini, C. & Paolucci, M. (2019). A rostering approach to minimize health risks for workers: an application to a container terminal ın the ıtalian port of genoa. *Omega-international Journal of Management Science*, *95*, 15-33. DOI: 10.1016/j.omega.2019.08.001

Camkurt, M. Z. (2007). İşyeri çalışma sistemi ve işyeri fiziksel faktörlerinin iş kazaları üzerindeki etkisi. *TÜHİS İş Hukuku ve İktisat Dergisi*, *20*(6) 80-106.

Carrol, J. (1998). Safety culture as an ongoing process: culture surveys as opportunities for enquiry and change. *Work and Stress: An International Journal of Work, Health and Organisations*, *12*(3), 272-284. DOI: 10.1080/02678379808256866

Chai, Q., Li, H., Tian, W. & Zhang, Y. (2022). Critical success factors for safety program ımplementation of regeneration of abandoned ındustrial building projects ın China: a fuzzy DEMATEL approach. *Sustainability*, *14*(3), 1-23. DOI: 10.3390/su14031550

Chang, B., Chang, C. W. & Wu, C. H. (2011). Fuzzy DEMATEL method for developing supplier selection criteria. *Expert Systems With Applications*, *38*(3), 1850-1858. DOI: 10.1016/j.eswa.2010.07.114

Chen, C. T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy Sets and Systems*, *114*(1), 1-9. DOI: 10.1016/S0165-0114(97)00377-1

Chen, D., Pei, Y. & Xia, Q. (2020). Research on human factors cause chain of ship accidents based on multidimensional association rules. *Ocean Engineering, 218*, 1-9. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2020.107717

Chen, D. W., Li, Z. & Li, D. (2014). An ınnovative and applied study based on behavior for accidents statistical ındexes in China construction project, *International Conference on Management Science and Management Innovation,* Changsha, China, 14-15 Haziran 2014.

Chen, T. Y., (2015). The ınclusion-based topsıs method with ınterval-valued ıntuitionistic fuzzy sets for multiple criteria group decision making. *Applied Soft Computing, 26*, 57-73. DOI: 10.1016/j.asoc.2014.09.015

Chen, Y. & Wang, Z. (2021). Accident causing theory in construction safety management, *IOP Conference Series Earth and Environmental Science,* Surabaya, Indonesia, 21-22 Ağustos 2021.

Chunying, L. & Xiuwen, C. (2017). Research on open laboratory security access management system based on accident cause theory, *Proceedings of the 14th International Conference on Innovation & Management,* Wuhan, China, 27-29 Eylül 2017.

Clemmer, D. (1990). A Modular system for occupational ınjury coding based on the haddon matrix. *Journal Of Occupational Accidents*, 201-201.

Cohen, A. & Michael, J. (1998). *Assessing Occupational Safety and Health Training : A Literature Review.* Columbia, https://stacks.cdc.gov/view/cdc/11254, (Ziyaret Tarihi: 5 Mart 2022).

Costa, D. S., Assis Carvalho, M. V., Figueiredo, N. M., Moraes, H. B. & Ferreira, R. C. (2021). The efficiency of container terminals in the northern region of brazil. *Utilities Policy, 72*, 1-12. DOI: 10.1016/j.jup.2021.101278

Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik. (2013). T.C. Resmi Gazete (28648, 15 Mayıs 2013). ÇSGB (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı).

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı. (2011). *İş Teftişi Rehberi.* Türkiye, https://www.csgb.gov.tr/medias/6012/2011_46.pdf, (Ziyaret Tarihi: 12 Mart 2022).

Çelikbilek, Y. & Tüysüz, F. (2020). An ın-depth review of theory of the topsıs method: an experimental analysis. *Journal of Management Analytics, 7*(2), 281-300. DOI: 10.1080/23270012.2020.1748528

Çınar, Y. (2013). Kariyer tercihi probleminin yapısal bir modeli ve riske karşı tutumlar: olasılıklı DEMATEL yöntemi temelli bütünleşik bir yaklaşım. *Sosyoekonomi*, *19*(19), 157-186.

Çiçek, Ö. & Öçal, M. (2016). Dünyada ve Türkiye'de iş sağlığı ve iş güvenliğinin tarihsel gelişimi. *Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, *5*(11), 107-129.

Çukurluöz, S., Birgören, B., Yalçınkaya, M. & Orçanlı, K. (2020). Yalın üretimde 6s uygulamaları için yeni bir performans denetim yöntemi önerisi. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, *12*(2), 358-369. DOI: 10.29137/umagd.669819

Danacı, A. (2017). Türkiye'de liman işletmelerinde emniyet önlemleri üzerine bir inceleme. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 486504.

DeCamp, W. & Herskovitz, K. (2015). The theories of accident causation. security supervision and management: theory and practice of asset protection *(4)* içinde (71-78). Oxford: Butterworth-Heinemann.

Dizdar, E. N. (2001). Kaza sebeplendirme yaklaşımları. *Türk Tabipler Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi, 7*(25), 26-31.

Dursun, S. (2013). İş güvenliği kültürünün çalışanların güvenli davranışları üzerine etkisi. *Sosyal Güvenlik Dergisi*, *3*(2), 61-75

Ecer, F. (2007). Fuzzy TOPSIS yöntemiyle insan kaynağı seçiminde adayların değerlemesi ve bir uygulama. Doktora Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyonkarahisar, 191172.

Emreateş, N. (1997). İş sağlığı ve güvenliği denetimi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 61689.

Fa, Z., Li , X., Qiu, Z., Liu, Q. & Zhai, Z. (2021). From correlation to causality: path analysis of accident-causing factors in coal mines from the perspective of human, machinery, environment. *Resources Policy*, *73*, 1-11. DOI: 10.1016/j.resourpol.2021.102157

Fabiano, B., Currò, F., Reverberi, A. P. & Pastorino, R. (2010). Port safety and the container revolution: a statistical study on human factor and occupational accidents over the long period. *Safety Science*, *48*(8), 980-990. DOI: 10.1016/j.ssci.2009.08.007

Fernandes, J. P., Godina, R. & Matias, J. C. (2018). Evaluating the ımpact of 5s ımplementation on occupational safety ın an automotive ındustrial unit, *International Joint Conference On Industrial Engineering and Operations Management,* Lisbon, Portugal, 18-20 Temmuz 2018.

Firenze, R. J. & Walters, J. B. (1981). *Safety and Health for Industrial/Vocational Education; For Supervisors and Instructors.* Washington: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Center for Disease Control.

Fusco, P. & Saurí, S. (2009). Performance Indicators for roll-on–roll-off terminals a planning assessment tool. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, *2100*(2100), 38–46. DOI: 10.3141/2100-05

Gabus, A. & Fontela, E. (1973). *Perceptions of the World Problem Atique: Communication Procedure, Communicating with Those Bearing Collective Responsibility DEMATEL, Battelle Geneva Research Centre*, 1.

Gui, F., Xuecai, X., Qingsong, J., Zonghan, L., Ping, C. & Ying, G. (2019). The development history of accident causation models in the past 100 years: 24 model, a more modern accident causation model. *Process Safety and Environmental Protection*, *134*, 47-82. DOI: 10.1016/j.psep.2019.11.027

Gumus, A. T. (2009). Evaluation of hazardous waste transportation firms by using a two step fuzzy-AHP and TOPSIS methodology. *Expert Systems With Applications*, *36*(2), 4067-4074. DOI: 10.1016/j.eswa.2008.03.013

Gunawardhana, J., Perera, H. & Thibbotuwawa, A. (2021). Rule-based dynamic container stacking to optimize yard operations at port terminals. *Maritime Transport Research*, *2*, 1-23. DOI: 10.1016/j.martra.2021.100034

Gupta, K. (2021). A review on ımplementation of 5s for workplace management. *Journal of Applied Research on Industrial Engineering*.

Gülcan, T., Esmer, S., Zorba, Y. & Şengönül, G. (2013). Factors affecting operational efficiency of chemical cargo terminals a qualitative approach. Weintrit, A., (Ed.), Neumann, T., (Ed.), *Marine Navigation and Safety of Sea Transportation* içinde (27-31). Boca Raton: Taylor and Francis Group.

Güzel , A., & Çatalkaya, D. U. (2014). İş sözleşmesinin uygulanmasında ve işverenin yönetim yetkisinin sınırlanmasında dürüstlük (objektif iyiniyet) kuralının işlevi üzerine. *Marmara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Hukuk Araştırmaları Dergisi*, *20*(1), 17-66. DOI: 10.33433/maruhad.606894

Ha, M. H., & Yang, Z. (2017). Comparative Analysis of port performance ındicators: ındependency and ınterdependency. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, *103*, 264–278. DOI: 10.1016/j.tra.2017.06.013

Hardie, J., & Brennan, P. (2020). The Personal limitations checklist: human factors ınsights from air accidents to reduce ıntraoperative harm. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *59*(8), 1-17. DOI: 10.1016/j.bjoms.2020.12.007.

Horozoğlu, K. (2017). İş kazalarının iş sağlığı ve güvenliği açısından analizi. *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8*(2), 265-281.

Hosseinian, S. S. & Torghabeh, Z. J. (2012). Major theories of construction accident causation models: a literature review. *International Journal of Advances in Engineering and Technology*, *4*(2), 53-66.

Hoş, Z. (2019). İş sağlığı ve güvenliği mevzuatı bağlamında ülkemizde sanatçıların iş sağlığı ve güvenliği hakkı. *Çalışma İlişkileri Dergisi*, *10*(1), 55-67.

Hu, D. & Yao, Z. (2012). Stacker-reclaimer scheduling ın a dry bulk terminal. *International Journal of Computer Integrated*, *25*(11), 37-41. DOI: 10.1080/0951192X.2012.684707

Hu, X., Liang, C., Chang, D., & Zhang, Y. (2021). Container storage space assignment problem ın two terminals with the consideration of yard sharing. *Advanced Engineering Informatics*, *47*, 1-17. DOI: 10.1016/j.aei.2020.101224

Hua, W., Chen, J., Qin, Q., Wan, Z. & Song, L. (2021). Causation analysis and governance strategy for hazardous cargo accidents at ports: case study of tianjin port's hazardous cargo explosion accident. *Marine Pollution Bulletin*, *173*.

Hudson, P. T. (2014). Accident causation models, management and the law. *Journal of Risk Research*, *17*, 749-764. DOI: 10.1080/13669877.2014.889202

Hwang, C. L. & Yoon, K. (1981). Methods for multiple attribute decision making. *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, *186*, 58-191.

ILO. *About the ILO.* https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/lang--en/index.htm, (Ziyaret Tarihi: 5 Şubat 2022).

ILOSTAT. *ILOSTAT Data*. https://ilostat.ilo.org/data/, (Ziyaret Tarihi: 5 Şubat 2022).

IMO. *Introduction to IMO*. https://www.imo.org/en/About/Pages/Default.aspx, (Ziyaret Tarihi: 21 Şubat 2022).

IMO. (2004). *SOLAS XI-2 and the ISPS Code*. https://www.imo.org/en/OurWork/Security/Pages/SOLASXI2%20ISPS%20Code.aspx, (Ziyaret Tarihi: 23 Şubat 2022).

IMO. *The International Maritime Dangerous Goods (IMDG) Code*. https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/DangerousGoodsdefault.aspx#:~:text=The%20IMDG%20Code%20was%20developed,prevent%20pollution%20to%20the%20environment. (Ziyaret Tarihi: 28 Şubat 2022).

IMO. (1993). *TheInternational Safety Management (ISM) Code*. https://www.imo.org/en/OurWork/HumanElement/Pages/ISMCode.aspx, (Ziyaret Tarihi: 21 Şubat 2022).

IMO. (1999). Amendments To The Code For The Investigation Of Marine Casualties and Incidents. *International Maritime Organization*, 884, 1-40.

İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi. *Ergonomi*. İstanbul, https://cdnacikogretim.istanbul.edu.tr/auzefcontent/20_21_Bahar/ergonomi/1/index.html, (Ziyaret Tarihi: 22 Şubat 2022).

İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu. (2012). T.C. Resmi Gazete (28339, 30 Haziran 2012). ÇSGB (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı).

İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği. (2012). T.C. Resmi Gazete (28509, 26 Aralık 2012). ÇSGB (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı).

Jang, K. & Ha, K. (2016). The effect of occupational safety and health education on occupational accidents. *Journal of Korean Society of Occupational and Environmental Hygiene*, *26*(1), 90-98. DOI: 10.15269/JKSOEH.2016.26.1.90

Jassbi, J., Mohamadnejad, F. & Nasrollahzadeh, H. (2011). A fuzzy DEMATEL framework for modeling cause and effect relationships of strategy map. *Expert Systems with Applications*, *38*(5), 5967-5973. DOI: 10.1016/j.eswa.2010.11.026

Jiménez, M., Romero, L., Fernández, J., Espinosa, M. D. & Domínguez, M. (2019). Extension of the lean 5s methodology to 6s with an additional layer to ensure occupational safety and health levels. *Sustainability*, *11*(3827), 1-18. DOI: 10.3390/su11143827

Karaahmetoğlu, A. (2021). Osmanlı Devleti'nde Tanzimat Dönemi'nde mecelle bağlamında işçi işveren ilişkileri. *Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, *10*(26), 75-94. DOI: 10.31199/hakisderg.835363

Karaatlı, M., Ömürbek, N., Işık, E. & Yılmaz, E. (2016). Performans değerlemesinde DEMATEL ve bulanık TOPSIS uygulaması. *Ege Akademik Bakış*, *16*(1), 49-64.

Karabulut, A. (2016). Türkiye'de İş Güvenliği Denetimi Sorunlar ve Çözüm Önerileri. Yüksek Lisans Tezi, Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 426211.

Karadağ, T. & Kepekli, T. A. (2019). İnşaat sektöründe yaşanan iş kazaları ve kaza nedenleri. *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8*(2), 314-322.

Keceli, Y. (2013). A Simulation model for decision support in Ro-Ro. *Int. J. Logistics Systems and Management*, *15*(4), 338-358. DOI: 10.1504/IJLSM.2013.054896

Kharoufah, H., Murray, J., Baxter, G. & Wild, G. (2017). A review of human factors causations in commercial air transport accidents and ıncidents: from to 2000-2016. *Progress in Aerospace Sciences*, *99*, 1-13. DOI: 10.1016/j.paerosci.2018.03.002

Kuo, S. Y. & Lin, P. C. (2020). Determinants of green performance in container terminal operations-a lean management. *Journal of Cleaner Production*, *275*, 1-12. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.123105

Li, R. J. (1999). Fuzzy method in group decision making. *Computers and Mathematics with Applications, 38*(1), 91-101. DOI: 10.1016/S0898-1221(99)00172-8

Liker, J. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles From The World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw-Hill Education.

Limanlar Kanunu. (1925). T.C. Resmi Gazete (95, 20 Nisan 1925). UDHB (Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı).

Limanlar Yönetmeliği. (2012). T.C. Resmi Gazete (28453, 31 Ekim 2012). UDHB (Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı).

Lu, C. S. & Kuo, S. Y. (2016). The effect of job stress on self-reported safety behaviour in container terminal operations: the moderating role of emotional ıntelligence. *Transportation Research Part F*, *37*, 10-26. DOI: 10.1016/j.trf.2015.12.008

Lu, C. S. & Yang, C. S. (2010). Safety leadership and safety behavior ın container terminal operations. *Safety Science*, *48*(2), 123-134. DOI: 10.1016/j.ssci.2009.05.003

Lu, C. S. & Shang, K. C. (2005). An empirical ınvestigation of safety climate in container terminal operators. *Journal of Safety Research*, *36*(3), 297-308. DOI: 10.1016/j.jsr.2005.05.002

Lun , Y. V. & Zhu, W. (2017). Liquid bulk and oil terminals. *Encyclopedia of Maritime and Offshore Engineering*, 1-12. DOI: 10.1002/9781118476406.emoe194

M'hand, M. A., Boulmakoul, A., Badir, H. & Lbath, A. (2019). A scalable real-time tracking and monitoring architecture for logistics and transport in RoRo terminals. *The 10th International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies,* Leuven, 29 Nisan-2 Mayıs 2019).

Manu, P. A., Ankrah, N. A., Proverbsb, D. G. & Suresh, S. (2012). Investigating the multi-causal and complex nature of the accident causal ınfluence of construction project features. *Accident Analysis & Prevention*, *48*, 126-133. DOI: 10.1016/j.aap.2011.05.008

Manu, P., Ankrah, N., Proverbs, D., Suresh, S. & Ahadzie, D. (2010). How and to what extent do construction project features contribute to accident causation? an ınsight for accident prevention. *West Africa Built Environment Research (WABER) Conference,* Accra, (27-28 Temmuz).

Marayong, P., Yeh, H., Coronado, E., Ganji, V. & Chaudhari, A. (2012). Computer-aided container handling assistance for ergonomic crane operation. *California State University*. 1-23.

Marshall, P., Hirmas, A. & Singer, M. (2018). heinrich's pyramid and occupational safety: a statistical validation methodology. *Safety Science*, *101*, 180-189. DOI: 10.1016/j.ssci.2017.09.005

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. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.05.120

Mollaoğlu, M., Bucak, U. & Demirel, H. (2019). A quantitative analysis of the factors that may cause occupational accidents at ports. *Journal of ETA Maritime Science*, *7*(4), 294-303. DOI: 10.5505/jems.2019.15238

Monjezi, M., Dehghani, H., Singh, T., Sayadi, A. & Gholinejad, A. (2012). Application of TOPSIS method for selecting the most appropriate blast Design. *Arabian Journal of Geosciences*, *5*, 95-101. DOI: 10.1007/s12517-010-0133-2

Motorcu, A. R. & Tayyar, S. (2020). İş güvenliği denetimlerinin çalışan teknik personellerin iş güvenliği kültürlerine etkilerinin incelenmesi: oto servisleri üzerine bir araştırma, *2. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi,* Konya, 7 Haziran 2020.

Motter, A. A. & Santos, M. (2017). The ımportance of communication for the maintenance of health and safety ın work operations ın ports. *Safety Science, 96,* 117-120. DOI: 10.1016/j.ssci.2017.03.020

Nævestad, T. O., Phillips, R., Størkersen, K., Laiou, A. & Yannis, G. (2019). safety culture in maritime transport in norway and greece: exploring national, sectorial and organizational ınfluences on unsafe behaviours and work accidents. *Marine Policy, 99,* 1-13. DOI: 10.1016/j.marpol.2018.10.001

Nassima, L. & Jawab, F. (2018). Road accident modeling approaches: literature review. *2018 International Colloquium on Logistics and Supply Chain Management,* Morocco, 26-27 Nisan 2018.

Nikolaou, P. & Dimitriou, L. (2021). Lessons to be learned from top-50 global container port terminals efficiencies: a multi-period DEA-Tobit approach. *Maritime Transport Research, 2,* 1-15. DOI: 10.1016/j.martra.2021.100032

Omidi, L., Salehi, V., Zakerian, S. & Saraji, N. (2022). Assessing the ınfluence of safety climate-related factors on safety performance using an ıntegrated entropy-TOPSIS approach. *Journal of Industrial and Production Engineering*, *39*(1), 73-82. DOI: 10.1080/21681015.2021.1958937

Organ, A. (2013). Bulanık DEMATEL yöntemiyle makine seçimini etkileyen kriterlerin değerlendirilmesi. *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *22*(1), 157-172.

Osada, T. (1991). *The 5S's, Five Keys To A Total Quality Environment.* Tokyo: Asian Productivity Organization.

OSHA. (2013). *Working Safely While Repairing Intermodal Containers in Marine Terminals.* https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/osha3626.pdf, (Ziyaret Tarihi: 13 Aralık 2021).

OSHA. (2004). *Personal Protective Equipment*. https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/osha3151.pdf, (Ziyaret Tariri: 25 Şubat 2022).

Ömürgönülşen, M., Çekiç, B. & Ar, İ. M. (2020). Lojistik firmalarında endüstri 4.0 uyum sürecinde dikkate alınacak faktörlerin bulanık DEMATEL yöntemi ile değerlendirilmesi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi,* 167-184. DOI: 10.18092/ulikidince.581659

Özdemir, Ü. (2016). Bulanık DEMATEL ve Bulanık TOPSIS Yöntemleri Kullanılarak Limanlarda Yaşanan İş Kazalarının İncelenmesi. *Journal of ETA Maritime Science*, *4*(3), 235-247.

Özveri, M. (2015). *İşçi Sağlığı İş Güvenliği ve İş Cinayetleri.* İstanbul: Birleşik Metal-İş Yayınları.

Pavić, Z., & Novoselac, V. (2013). Notes On TOPSIS Method. *International Journal of Research in Engineering and Science, 1*(2), 5-12.

Peck, M. D., Kruger, G. E., Merwe, A. E., Godakumbura, W., Oen, I. M., Swart, D., & Ahuja, R. B. (2008). Burns and Injuries From Non-Electric-Appliance Fires In Low- and Middle-Income Countries: Part II. A Strategy For Intervention Using The Haddon Matrix. *Burns*, *34*(3), 312–319. DOI: 10.1016/j.burns.2007.08.009

Penkey, S. P., Siddiqui, N. A. (2015). A Review on Accident Pyramid and its Empirical Interpretation in Oil and Gas Industry (Upstream). *International Journal of Scientific and Research Publications*, *5*(1), 1-3.

Perboli, G., Gajetti, M., Fedorov, S., Giudice, S. L. (2021). Natural Language Processing For The Identification Of Human Factors In Aviation Accidents Causes: An Application to the SHEL Methodology. *Expert Systems With Applications*, *186*, 1-7. DOI: 10.1016/j.eswa.2021.115694

Qiao, W., Liu, Y., Ma, X., Liu, Y. (2020). A Methodology to Evaluate Human Factors Contributed to Maritime Accident by Mapping Fuzzy FT Into ANN Based on HFACS. *Ocean Engineering*, *197*(1), 1-18. DOI: 10.1016/j.oceaneng.2019.106892

Rostamabadi, A., Jahangiri, M., Zarei, E., Kamalinia, M., Banaee, S., Samaei, M. R. (2019). A Novel Fuzzy Bayesian Network-HFACS Model for Analyzing Human and Organization Factors (HOFs) in Process Accidents. *Process Safety and Environmental Protection*, *132*, 59-72. DOI: 10.1016/j.psep.2019.08.012

Sabet, P. G., Aadal, H., Jamshidi, M. M., Rad, K. G. (2013). Application of Domino Theory to Justify and Prevent Accident. *Journal of Mechanical and Civil Engineering*, *6*(2), 72-76. DOI: 10.9790/1684-0627276

Samuel, W., Hamid, R. A., Misnan, M. S. (2017). Analysis Of Fatal Building Construction Accidents: Cases and Causes. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology, 4*(8), 8030-8040.

Santos, T., Martins, P., Soares, C. (2021). The Impact of Container Terminal Relocation on Hinterland Geography. *Journal of Transport Geography*, *92*, 1-11. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2021.103014

Saraç, C. (1998). *Sosyal Sigortalar Kurumu ve İşveren Açısından İşkazası Kavramı.* Ankara: YODÇEM.

Schott, D. L., Lodewijks, G. (2007). Analysis Of Dry Bulk Terminals: Chances For Exploration. *Particle Systems Characterization*, *24*(4-5), 375–380. DOI: 10.1002/ppsc.200601121

Seker, S., Zavadskas, E. K. (2017). Application Of Fuzzy DEMATEL Method For Analyzing Occupational Risks On Construction Sites. *Sustainability*, *9*(11), 1-19. DOI: 10.3390/su9112083

Shang, K. C., Yang, C. S., Lu, C. S. (2011). The Effect Of Safety Management On Perceived Safety Performance In Container Stevedoring Operations. *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, *3*(3), 323-341.

Shyjith, K., Ilangkumaran, M., Kumanan, S. (2008). Multi-Criteria Decision-Making Approach to Evaluate Optimum Maintenance Strategy in Textile Industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, *14*(4), 375-386.

Sidek, S., Ibrahim, S. (2014). The Alignment Between Theory and Practice. Jaharuddin, N. S., Saadiatul I. (Ed.), *Management Science A Collection of Readings* içinde (18-34). Serdang: Universiti Putra Malaysia.

Sim, J. (2018). A Carbon Emission Evaluation Model for a Container Terminal. *Journal of Cleaner Production*, *186*, 526-533. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.03.170

Skeepersa, N., Mbohwa, C. (2015). A Study On The Leadership Behaviour, Safety Leadership and Safety Performance In The Construction Industry In South Africa. *Procedia Manufacturing*, *4*, 10-16. DOI: 10.1016/j.promfg.2015.11.008

Solmaz, M. S., Erdem , P., Barış, G. (2020). The Effects of Safety Culture on Occupational Accidents: An explanatory study in Container Terminals of Turkey. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, *7*(3), 356-364. DOI: 10.30897/ijegeo.749735

Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu. (2006). T.C. Resmi Gazete (26200, 16 Haziran 2006). ÇSGB (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı).

Sumrit, D., Anuntavoranich, P. (2013). Using DEMATEL Method to Analyze the Causal Relations on Technological Innovation Capability Evaluation Factors in Thai Technology-Based Firms. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*, *4*(2), 81-103.

Sungur, E., Vatansever, Ç., Tiryaki, A. R. (2009). İş Sağlığı Güvenliği Eğitimi: Etkili Eğitim Tasarımı ve Eğitim Etkinliğini Değerlendirme. *Mühendis ve Makina Dergisi*, *50*(592), 10-22.

Suraji, A., Duff, A. R., Peckitt, S. J. (2001). Development of Causal Model of Construction Accident Causation. *Journal of Construction Engineering and Management*, *127*(4), 337-344. DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2001)127:4(337)

Sureeyatanapas, P., Sriwattananusart, K., Niyamosoth, T., Sessomboon, W., Arunyanart, S. (2018). Supplier Selection Towards Uncertain and Unavailable Information: An Extension Of TOPSIS Method. *Operations Research Perspectives*, *5*, 69-79. DOI: 10.1016/j.orp.2018.01.005

Şakar, G., Uzun, A. (2021). Dry Bulk and General Cargo Terminals in the Supply Chain: A Delphi Study For Aliaga. *Maritime Faculty Journal*, *13*(1), 149-181. DOI: 10.18613/deudfd.942958

Şimşek, S., Ağseren, S., Şimşek, H. (2020). İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamalarında Sensör Kullanımının İncelenmesi. *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi*, *12*(1), 41-53.

Tang, G., Guo, Z., Yu, X., Song, X., Wang, W., Zhang, Y. (2015). Simulation and Modelling of Roll-on/roll-off Terminal Operation, *2015 International Conference on Electrical, Automation and Mechanical Engineering*.

Tavana, M., Marbini, A. H. (2011). A Group AHP-TOPSIS Framework For Human Spaceflight Mission Planning At NASA. *Expert Systems with Applications*, *38*(11), 13588-13603. DOI: 10.1016/j.eswa.2011.04.108

TDK. *Türk Dil Kurumu Sözlükleri*. https://sozluk.gov.tr/, (Ziyaret Tarihi: 11 Kasım 2021).

Tehlikeli ve Çok Tehlikeli Sınıfta Yer Alan İşlerde Çalıştırılacakların Mesleki Eğitimlerine Dair Yönetmelik. (2013). T.C. Resmi Gazete (28706, 13 Temmuz 2013). ÇSGB (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı).

Tong, L. I., Su, C. T. (1997). Optimizing Multi-Response Problems in the Taguchi Method by Fuzzy Multiple Attribute Decision Making. *Quality and Reliability Engineering International*, *13*(1), 25-34. DOI: 10.1002/(SICI)1099-1638(199701)13:1<25::AID-QRE59>3.0.CO;2-B

Töz, A. C., Köseoğlu, B. (2015). Denizcilikte İş Sağlığı ve İş Emniyeti: Limanlar Üzerine Genel Bir Değerlendirme. *II. Ulusal Liman Kongresi*, İzmir, 5-6 Kasım 2015.

Tzeng, G. H., Huang, J. J. (2011). *Multiple Attribute Decision Making.* Boca Raton: Taylor and Francis Group.

Ünal, A. U., Alkan, G. B. (2015). Liman İşletmeleri İçin İş Sağlığı ve Güvenliği Düzenlemeleri ve Önemi. *II. Ulusal Liman Kongresi*, İzmir, 5-6 Kasım 2015.

Ünal, A. U., Usluer, H. B. (2015). Tehlikeli Yük Elleçleme Eğitimlerinin Liman İşletmelerindeki Gereklilik Ve Önemi, *II. Ulusal Liman Kongresi,* İzmir, 5-6 Kasım 2015.

Velsink, H. (1994). Ports and Terminals Planning and Functional Design. Delft: Delft University of Technology.

Vianen, T., Ottjes, J., Lodewijks, G. (2011). Dry Bulk Terminal Characteristics. *Bulk Solids India,* (1-10).

Vrakas, G., Chan, C., Thai, V. (2021). The Effects Of Evolving Port Technology and Process Optimisation On Operational Performance: The Case Study Of An Australian Container Terminal Operator. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, *37*(4), 281-290. DOI: 10.1016/j.ajsl.2020.04.001

Wadsworth, E., Bhattacharya, S., Walters, D., Sci, M. (2016). Representing Workers on Arrangements for Occupational Safety and Health in a Global Industry: Dock-Workers Experiences in Two Countries. *Policy and Practice in Health and Safety*, *13*(2), 87-107. DOI: 10.1080/14774003.2015.11667819

Walters, D., Wadsworth, E., Bhattacharya, S. (2020). What About the Workers?-Experiences of Arrangements for Safety and Health in Global Container Terminals. *Safety Science, 121,* 474-484. DOI: 10.1016/j.ssci.2019.09.017

Wu, C., Huang, L. (2019). A New Accident Causation Model Based On Information Flow and Its Application In Tianjin Port Fire and Explosion Accident. *Reliability Engineering and System Safety, 182,* 73-85. DOI: 10.1016/j.ress.2018.10.009

Wu, T. C., Chen, C. H., Li, C. C. (2008). A Correlation Among Safety Leadership, Safety Climate and Safety Performance. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 21*(3), 307–318. DOİ: 10.1016/j.jlp.2007.11.001

Wu, W. W., Lee, Y. T. (2007). Developing Global Managers' Competencies Using the Fuzzy DEMATEL Method. *Expert Systems With Applications, 32*(2), 499–507. DOI: 10.1016/j.eswa.2005.12.005

Yang, X., Haugen, S. (2018). Implications From Major Accident Causation Theories To Activity-Related Risk Analysis. *Safety Science, 101,* 121–134. DOI: 10.1016/j.ssci.2017.08.020

Yavuz, H. (2017). Liman Sektöünde İş Güvenliği Analizi ve Uygulamaları: Risk Analizinde PRAT Tekniği, Bulanık Mantık ve AHP Yaklaşımı. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 464989.

Yılmaz, A. İ. (2013). İş Sağlığı ve Güvenliğinde Kaza Zinciri Teorisinin Önemi ile Açık İşletmelerdeki Tehlikeli Hareket ve Tehlikeli Durumlar. *Yer Altı Kaynakları Dergisi, 2*(3), 27-39.

Yi, H. C., Ting, C. K., Hshiung , T. G. (2007). FMCDM With Fuzzy DEMATEL Approach For Customers' Choice Behavior Model. *International Journal of Fuzzy Systems, 9*(4), 236-246.

Yiğit, A. (2015). *İş Güvenliği.* Bursa: Alfa Aktüel Yayınları.

Yiğiter, S. Ç. (2019). Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliğinin Tarihsel Gelişim Süreci. İslamoğlu, E., (Ed.), Yıldırımalp, S., (Ed.), *Sosyal Bilimlerde Yeni Araştırmalar* içinde (213-226). Ankara: Berikan Yayınevi.

Yip, T. L. (2008). Port Traffic Risks-A Study Of Accidents In Hong Kong Waters. *Transportation Research Part E, 44*(5), 921–931. DOI: 10.1016/j.tre.2006.09.002

Yuebo, J. (2014). The Environmental Risk Assessment for Terminals of Dangerous Bulk. *Advanced Materials Research, 955*(959), 1726-1731. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.955-959.1726

Yurdakul, M., İç, Y. T. (2003). Türk Otomotiv Firmalarının Performans Ölçümü Ve Analizine Yönelik Topsıs Yöntemini Kullanan Bir Örnek Çalışma. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 18*(1), 1-18.

Zhang, X., Su, J. (2019). A Combined Fuzzy DEMATEL and TOPSIS Approach For Estimating Participants In Knowledgeintensive Crowdsourcing. *Computers & Industrial Engineering*, *137*, 1-31. DOI: 10.1016/j.cie.2019.106085

Zhou, Q., Huang, W., Zhang, Y. (2011). Identifying Critical Success Factors In Emergency Management Using a Fuzzy DEMATEL Method. *Safety Science*, *49*(2), 243-252. DOI: 10.1016/j.ssci.2010.08.005

EKLER

Ek-1

Tablo A. 1. Katılımcı 1'e Ait Bulanık Başlangıç Direkt İlişki Matrisi ($\tilde{Z}^{(k_1)}$)

$\tilde{Z}^{(k_1)}$	C1			C2			C3			C4			C5		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
C1	0	0	0,25	0,25	0,5	0,75	0,75	1	1	0,5	0,75	1	0,75	1	1
C2	0,5	0,75	1	0	0	0,25	0,25	0,5	0,75	0,5	0,75	1	0,5	0,75	1
C3	0,25	0,5	0,75	0,25	0,5	0,75	0	0	0,25	0,5	0,75	1	0,5	0,75	1
C4	0	0,25	0,5	0,25	0,5	0,75	0,75	1	1	0	0	0,25	0,75	1	1
C5	0	0,25	0,5	0,25	0,5	0,75	0,25	0,5	0,75	0,5	0,75	1	0	0	0,25

Tablo A. 2. Katılımcı 2'ye Ait Bulanık Başlangıç Direkt İlişki Matrisi ($\tilde{Z}^{(k_2)}$)

$\tilde{Z}^{(k_2)}$	C1			C2			C3			C4			C5		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
C1	0	0	0,25	0	0,25	0,5	0,75	1	1	0,25	0,5	0,75	0,75	1	1
C2	0,5	0,75	1	0	0	0,25	0,25	0,5	0,75	0,5	0,75	1	0,75	1	1
C3	0,75	1	1	0,5	0,75	1	0	0	0,25	0,5	0,75	1	0	0,25	0,5
C4	0,5	0,75	1	0,25	0,5	0,75	0,75	1	1	0	0	0,25	0,25	0,5	0,75
C5	0,5	0,75	1	0,75	1	1	0,25	0,5	0,75	0,5	0,75	1	0	0	0,25

Tablo A. 3. Katılımcı 3'e Ait Bulanık Başlangıç Direkt İlişki Matrisi ($\tilde{Z}^{(k_3)}$)

$\tilde{Z}^{(k_3)}$	C1			C2			C3			C4			C5		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
C1	0	0	0,25	0	0,25	0,5	0,5	0,75	1	0,25	0,5	0,75	0,75	1	1
C2	0	0,25	0,5	0	0	0,25	0,75	1	1	0,5	0,75	1	0,25	0,5	0,75
C3	0,25	0,5	0,75	0,5	0,75	1	0	0	0,25	0	0,25	0,5	0	0,25	0,5
C4	0,5	0,75	1	0,75	1	1	0,25	0,5	0,75	0	0	0,25	0,5	0,75	1
C5	0,75	1	1	0,25	0,5	0,75	0	0,25	0,5	0,75	1	1	0	0	0,25

Tablo A. 4. Katılımcı 4'e Ait Bulanık Başlangıç Direkt İlişki Matrisi ($\tilde{Z}^{(k_4)}$)

$\tilde{Z}^{(k_4)}$	C1			C2			C3			C4			C5		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
C1	0	0	0,25	0	0,25	0,5	0,5	0,75	1	0,25	0,5	0,75	0,75	1	1
C2	0,75	1	1	0	0	0,25	0,25	0,5	0,75	0	0,25	0,5	0,5	0,75	1
C3	0,5	0,75	1	0,25	0,5	0,75	0	0	0,25	0	0,25	0,5	0,75	1	1
C4	0,75	1	1	0	0,25	0,5	0,5	0,75	1	0	0	0,25	0,25	0,5	0,75
C5	0,75	1	1	0,25	0,5	0,75	0,5	0,75	1	0	0,25	0,5	0	0	0,25

Tablo A. 5. Katılımcı 5'e Ait Bulanık Başlangıç Direkt İlişki Matrisi ($\tilde{Z}^{(k_5)}$)

$\tilde{Z}^{(k_5)}$	C1			C2			C3			C4			C5		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
C1	0	0	0,25	0	0,25	0,5	0,75	1	1	0,25	0,5	0,75	0,5	0,75	1
C2	0,75	1	1	0	0	0,25	0,25	0,5	0,75	0,5	0,75	1	0	0,25	0,5
C3	0,25	0,5	0,75	0	0,25	0,5	0	0	0,25	0,75	1	1	0,5	0,75	1
C4	0,5	0,75	1	0,75	1	1	0,25	0,5	0,75	0	0	0,25	0	0,25	0,5
C5	0,5	0,75	1	0,25	0,5	0,75	0	0,25	0,5	0,75	1	1	0	0	0,25

Tablo A. 6. Katılımcı 6'ya Ait Bulanık Başlangıç Direkt İlişki Matrisi ($\tilde{Z}^{(k_6)}$)

$\tilde{Z}^{(k_6)}$	C1			C2			C3			C4			C5		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
C1	0	0	0,25	0	0,25	0,5	0,5	0,75	1	0,5	0,75	1	0,5	0,75	1
C2	0	0,25	0,5	0	0	0,25	0,25	0,5	0,75	0,25	0,5	0,75	0,25	0,5	0,75
C3	0,25	0,5	0,75	0,5	0,75	1	0	0	0,25	0,75	1	1	0,25	0,5	0,75
C4	0,5	0,75	1	0,25	0,5	0,75	0,75	1	1	0	0	0,25	0,5	0,75	1
C5	0,75	1	1	0,25	0,5	0,75	0,5	0,75	1	0,5	0,75	1	0	0	0,25

Tablo A. 7. Katılımcı 7'ye Ait Bulanık Başlangıç Direkt İlişki Matrisi ($\tilde{Z}^{(k_7)}$)

$\tilde{Z}^{(k_7)}$	C1			C2			C3			C4			C5		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
C1	0	0	0,25	0	0	0,25	0	0	0,25	0,25	0,5	0,75	0,75	1	1
C2	0,75	1	1	0	0	0,25	0,25	0,5	0,75	0,5	0,75	1	0,25	0,5	0,75
C3	0,5	0,75	1	0	0	0,25	0	0	0,25	0,75	1	1	0,5	0,75	1
C4	0,75	1	1	0	0	0,25	0,5	0,75	1	0	0	0,25	0,5	0,75	1
C5	0,75	1	1	0	0,25	0,5	0,5	0,75	1	0	0,25	0,5	0	0	0,25

Ek-2

Tablo B. 1. G1 Alt Kriter Grubuna Ait Bulanık Ortalama Matrisi

	SC1			SC2			SC3		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
SC1	0	0	0,219	0,438	0,656	0,844	0,531	0,75	0,844
SC2	0,656	0,875	0,875	0	0	0,219	0,344	0,563	0,75
SC3	0,563	0,781	0,813	0,375	0,594	0,781	0	0	0,219

Tablo B. 2. G2 Alt Kriter Grubuna Ait Bulanık Ortalama Matrisi

	SC4			SC5			SC6		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
SC4	0	0	0,219	0,469	0,688	0,781	0,438	0,656	0,813
SC5	0,563	0,781	0,844	0	0	0,219	0,344	0,563	0,781
SC6	0,563	0,781	0,875	0,531	0,75	0,875	0	0	0,219

Tablo B. 3. G3 Alt Kriter Grubuna Ait Bulanık Ortalama Matrisi

	SC7			SC8			SC9		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
SC7	0	0	0,25	0,536	0,786	1	0,429	0,679	0,821
SC8	0,536	0,786	0,964	0	0	0,25	0,429	0,679	0,857
SC9	0,464	0,714	0,857	0,357	0,607	0,786	0	0	0,25

Tablo B. 4. G4 Alt Kriter Grubuna Ait Bulanık Ortalama Matrisi

	SC10			SC11			SC12			SC13		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
SC10	0	0	0,219	0,563	0,781	0,875	0,313	0,5	0,625	0,125	0,313	0,531
SC11	0,344	0,531	0,719	0	0	0,219	0,438	0,656	0,75	0,281	0,5	0,656
SC12	0,219	0,406	0,594	0,375	0,594	0,75	0	0	0,219	0,063	0,25	0,469
SC13	0,125	0,313	0,5	0,156	0,375	0,594	0,25	0,438	0,625	0	0	0,219

Tablo B. 5. G5 Alt Kriter Grubuna Ait Bulanık Ortalama Matrisi

	SC14			SC15			SC16			SC17		
	l	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*	*l*	*m*	*u*
SC14	0	0	0,219	0,594	0,813	0,844	0,5	0,719	0,875	0,438	0,656	0,781
SC15	0,531	0,75	0,844	0	0	0,219	0,344	0,563	0,781	0,313	0,531	0,719
SC16	0,594	0,813	0,875	0,469	0,688	0,844	0	0	0,219	0,344	0,531	0,719
SC17	0,469	0,688	0,813	0,531	0,75	0,844	0,219	0,406	0,594	0	0	0,219

Ek-3

Tablo C. 1. Katılımcı 1 Tarafından Oluşturulan Karar Matrisi

k1	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9	SC10	SC11	SC12	SC13	SC14	SC15	SC16	SC17
A1	10	10	7	5	9	6	5	7	5	2	2	8	3	6	7	1	1
A2	10	10	6	7	10	8	5	7	1	10	10	10	8	10	8	2	6
A3	8	10	5	10	10	8	1	1	1	10	7	4	9	8	4	8	3
A4	10	8	2	5	8	8	7	8	8	10	10	10	6	9	8	5	6
A5	10	9	5	6	10	5	6	6	8	1	8	10	6	10	10	5	3

Tablo C. 2. Katılımcı 2 Tarafından Oluşturulan Karar Matrisi

k2	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9	SC10	SC11	SC12	SC13	SC14	SC15	SC16	SC17
A1	10	10	6	7	9	9	10	6	8	5	8	9	4	8	6	8	10
A2	7	8	10	8	6	8	4	8	3	8	6	3	8	7	9	5	7
A3	9	4	6	7	8	6	2	5	0	10	4	7	8	9	10	2	10
A4	10	10	10	5	10	7	9	6	10	7	8	6	9	7	10	8	10
A5	10	9	10	8	10	10	6	7	9	10	9	5	8	6	3	7	10

Tablo C. 3. Katılımcı 3 Tarafından Oluşturulan Karar Matrisi

k3	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9	SC10	SC11	SC12	SC13	SC14	SC15	SC16	SC17
A1	10	8	1	3	8	5	1	1	5	1	2	9	1	7	7	1	4
A2	10	10	8	9	7	10	6	6	6	7	8	10	8	9	9	5	9
A3	5	5	1	8	1	2	9	5	1	9	8	2	9	8	8	7	8
A4	6	8	1	7	3	7	4	2	8	6	4	2	6	4	4	7	4
A5	8	10	5	5	8	9	4	4	4	4	6	10	5	7	7	2	5

Tablo C. 4. Katılımcı 4 Tarafından Oluşturulan Karar Matrisi

k4	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9	SC10	SC11	SC12	SC13	SC14	SC15	SC16	SC17
A1	10	7	1	10	2	2	8	7	6	7	4	10	4	10	8	1	1
A2	8	7	6	7	3	9	7	2	1	5	3	5	2	9	9	2	1
A3	3	7	2	2	6	8	7	10	1	10	7	8	3	9	9	1	1
A4	4	10	1	2	1	1	10	10	10	8	2	1	1	4	5	5	2
A5	10	2	1	6	2	10	9	8	10	10	9	8	9	9	9	3	8

Tablo C. 5. Katılımcı 5 Tarafından Oluşturulan Karar Matrisi

k5	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9	SC10	SC11	SC12	SC13	SC14	SC15	SC16	SC17
A1	10	10	10	9	10	8	5	5	9	10	10	10	10	10	10	10	10
A2	10	10	9	9	9	10	9	9	9	10	10	10	9	10	10	10	10
A3	6	6	4	9	6	7	5	5	5	7	5	5	5	6	6	6	5
A4	10	10	10	9	10	10	10	9	9	10	9	10	10	9	10	10	10
A5	10	10	9	9	10	10	10	10	9	9	10	10	8	10	9	9	9