



Araştırma Makalesi / Research Article

KONTEYNER TERMINALLERİNDEKİ İŞ KAZALARININ BULANIK DEMATEL VE TOPSIS YÖNTEMLERİ İLE İNCELENMESİ: KOCAELİ LİMAN BÖLGESİNDE BİR UYGULAMA*

INVESTIGATION OF OCCUPATIONAL ACCIDENTS IN CONTAINER TERMINALS BY
FUZZY DEMATEL AND TOPSIS METHODS: AN APPLICATION IN KOCAELI PORT
AREA

Kübra GÜÇLÜ¹

Murat YORULMAZ²

<https://doi.org/10.55071/ticaretfbid.1304787>

Sorumlu Yazar / Corresponding Author
kguclu33@gmail.com

Geliş Tarihi / Received
28.05.2023

Kabul Tarihi / Accepted
07.12.2023

Öz

Uluslararası ticarete denizyolu taşımacılığı diğer taşımacılık türlerine göre birçok avantaja sahiptir. 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 yüzdür ve bünyesinde birçok riski bir arada bulundurmaktadır. Dolayısıyla iş kazalarını ve yaralanmaları önleyebilmek adına iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemlerinin çalışma alanına taşınması önemli bir husustur. Bu kapsamda bu çalışmanın amacı, konteyner terminallerinde 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 artırılması" en ideal çözüm olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bulanık DEMATEL, iş kazası, iş sağlığı ve güvenliği, konteyner terminali, TOPSIS.

Abstract

In international trade, maritime transportation is more advantageous than other transportation types. Container shipping which is most preferred in maritime transportation, ensures that large quantities of cargo can be transported reliably and quickly. Container terminals are the interface between road, rail and sea, where the cargo is transported by containers, and they contain many risks together. Therefore, it is an important issue to carry occupational health and safety management systems to the work area in order to prevent work accidents and injuries. In this study, the aim of the thesis is to determine the causes of occupational accidents in container terminals and to determine the measures that can be taken to prevent occupational accidents. In this study, the causes of occupational accidents in container terminals were evaluated as criteria and sub-criteria and analyzed with the "Fuzzy DEMATEL" method. Then, in order to prevent occupational accidents in container terminals, some alternatives were analyzed with the TOPSIS method and ranked according to their significance. As a result of the analyzes, it has been determined that among the causes of occupational accidents in container terminals, "management practices" is the most important cause of occupational accidents. Among the alternative measures, "increasing the effectiveness of occupational health and safety inspections" was determined as the most ideal solution.

Keywords: Container terminal, fuzzy DEMATEL, occupational accident, occupational health and safety, TOPSIS.

*Bu çalışma, Kübra GÜÇLÜ'nün Doç. Dr. Murat YORULMAZ danışmanlığında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalında yaptığı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

¹Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, Kocaeli, Türkiye. kguclu33@gmail.com, Orcid.org/0000-0002-6436-4335.

²Kocaeli Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümü, İstanbul, Türkiye. murat.yorulmaz@kocaeli.edu.tr, Orcid.org/0000-0002-5736-9146.

1. GİRİŞ

İş sağlığı ve güvenliği, iş kazası ve meslek hastalıklarının yaşanmasını engellemeyi amaçlayan ve bu doğrultuda çalışma ortamında her türlü tehlike ve riski ortadan kaldırmak amacıyla yürütülen sistematik çalışmaları ifade etmektedir. İş sağlığı ve güvenliğinin temel amacı olan çalışanları koruma ideolojisi öncelikle çalışma ortamında mevcut tehlike ve riskleri belirleme adımı ile başlamaktadır. Riskler belirlendikten sonra sırasıyla risk ile kaynağında mücadele edilerek riskin ortadan kaldırılması, risk skorunun 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 çalışmanı bedenlen, 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 kaza nedensellik teorilerinin bilinmesi ve tam manasıyla anlaşılması önemlidir.

Konuya ilişkin literatür incelendiğinde farklı sektörlerde yaşanan iş kazalarını inceleyen çalışmalara rastlanmıştır. Asan ve Akasah (2015), inşaat sektöründe yaşanan iş kazalarını önlemeye yönelik iş kazaları nedenlerinin belirlenmesi ve önerilerin sunulabilmesi adına bir analiz yöntemi geliştirmiştir. Atılgan ve ark., (2015) Türkiye’de mobilya sanayinde 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. 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 ve ark., (2017) 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 yüksekte düşme ve elektrik 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 tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda iş sağlığı ve güvenliği denetimlerinin etkinliğinin artırılması önerilmiştir. Wu ve Huang (2019), Tianjin Limanı yangın ve patlama kazasını incelediği çalışmasında kazanın kök nedeninin güvenli olmayan davranış sergileme olduğunu tespit etmiştir. İnşaat sektöründe iş kazalarını inceleyen Karadağ ve Kepekli (2019) yaşanan iş kazalarının nedenlerinde en sık rastladığı faktörleri göze çapak kaçması ve yüksekte düşme şeklinde sıralamıştır. İş kazalarına ilişkin sektöre sunduğu öneriler arasında iş güvenliği kültürünün oluşturulması ve kalıcı çözümler adına sistematik çalışmaların yürütülmesi konuları yer almıştır.

İş kazaları sonucunda bir işletme kapsamında tüm taraflar olumsuz yönde etkilenmektedir. İş kazası sonucu doğan maddi ve manevi kayıplar çalışmanı, işvereni ve devleti zorlayan faktörler 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 terminaleri 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 terminaleri işletmeleri yöneticilerine ve araştırmacılara yol gösterir nitelikte olduğu düşünülmektedir.

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 alternatiflerin 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.

Literatür incelendiğinde, farklı sektörlerde iş kazalarının nedenlerini inceleyen (Atılğan ve ark., 2015; Samuel ve ark., 2017; Wu & Huang, 2019; Karadağ & Kepekli, 2019) çalışmalara rastlanmıştır. Limanlarda iş kazaları konusu üzerine yürütülmüş sınırlı sayıda (Fabiano ve ark., 2010; Ünal & Alkan, 2015; Töz & Köseoğlu, 2015; Özdemir, 2016; Danacı, 2017; Andriani ve ark., 2019; Solmaz ve ark., 2020) çalışmaya rastlanmış olsa da konteyner terminalleri özelinde bütünlük şeklinde 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.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Risk belirli bir tehlike kaynağından doğan istenmeyen eylem veya durumlar olarak tanımlanabilir. Aynı zamanda risk zararın şiddeti ve zararın meydana gelme olasılığının bileşimi olarak da tanımlanabilmektedir (Güneri ve ark., 2015). İş sağlığı ve güvenliği disiplinlerarası bir bakış açısı ile çalışanların sağlıklı ve güvenli çalışma alanlarında çalışması, iş kazalarının önlenmesi ve/veya en aza indirilmesi ve çalışanların güvenlik farkındalığının artırılması görevlerini içermektedir. Risk değerlendirilmesi iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemlerinde son dönemde bazı yasal düzenlemeler nedeniyle büyük önem kazanmıştır (Gül, 2018). Risk değerlendirmesi çalışmaları işyerinde işin yürütümü esnasında oluşabilecek veya dışarıdan gelebilecek her türlü tehlikenin belirlenmesi, tanımlanması ve bu tehlikeler sonucu doğabilecek risklerin analiz edilerek derecelendirilmesini kapsamaktadır. Tehlike ve risklerin derecelendirilmesinin yanı sıra risklere yönelik kontrol ve tedbirlerin belirlenerek takip edilmesi de risk değerlendirmesinin olumlu getirilerinden biridir (Akpınar & Çakmakkaya, 2014). Risk değerlendirme metotları önleyici ve koruyucu bir kazanım ile iş kazalarını önlemeyi amaçlamaktadır (Güneri ve ark., 2015). Risk değerlendirmesi çalışmaları risklerin nedenlerini tanımlayarak kazaların önlenmesinde proaktif bir yaklaşım sağlamaktadır.

Risk değerlendirme prosedürü şu adımlardan oluşmaktadır; tehlikelerin tanımlanması, tehlikeye kimin ve nasıl maruz kalacağını belirlenmesi, tehlikelerden doğabilecek risklerin derecelendirilmesi, kontrol ve önlemlere karar verilmesi, çalışmanın gözden geçirilmesi ve gerekli ise güncellenmesi (Shikha & Sharad, 2016). Risk değerlendirme sürecinde ilgili alanların yetkililerinin de çalışmaya katılması doğru ve etkili sonuçlar elde etmede önemli bir husustur.

Limanlarda ve konteyner terminallerinde risk değerlendirmesi kapsamında yürütülen çalışmalar Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Limanlarda ve Konteyner Terminalinde Yapılan Risk Değerlendirmesi Çalışmaları

Çalışmada Yunanistan'da bulunan iki konteyner terminalinde risk değerlendirmesi çalışması düzenlenmiştir. Değerlendirme sonuçlarına göre Pire'de bulunan konteyner terminalinde konteyner düşmesi ve alınan sistem hataları risk faktörleri yüksek risk kategorisinde yer alırken, Selanik'te faaliyet gösteren konteyner terminalinde yasadışı ticaret faaliyetleri ve depremler konuları yüksek risk olarak tespit edilmiştir (Chlomoudis ve ark., 2012).
Tayvan'da yer alan konteyner terminalinde yürütülen risk değerlendirmesi çalışmasında insan, makine, medya ve yönetim ana tehlike kaynaklarına ait 16 risk faktörü incelenmiştir. Çalışma sonunda operasyon esnasında operatörlere ait hata ve kusurlar, iletişimde yanlış anlaşılmalarda, dikkatsizlik ve ihmâl faktörleri yüksek risk kategorisinde derecelendirilmiştir (Ding & Tseng, 2012)
Selanik'te bir konteyner terminalinde uygulanan risk değerlendirmesinde insan, makine, çevre, güvenlik ve doğa olayları başlıkları altında incelenen alt kategori riskler mevcuttur. 2008-2011 yılları arasında yaşanan kaza ve olaylar incelendiğinde, iş kazası sonucu ölüm oranı liman yılı başına 0,982 iken çevresel kaza kapsamında petrol sızıntısı oranı 0,375 olarak tespit edilmiştir (Chlomoudis ve ark., 2016)
Konteyner terminallerinde belirlenen 15 risk FTA yöntemi kullanılarak yapılan risk değerlendirmesi ile incelenmiştir. Çalışma sonucunda yüksek potansiyel riske sahip 5 faktör tespit edilmiştir. Yüksek riske sahip faktörler, kayma, takılma ve düşme, rıhtım vinci ile kamyon arasında yaşanan kazalar, kamyonun çalışana çarpması ile yaşanan kazalar, konteynerin düşmesi ve konteynerler arasında çalışanın sıkışması şeklinde derlenmiştir (Sunaryo & Hamka, 2017).
Limanlarda yaşanan iş kazaları kapsamında insan faktörü göz önüne alınarak yapılan risk değerlendirmesi çalışmasında 7 risk faktörü değerlendirilmiş ve derecelendirilmiştir. Yapılan çalışmanın sonucuna göre, dikkatsizlik ve ihmâl faktörlerinin yüksek risk kategorisinde yer aldığı gözlemlenmiştir. Operasyon esnasında operatör hataları, iletişimde yanlış anlaşılmalarda ve iş güvenliği kurallarının uygulanması faktörlerinin ise orta risk kategorisinde yer aldığı tespit edilmiştir (Kadir ve ark., 2017).
Yeşil limanda iş güvenliği kapsamında risklerin FMEA yöntemi ile analiz edildiği çalışmada 19 adet risk faktörü incelenmiştir. Analiz sonucunda 19 risk faktöründen, yükleme ve boşaltma işlemi sırasında konteynerin kaldırılamaması, kapıların hasarlı gönderilmesi, yük taşınırken kombine çekicinin arızalanması ve lastiklerin yırtılması ve gemi limana yanaştığında çamurluk zincirinin kırılması faktörlerinin en yüksek risk skoruna sahip olduğu görülmüştür (Andriani ve ark., 2019).
Endonezya'da yer alan bir konteyner terminalinde 5 yıl boyunca yaşanan iş kazaları verileri ile FTA yöntemi kullanılarak yapılan risk değerlendirmesi çalışmasında en yüksek risk derecesi yükleme ve boşaltma işlemi sırasında konteynerin düşmesi faktörüne ait olduğu görülmüştür. Takiben terminal içerisindeki trafik kazalarına ait riskler ve yükleme boşaltma ekipmanlarına ait hasarlar yüksek risk kategorisine dahil edilmiştir (Budiyanto & Fernanda, 2020)

Konteyner terminalleri özelinde incelenen iş kazaları nedenlerine 4M teorisinde yer alan dört faktöre (insan, makine, çevre ve yönetim) (Chen & Wang, 2021) çalışan kaynaklı, yönetim uygulamaları kaynaklı, çalışma ortamı kaynaklı, ekipman kaynaklı ve 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 artırılması, güvenlik liderliğinin geliştirilmesi ve sürdürülmesi, terminal proseslerinde dijitalleşme, çalışma

alanında 5S ve 6S kuralları kapsamında düzenlemelerin sağlanması ve iş sağlığı ve güvenliği denetimlerinin etkinliğinin artırılması şeklinde sayılabilir.

2.1. Konteyner Terminallerinde İş Kazaları Nedenleri

Bu çalışmada iş kazaları nedenleri ana kriterler ve 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.

2.1.1. Çalışan kaynaklı iş kazaları

Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) istatistiklerine göre, denizcilik sektöründe yaşanan kazaların sebeplerinde %80 oranında doğrudan veya dolaylı olarak insan faktörlerini görmek mümkündür (Chen ve ark., 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 ve ark., 2020). İnsan hatalarını minimize edebilmek için yönetsel ve bireysel çalışmalar sürdürülmelidir.

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. 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, 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 güvenlik odağı, teknik engeller ve SMS (Safety Management System) adlı güvenlik yönetim sistemleri üzerine inşa edilmiştir. SMS, IMO'nun ISM (International Safety Management) kodundaki bir gereksinim sonucu ortaya çıkmıştır. IMO, ISM kodu ile denizcilik endüstrisinde kademeli olarak bir güvenlik kültürü oluşturmayı hedeflemiştir (Nævestad ve ark., 2019). Uluslararası düzenlemelerin işletmeye entegre edilmesi ile iş kazalarını tetikleyen faktörleri ortadan kaldırılmak veya en aza indirmek mümkündür.

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

2.1.2. Yönetim uygulamaları kaynaklı iş kazaları

Yönetim uygulamalarında gözlemlenen eksiklikler veya uygunsuzluklar iş kazaları nedenleri arasında sayılmaktadır. Yönetimin güvenlik algısı çalışanlar üzerinde doğrudan etkilidir.

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. 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.

İş Sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin yasal mevzuata uygun şekilde verilmesi ve yenilenmesi yönetimin sorumluluğundadır. Eğitimlerin eksiksiz olmasına karşın iş kazası yaşanabilme olasılığı, eğitimlerin etkinliğinin değerlendirilmesi üzerinde durulması gerekliliğini doğurmaktadır. Eğitimlerin etkinliğinin artırılmasında, 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. Belirli periyotlar ile düzenlenen denetimler, iş sağlığı ve güvenliği yaklaşımlarının her zaman canlı tutulmasına olanak sağlamaktadır.

2.1.3. Çalışma ortamı kaynaklı iş kazaları

Konteyner terminallerinde yaşanan iş kazalarının sebepleri arasında her işletme için çalışma ortamına ilişkin uygunsuzluklardan bahsedilebilmektedir. Konteyner terminallerinde yaşanan, çalışma ortamına ilişkin iş kazalarının sebepleri arasında 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. 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 buldukları konumda sıklıkla aşağı bakma davranışı sergilemektedirler. Konteyner terminallerinde olumsuz ergonomik koşullara örnek teşkil edilebilecek sürekli aşağı bakma hareketi çalışmada özellikle boyun ve sırt ağrılarına sebep olmaktadır (Marayong ve ark., 2012). Konteyner terminallerinde ergonomik açıdan değerlendirilmesi gereken bir başka risk ise 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 kazaların şiddetini ve sıklığını artırma 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 sınıflandırılabilir. Fiziksel risk etmenlerinin ilgili çalışmalar ve düzenlemeler doğrultusunda kabul edilebilir seviyede tutulamaması çalışanlarda çeşitli olumsuz etkiler yaratabilmektedir.

Limanlarda sıkça rastlanılan kaygan zemin problemleri de iş kazası yaşanmasına sebep olmaktadır (Mollaoğlu ve ark., 2019). Konteyner terminallerinde yaşanan iş kazaları sebepleri arasında kaygan zemin faktörüne %3 oranında rastlanılmaktadır (Budiyanto ve 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 karşılaşılabilir.

2.1.4. Ekipman kaynaklı iş 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 trafik 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 ve ark., 2019). İş kazalarının önlenmesinde makine ve ekipman bakımlarının bir plan dahilinde periyodik olarak yapılması ani arızalar sonucu yaralanmaları önemli ölçüde azaltmaktadır.

Liman özellikleri, gemi tipi ve kaza türü işletme içerisinde trafik kazaları sonucu yaralanma ve ölüm sayısı için kritik bir öneme sahiptir. Limanlar için geliştirilen trafik yönetimi politikası işletme içi trafik kazalarının azaltılması için bir gerekliliktir (Yip, 2008). Limanlarda trafik yönetimi adına uygulanan iyileştirme çalışmaları uzun vadede kaza meydana gelme olasılığını %50 oranında azaltma potansiyeline sahiptir (Antão ve ark., 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 ve ark., 2019). Bu doğrultuda yük elleçleme sistemleri de iş kazaları üzerine etkilidir. Uygun elleçleme sistemlerinin belirlenmesi ve uygulanması konteyner terminallerinde iş kazalarının ortadan kaldırılması veya en aza indirilmesini sağlamaktadır.

2.1.5. Yük elleçleme operasyonları kaynaklı iş kazaları

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 ve ark., 2011). Konteyner 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.

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 ve ark., 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) Uluslararası Denizcilik Tehlikeli Yükler Kodu altında bir araya getirilerek sınıflandırılmış ve tanımlanmıştır (Ünal & Usluer, 2015).

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 ve ark., 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. Bu faktörler uygunsuz ve güvenli olmayan operasyonel davranışlara neden olarak kazaların meydana gelmesini doğrudan etkileyebilmektedir (Suraji ve ark., 2001). Kısıtlı bir çalışma sahası sürekli saha tıkanıklığına yol açarak kazaları tetikleyebilmektedir.

Limana 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 ve ark., 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 (OSHA, 2013). Hasarlı konteyner kullanımı iş kazası yaşanmasına zemin hazırlamaktadır. Konteyner terminallerinde çalışma ortamı ve çalışan güvenliğini sağlayabilmek adına hasarlı konteyner tespiti halinde konteynerin en kısa sürede bakım sürecine alınması önem arz etmektedir.

2.2. Konteyner Terminallerinde İş Kazalarının Önlenmesine Yönelik Alternatifler

Yaşanan iş kazalarının sonuçları doğrultusunda, çalışan, işveren ve üçüncü taraflar üzerinde olumsuz etkiler gözlemlenebilmektedir. 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.

Alternatif olarak iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri etkinliğinin artırılması, güvenlik liderliğinin geliştirilmesi ve sürdürülmesi, terminal proseslerinde dijitalleşme, çalışma alanında 5S ve 6S kuralları kapsamında düzenlemeler ve iş sağlığı ve güvenliği denetimlerinin etkinliğinin artırılması konuları değerlendirilmiştir.

2.2.1. İş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin etkinliğinin artırılması

Her işletmede olduğu gibi konteyner terminallerinde de iş sağlığı ve güvenliği eğitim programları yasal mevzuat gereği işe girişte ve periyodik aralıklarla uygulanmaktadır. Eğitim faaliyetlerinin iş kazalarını azaltmada gözlenen olumlu etkisi oldukça güçlüdür (Jang ve 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 ve ark., 2009).

İş sağlığı ve güvenliği teorik-sınıf eğitimlerinin yanında sahada aktif eğitimlerin düzenlenmesi ve bir konu özelinde yerinde eğitimler verilmesinin iş güvenliği kültürü oluşturulması üzerinde etkili olacağı düşünülmektedir.

2.2.2. 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, güvenliği sağlama, koruma ve yükseltme gibi hedefleri kapsamakta ve güvenliğe yönelik sorumluluk almayı ifade etmektedir (Carrol, 1998). Dolayısıyla güvenlik kültürünün işletme içerisinde 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 ve ark., 2008). Liderler, çalışanların katılımını, doğru iletişim yöntemlerinin uygulanmasını, uygun bir işyerinin oluşturulması adına üst düzey yönetimin bağlılığını sağlamakta kilit noktadır ve güvenliği artırmanın yollarını düşünmelidir.

2.2.3. Terminal proseslerinde dijitalleşme

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 ve ark., 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 sıklığı daha yüksektir.

2.2.4. Çalışma alanında 5S ve 6S kuralları kapsamında düzenlemeler

İşyeri organizasyonu, atık azaltma politikaları, verimlilik ve güvenliğin artırılması 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). 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 öğelerin 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.

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 ve ark., 2018). İş güvenliği faaliyetlerinin 5S kuramına eklenmesi ile iş sağlığı ve güvenliği olgusu bir kuramın çıktısı olmaktan sıyrılarak kuram ilkeleri arasında yer almaya başlamıştır.

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, tüm ekipmanların tanımlı alanlarının olması, yürüyüş yollarının belirgin şekilde tanımlanması gibi çalışmalar özellikle takılma, çarpma, düşme, iki nesne arasında sıkışma gibi yaralanma ile sonuçlanabilecek kazaların önüne geçebilmektedir.

2.2.5. 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 (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.

3. 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 TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmiştir.

3.1. Çalışmada Kullanılan Yöntemlerin Avantajları

DEMATEL, çok kriterli karar verme metotları arasında yer alan kriterlerin yapısal korelasyonunu oluşturmak için kullanılan pragmatik bir yöntemdir (Abdullah ve ark., 2019). Çalışmalarda karar vericilerin kullandıkları nitel tanımlamalar ve ölçekler çalışmanın sonunda şeffaf sonuçlar elde edilmesinde zorluklar yaşanmasına sebep olmaktadır. Ancak DEMATEL metodu ile karmaşık nedensellik ilişkilerinin daha anlaşılır kılınması sağlanmaktadır.

DEMATEL yöntemi çok kriterli karar verme problemlerini çözmek için Gabus ve Fontela (1973) tarafından literatüre tanıtılmıştır. Daha sonra Wu ve Lee (2007), sağlıklı sonuçlara ulaşabilmek ve sonuçları anlamlı kılabilmek adına DEMATEL yöntemini bulanık mantık ile birleştirerek bulanık DEMATEL metodunu kullanmışlardır.

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 ve ark., 2008). Başka bir deyişle TOPSIS, ideal çözüme benzerliği ve yakınlığına göre alternatifler arasında sıralama tercihini yerleştirme tekniğidir.

Hwang ve 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.

Çalışmada belirlenmiş olan problemin çözümü için ve araştırmanın amacına ulaşabilmesi adına çalışmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden Bulanık DEMATEL ve TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır.

3.2. Bulanık DEMATEL Yöntemi

Bulanık DEMATEL yöntemi 8 aşamadan oluşmaktadır ve Tablo 2’de metodoloji akış şeması gösterilmiştir.

Tablo 2. Bulanık DEMATEL Yöntemi Akış Şeması

Adım 1	Problemin Tanımlanması Karar Vericilerin Belirlenmesi
Adım 2	Değerlendirme Kriterlerinin Belirlenmesi Bulanık Skalanın Oluşturulması
Adım 3	Başlangıç Direkt İlişki Matrisinin (Z) Kurulması
Adım 4	Normalize Edilmiş Direkt İlişki Matrisinin (X) Oluşturulması
Adım 5	Toplam Bulanık Direkt İlişki Matrisinin (T) Kurulması
Adım 6	Değerlerin Durulaştırılması İşlemi
Adım 7	Neden-Sonuç İlişkilerinin Belirlenmesi
Adım 8	Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Adım 1: Karar vericilerin belirlenmesi. Çalışmaya yönelik problem tespit edilir ve problemin amacı belirlenir. 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 ve 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 3’te gösterilmiştir.

Tablo 3. Kriterlere Ait Dilsel Terimler ve Üçgen Bulanık Sayılar (Wu & Lee, 2007)

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

Adım 3: Başlangıç direkt ilişki matrisinin (Z) oluşturulması. Bu adımda karar vericilerin kriterler arasındaki ikili ilişkisi değerlendirilmektedir. Kriterleri ifade eden $\{C_1, C_2, C_3, \dots, C_n\}$ 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 $\tilde{z}^{(1)}, \tilde{z}^{(2)}, \dots, \tilde{z}^{(p)}$ elde edilmektedir. Eşitlik (1), k . karar vericinin belirlenen kriterler ile oluşturmuş olduğu başlangıç direkt ilişki matrisini ifade etmektedir;

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

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. $\tilde{z}_{ii}^{(k)} = (\tilde{l}_{ii}^{(k)}, \tilde{m}_{ii}^{(k)}, \tilde{u}_{ii}^{(k)})$ ($i=1, 2, 3, \dots, n$) üçgensel bulanık sayısı her bir kriterin kendi üzerindeki etkisini ifade etmektedir. Bu değer karar vericilerin yanıtlarından bağımsız $(0, 0, 0)$ olarak verilmektedir (Mavi & Standing, 2018).

Adım 4: Normalize edilmiş direkt ilişki matrisi (X) oluşturulması. Kriterleri karşılaştırılabilir bir ölçüğe 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, $\tilde{x}^{(1)}, \tilde{x}^{(2)}, \dots, \tilde{x}^{(p)}$ p tane karar verici tarafından oluşturulan karar matrislerinin bulanık ortalama işlemi kullanılarak normalize edilmiş direkt ilişki matrisleri birleşimi ile oluşturulur. Bu adımda Formül (2) kullanılmaktadır. Normalize edilmiş direkt ilişki matrisi (X) Eşitlik (3)'de görüldüğü gibi olmalıdır;

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

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

Bir sonraki aşamada \tilde{X} matrisi Formül (4) ve Formül (5) kullanılarak normalize edilmektedir (Mavi & 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;

$$r = \max_{1 \leq i \leq n} \left(\sum_{j=1}^n u_{ij} \right) \tag{4}$$

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

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

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

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;

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

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 ve ark., 2011; Mavi & Standing, 2018);

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

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

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

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

Adım 7: Neden sonuç ilişkilerinin belirlenmesi. Bu aşamada $\tilde{D}_j^{def} + \tilde{R}_i^{def}$ değerleri ve $\tilde{D}_j^{def} - \tilde{R}_i^{def}$ değerlerinin ilişki diyagramı oluşturularak yorumlaması yapılmaktadır. $\tilde{D}_j^{def} + \tilde{R}_i^{def}$ 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.

$\tilde{D}_j^{def} - \tilde{R}_i^{def}$ değeri ise kriterleri neden sonuç kümeleri olarak sınıflandırmakta ve ilişki olarak tanımlanmaktadır. Pozitif olarak bulunan $\tilde{D}_j^{def} - \tilde{R}_i^{def}$ 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 ve ark., 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 (Jassbi ve ark., 2011).

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

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

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

3.3. TOPSIS Yöntemi

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

Alternatiflerin önem derecesine göre değerlendirilerek bir sıralama yapmayı amaçlayan TOPSIS yöntemi yedi adımdan oluşmaktadır ve Tablo 4'te metodoloji akış şeması gösterilmiştir.

Tablo 4. TOPSIS Yöntemi Akış Şeması

Adım 1	Karar matrisinin (D) oluşturulması
Adım 2	Normalize matrisin (R) oluşturulması
Adım 3	Ağırlıklandırılmış normalize matrisin (V) elde edilmesi
Adım 4	Pozitif ideal ve negatif ideal çözüm değerlerinin elde edilmesi
Adım 5	Pozitif ideal ve negatif ideal çözüm noktalarına uzaklık değerlerinin hesaplanması
Adım 6	İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması
Adım 7	Alternatiflerin sıralanması

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 ulaşarak alternatiflerin sıralanması gerçekleştirilmektedir.

Adım 1: Karar matrisinin (D) oluşturulması. Çok kriterli karar verme probleminin m tane alternatifi (A_1, A_2, \dots, A_m) ve n tane kriterinin (C_1, C_2, \dots, C_n) olduğu varsayıldığı durumda alternatiflerin satırda kriterlerin sütunda yer aldığı ve uzman karar vericiler tarafından her alternatife her bir kritere göre değerlendirilmesi sonucunda elde edilen matris Eşitlik (13) gibi görünmektedir (Monjezi ve ark., 2012);

$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1m} \\ \vdots & \dots & \vdots \\ x_{n1} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (13)$$

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 ve ark., 2012);

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ij}^2}} \quad (i = 1, \dots, n) \text{ ve } (j = 1, \dots, m) \quad (14)$$

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & \dots & r_{1m} \\ \vdots & \dots & \vdots \\ r_{n1} & \dots & r_{nm} \end{bmatrix} \quad (15)$$

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 ve ark., 2012);

$$v_{ij} = w_i \times r_{ij} \quad (j = 1, \dots, n) \text{ ve } (i = 1, \dots, m) \quad (16)$$

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

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 ve ark., 2012);

$$A^+ = \{v_1^+, \dots, v_n^+\} = \{(\max_j v_{ij} | i \in I), (\min_j v_{ij} | i \in J)\} \quad (18)$$

$$A^- = \{v_1^-, \dots, v_n^-\} = \{(\min_j v_{ij} | i \in I), (\max_j v_{ij} | i \in J)\} \quad (19)$$

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 ve ark., 2012);

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

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

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

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

Adım 7: Alternatiflerin sıralanması. Son adımda alternatifler, ideal çözüme görelî 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).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Konteyner terminallerinde iş kazalarının nedenleri ve belirlenen alternatifler literatürden elde edilmiştir. Kocaeli Liman Bölgesinde bulunan konteyner terminallerinde çalışmakta olan 7 iş güvenliği uzmanının görüşleri doğrultusunda oluşturulan karar matrisleri ile analiz formatına uyarlanmıştır. Kocaeli Liman Bölgesinde faaliyet gösteren konteyner terminallerinde görev yapan iş güvenliği uzmanlarının görüşleri Kocaeli Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulu'nun 04.01.2022 tarihli ve E-10017888-100-165332 sayılı onayı ile alınmıştır. Katılımcı olarak seçilen 7 iş güvenliği uzmanının yaş ortalaması 41 iken sektördeki çalışma tecrübeleri ortalaması 13 yıldır. Katılımcıların eğitim düzeyleri 4 lisans, 2 yüksek lisans ve 1 ön lisans şeklindedir.

4.1. Kriterlerin Bulanık DEMATEL Yöntemi ile Analiz Edilmesi

Elde edilen bulgular arasından öncelikle 5 ana kritere ait veriler bulanık DEMATEL yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Analiz sürecinde konteyner terminallerinde yaşanan iş kazaları nedenlerinin birbiri arasındaki neden sonuç ilişkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Kriterler, analiz adımlarında sadeliği sağlayabilmek adına kısaltma kodları ile tanımlanmış ve her bir kriter için tanımlanan kısaltma kodları Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. 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 1. 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.

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. 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 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. l, m, u değerlerinin her biri için ayrı bir matris oluşturulmuş ve oluşturulan her bir matrise Formül (7) uygulanmıştır. İşlem sonucunda 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

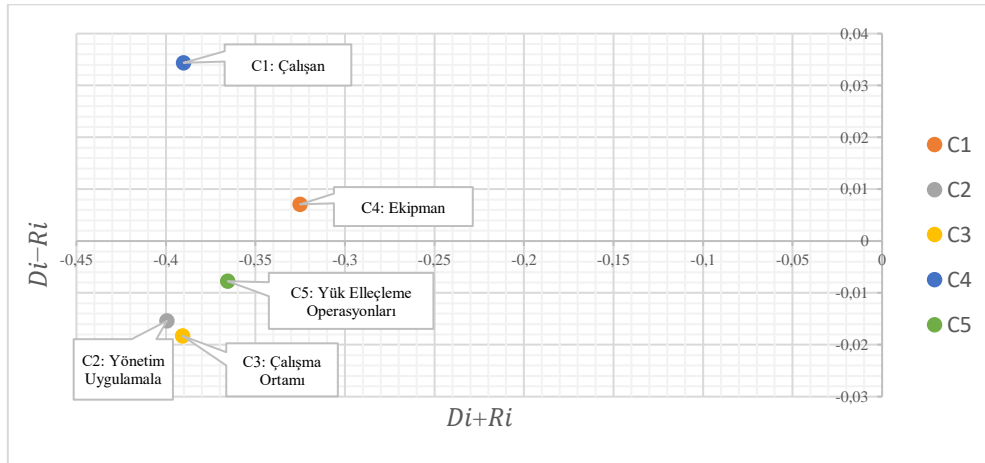
Adım 6: Değerlerin durulaştırılması işlemi: Bu adımda öznel yargı yanılgılarından kaçınmak adına bulanıklaştırılan değerlerin durulaştırılması işlemi gerçekleştirilmiştir. Öncelikle toplam bulanık direkt ilişki matrisinde yer alan sütun elemanları değerlerinin toplamı ile \tilde{D}_i değeri, satır elemanları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

	C1	C2	C3	C4	C5
$\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$	-0,325	-0,399	-0,390	-0,390	-0,365
$\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$	0,007	-0,015	-0,018	0,034	-0,007

Bu aşamada elde edilen $\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$ 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 çalışmanı 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 $\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$ ve $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$ değerlerine ait ilişki diyagramı oluşturulmuştur.



Şekil 1. Kriterlere Ait Neden Sonuç Diyagramı

Bu aşamada kriterlerin neden sonuç ilişkilerinin belirlenmesi ve etkileyen, etkilenen şeklinde kategorize edilebilmesi adına $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$ değerleri göz önünde bulundurulmuştur. Bu doğrultuda Şekil 1’de görüldüğü üzere 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. Bulunan sonuçlar Eşitlik (7.12) doğrultusunda kontrol edilmiş ve analiz sürecinin doğru ilerlediği bu şekilde ispat edilmiştir.

Tablo 9. Kriter Ağırlıkları

	C1	C2	C3	C4	C5
W_i	0,149	0,226	0,216	0,217	0,189

Elde edilen kriter ağırlıkları incelendiğinde yönetim uygulamaları kaynaklı iş kazalarının ağırlığının en yüksek değere sahip olduğu gözlemlenmiştir.

4.2. 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. Ardından 5 ana kritere ait 17 alt kriter belirlenmiş ve bulanık DEMATEL tekniği ile analiz edilmiştir. Analiz sürecinde daha önce açıklanan 8 adım her bir ana kriter grubu üzerinde uygulanmıştır. Her bir alt kriter grubu ve her bir alt kriter bir kısaltma kodu ile tanımlanmış ve kısaltma kodları Tablo 10’da aktarılmıştır.

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

Alt kriterlerde bulanık DEMATEL yönteminin tüm adımlarının uygulanmasının ardından neden sonuç ilişkileri belirlenmiştir. 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.

Alt kriterlere ait ilgili formüller uygulanarak elde edilen alt kriter ağırlıkları Tablo 11’de gösterilmiştir.

Tablo 11. Alt Kriter Ağırlıkları

	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9	SC10	SC11	SC12	SC13	SC14	SC15	SC16	SC17
W_i	0,654	0,313	0,034	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 kullanılmıştır.

4.3. Alternatiflerin TOPSIS Yöntemi ile Analiz Edilmesi

Konteyner terminallerinde yaşanan iş kazalarının nedenlerine yönelik 5 adet alternatif TOPSIS yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Her bir alternatif bir kısaltma kodu ile tanımlanmış ve kısaltma kodları Tablo 12’de aktarılmıştır.

Tablo 12. Alternatiflere Ait Kısaltma Kodları

Kod	Açıklama
A1	İSG Eğitimleri Etkinliğinin Arttırılması
A2	Güvenlik Liderliğini Geliştirmek ve Sürdürme
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 önlenmesi veya etkilerinin en aza indirilmesi amacıyla uygulanması gerekli olan 5 adet alternatif çözüm önerisi ulusal ve uluslararası literatürden 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.

Adım 2: Normalize matrisin (R) oluşturulması: İlk adımda elde edilen karar matrisi Formül (14) kullanılarak normalize edilmiştir. Bu adımın amacı verileri tek bir matriste toplamak ve işlem adımlarını oluşturulan matris üzerinden daha kolay şekilde ilerletebilmektir. Alternatiflere ait normalize edilmiş matris Tablo 13'te gösterilmiştir.

Tablo 13. 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 14'te gösterilmiştir.

Tablo 14. 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
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 15. ile aktarılmıştır.

Tablo 15. Pozitif İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Değerleri

	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9	SC10	SC11	SC12	SC13	SC14	SC15	SC16	SC17
(A^+)	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
(A^-)	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 (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 16'da gösterilmiştir.

Tablo 16. Pozitif İdeal ve Negatif İdeal Çözüm Noktalarına Uzaklık Değerleri

	(S_j^+)	(S_j^-)
A1	0,036	0,049
A2	0,021	0,051
A3	0,062	0,016
A4	0,029	0,046
A5	0,016	0,055

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) kullanılmıştır.

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 17'de görüldüğü gibidir.

Tablo 17. Alternatiflerin Sıralaması

Alternatif Kodu	Alternatif Açıklaması	Alternatif Değeri
A5	İSG Denetimlerinin Etkinliğinin Arttırılması	0,775
A2	Güvenlik Liderliğini Geliştirmek ve Sürdürme	0,702
A4	Çalışma Alanında 5S ve 6S Kuralları Kapsamında Düzenlemeler	0,611
A1	İSG Eğitimleri Etkinliğinin Arttırılması	0,573
A3	Terminal Proseslerinde Dijitalleşme	0,206

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

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. Çalışma Kocaeli Liman Bölgesinde bulunan konteyner terminallerinde uygulanmıştır.

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. Tüm kriterlere ait kriter ağırlıkları üçüncü adım uygulamada kullanılmak analiz edilmiştir.

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 artırılması 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 artırılması ve terminal proseslerinde dijitalleşme şeklinde sıralanmıştır.

Yapılan sıralamaya göre konteyner terminallerinde yaşanan iş kazalarını önlemek adına “iş sağlığı ve güvenliği denetimlerinin etkinliğinin artırılması” 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. Konteyner terminallerinde gerçekleştirilen iş sağlığı ve güvenliği denetimlerinin etkinliğinin artırılabilmesi adına denetim hazırlık sürecinin sürekli canlı tutulması, saha ve dokümantasyon faaliyetlerinde mevzuata uygunluğun sürekli olarak incelenmesi, değerlendirilmesi ve sürekli iyileştirme çalışmalarının sürdürülmesi gerekmektedir.

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 her bir çalışanın güvenlik liderliği görevini üstlenebilmesi ve farkındalık yaratılabilmesi adına çeşitli çalışmalar yürütülebilir.

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.

“İş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin etkinliğinin artırılması” alternatifinin dördüncü sırada yer alması konteyner terminallerinde iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerine oldukça önem verildiğinin ve halihazırda bu eğitimlerin yüksek verimlilikte sağlandığının bir göstergesidir.

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.

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. Dolayısıyla bu çalışmada konteyner terminal işletmelerine ve araştırmacılara sunulacak önerilerin sektöre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışma çeşitli kısıtlara sahiptir. Çalışma Kocaeli Liman Bölgesinde faaliyet gösteren konteyner terminallerinde uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan bulgular literatürden elde edilen veriler ile Kocaeli Liman Bölgesinde faaliyet gösteren konteyner terminallerinde çalışmakta olan iş güvenliği uzmanlarının görüşlerinden elde edilmiştir.

Wu ve 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 ve ark. (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.

Yazarların Katkısı

Çalışmada literatür araştırması, kriter ve alternatiflerin belirlenmesi, verilerin analizi ve sonuç bölümlerinde yazar Kübra GÜÇLÜ katkı sağlamıştır. Çalışmanın tasarlanması, kriter ve alternatiflerin belirlenmesi, düzeltme, düzenleme ve kontrol konusunda yazar Murat YORULMAZ destek sağlamıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Etik Kurul Onay Beyanı

Kocaeli Liman Bölgesinde faaliyet gösteren konteyner terminallerinde görev yapan iş güvenliği uzmanlarının görüşleri Kocaeli Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulu'nun 04.01.2022 tarihli ve E-10017888-100-165332 sayılı onayı ile alınmıştır.

KAYNAKLAR

- Abdullah, L., Norsyahida, Z., Liao, H., Herrera-Viedma, E. & Al-Barakati, A. (2019). An interval-valued intuitionistic fuzzy DEMATEL method combined with Choquet integral for sustainable solid waste management. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 82, 207–215. DOI: 10.1016/j.engappai.2019.04.005.
- Akpınar, T. & Çakmakkaya, B. Y. (2014). İş sağlığı ve güvenliği açısından işverenlerin risk değerlendirme yükümlülüğü. *Çalışma ve Toplum Dergisi*, 40, 273-304.
- Andriani, D. P., Novianti, V. D., Adnandy, R. & A'yunin, Q. (2019, 20-21 Mart). *Quantitative risk modelling of occupational safety in green-port*. 9th Annual Basic Science International Conference, Malang, Indonesia.
- Antão, P., Calderón, M., Puig, M., Michail, A., Wooldridge, C. & Darbra, R.M. (2016). Identification of occupational health, safety, security (OHSS) and environmental performance indicators in port areas. *Safety Science*, 85, 266-275. DOI:10.1016/j.ssci.2015.12.031.
- Asan, A. & Akasah, Z.A. (2015, 12 Mayıs). *Developing an accident causation model for accident prevention at building construction sites*. Proceedings of the International Civil and Infrastructure Engineering Conference, Singapore.

- Atılğan, A., Ersen, N., Peker, H. & Kahraman, N. (2015, 10-12 Nisan). *Türkiye mobilya sanayinde iş kazası ve meslek hastalıklarının önlenmesine ilişkin tavsiyeler*. 3. Ulusal Mobilya Kongresi. Konya, Türkiye.
- Bauk, S., Schmeink, A. & Colomer, J. (2017). Employing wireless networks in enhancing occupational safety at the developing seaport—two proposals, *Polish Maritime Research*, 30(4), 115-124.
- Bolat, P., Yüksel, G. & Uygur, S. (2016, 24-25 Kasım). *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.
- 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.
- Caballini, C. & Paolucci, M. (2019). A rostering approach to minimize health risks for workers: An application to a container terminal in The Italian Port Of Genoa. *Omega-international Journal of Management Science*, 95, 15-33. DOI:10.1016/j.omega.2019.08.001.
- 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, Y. & Wang, Z. (2021, 21-22 Ağustos). *Accident causing theory in construction safety management*. IOP Conference Series Earth and Environmental Science, Surabaya, Indonesia.
- Chlomoudis, C. I., Pallis, P. L. & Tzannatos, E. S. (2016). A risk assessment methodology in container terminals: The case study of the Port Container Terminal of Thessalonica, Greece. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 4, 251-258. DOI:10.17265/2328-2142/2016.05.004.
- Chlomoudis, C. I., Kostagiolas, P. A. & Pallis, P. L. (2012). An analysis of formal risk assessments for safety and security in ports: Empirical evidence from container terminals in Greece. *Journal of Shipping and Ocean Engineering*, 2, 45-54.
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı. (2011). İş Teftişi Rehberi. Türkiye, https://www.csgb.gov.tr/medias/6012/2011_46.pdf adresinden 12 Mart 2022 tarihinde alınmıştır.
- Çınar, Y. (2013). Kariyer tercihi probleminin yapısal bir modeli ve riske karşı tutumlar: Olasılıklı DEMATEL yöntemi temelli bütünlük bir yaklaşım. *Sosyoekonomi*, 19(19), 157-186.
- Danacı, A. (2017). *Türkiye'de liman işletmelerinde emniyet önlemleri üzerine bir inceleme*. [Yüksek Lisans Tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

- Ding, J.F. & Tseng, W.J. (2012). Fuzzy risk assessment on safety operations for exclusive container terminals at Kaohsiung port in Taiwan. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part M Journal of Engineering for the Maritime Environment*, 227(2), 208-220. DOI: 10.1177/1475090212457123.
- 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, 18-20 Temmuz). *Evaluating the impact of 5S implementation on occupational safety in an automotive industrial unit*. International Joint Conference On Industrial Engineering and Operations Management, Lisbon, Portugal.
- Gabus, A. & Fontela, E. (1973). Perceptions of the world problematique: Communication procedure, communicating with those bearing collective responsibility DEMATEL. Battelle Geneva Research Centre, 1.
- Gul, M. (2020). Application of Pythagorean fuzzy AHP and VIKOR methods in occupational health and safety risk assessment: The case of a gun and rifle barrel external surface oxidation and colouring unit. *Int J Occup Saf Ergon*, 26(4), 705-718. DOI:10.1080/10803548.2018.1492251.
- Guneri, A. F., Gul, M. & Ozgurler, S. (2015). A fuzzy AHP methodology for selection of risk assessment methods in occupational safety. *Int. J. Risk Assessment and Management*, 18(3/4), 319-335. DOI:10.1504/IJRAM.2015.071222.
- Gupta, K. (2021). A review on implementation of 5S for workplace management. *Journal of Applied Research on Industrial Engineering*. 9(3), 323-330.
- Hwang, C. L. & Yoon, K. (1981). Methods for multiple attribute decision making. *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, 186, 58-191.
- 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.
- Kadir, Z. A., Mohammed, R., Othman, N., Chelliapan, S. & Amrin A. (2017). Risk assessment of human risk factors in port accidents. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 8(11), 535-551.
- Karabulut, A. (2016). *Türkiye'de iş güvenliği denetimi sorunlar ve çözüm önerileri* [Yüksek Lisans Tezi]. T.C. Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karadağ, T. & Kepekli, T. A. (2019). İnşaat sektöründe yaşanan iş kazaları ve kaza nedenleri. *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(2), 314-322.
- Li, R.J. (1999). Fuzzy method in group decision making. *Computers and Mathematics with Applications*, 91-101.
- Liker, J. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles From The World's Greatest Manufacturer*. McGraw-Hill, New York.

- 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 intelligence. *Transportation Research Part F*, 37, 10-26. DOI: 10.1016/j.trf.2015.12.008.
- Lu, C. S. & Shang, K.C. (2005). An empirical investigation of safety climate in container terminal operators. *Journal of Safety Research*, 36(3), 297-308. DOI: 10.1016/j.jsr.2005.05.002.
- 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.
- 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 insight for accident prevention. *West Africa Built Environment Research (WABER) Conference*, Accra, 27-28 Temmuz.
- 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.
- 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 influences on unsafe behaviours and work accidents. *Marine Policy*, 99, 1-13. DOI:10.1016/j.marpol.2018.10.001.
- Osada, T. (1991). The 5S's, five keys to a total quality environment. *Asian Productivity Organization*, Tokyo.
- OSHA. (2013). Working Safely while repairing intermodal containers in marine terminals. <https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/osha3626.pdf> adresinden 13 Aralık 2021 tarihinde alınmıştır.
- Özdemir, Ü. (2016). Bulanık DEMATEL ve bulanık TOPSIS yöntemleri kullanılarak limanlarda yaşanan iş kazalarının incelenmesi. *Journal of ETA Maritime Science*, 4(3), 235-247.
- 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.
- 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.

- 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.
- Shikha, V. & Sharad, C. (2016). Highlights from the literature on risk assessment techniques adopted in the mining industry: A review of past contributions, recent developments and future scope. *International Journal of Mining Science and Technology*, 26(4), 691-702. DOI:10.1016/j.ijmst.2016.05.023.
- 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.
- 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.
- Sunaryo, Hamka, M.A. (2017). Safety risks assessment on container terminal using hazard identification and risk assessment and fault tree analysis methods. *Procedia Engineering*, 194, 307-314. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.08.150.
- 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.
- 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.
- Töz, A.C. & Köseoğlu, B. (2015, 5-6 Kasım). *Denizcilikte iş sağlığı ve iş emniyeti: Limanlar üzerine genel bir değerlendirme*. II. Ulusal Liman Kongresi, İzmir.
- Tzeng, G. H. & Huang, J.J. (2011). Multiple Attribute Decision Making. *Taylor and Francis Group*, Boca Raton.
- Ünal, A. U. & Alkan, G. B. (2015, 5-6 Kasım). *Liman işletmeleri için iş sağlığı ve güvenliği düzenlemeleri ve önemi*. II. Ulusal Liman Kongresi, İzmir.
- Ünal, A. U., Usluer, H. B. (2015, 5-6 Kasım). *Tehlikeli Yük elleçleme eğitimlerinin liman işletmelerindeki gereklilik ve önemi*. II. Ulusal Liman Kongresi, İzmir.
- 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, 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.
- Yip, T.L. (2008). Port traffic risks – A study of accidents in Hong Kong Waters. *Transportation Research Part E*, 921-931.