

Yayın Geliş Tarihi: 20.06.2022
Yayına Kabul Tarihi: 21.07.2023
Online Yayın Tarihi: 29.10.2023
DOI: 10.18613/deudfd.1133492
Araştırma Makalesi (Research Article)

Dokuz Eylül Üniversitesi
Denizcilik Fakültesi Dergisi
Özel Sayı 2023 Sayfa:72-106
E-ISSN: 2458-9942

LİMAN İŞLETMELERİNDE İŞ GÜVENLİĞİ PERFORMANSININ TERMİNALLER AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Murat YORULMAZ¹
Kübra GÜÇLÜ²

ÖZ

İş güvenliği performansının ölçülmesi, iş sağlığı ve güvenliği yönetim sisteminin temel unsurlarındandır. İşletmelerin iş güvenliği hedeflerine ulaşabilmesi adına iş güvenliği performansının doğru yöntemler ile ölçülmesi ve sonuçlarının değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda çalışmada, liman işletmelerindeki iş güvenliği performansının önem düzeylerinin ve ağırlık değerlerinin terminaller özelinde incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, iş güvenliği performansı göstergeleri ulusal ve uluslararası literatürden elde edilmiştir. Elde edilen parametreler arasındaki ilişki yönü, şiddeti ve önem derecesi için Kocaeli Liman Bölgesinde görev yapan 7 A sınıfı iş güvenliği uzmanının görüşü alınmıştır. Veriler çok kriterli karar verme yöntemlerinden bulanık DEMATEL ve TOPSIS yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmada, iş güvenliği performansı göstergeleri arasında yer alan; “çalışanların sağlık ve güvenlik bilgisi iletişimi”, “çalışanların hak ve sorumluluklarını yerine getirmesi” ve “çalışanların almış olduğu iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin kalitesi” parametrelerinin etkileyen grupta yer aldığı tespit edilmiştir. Ayrıca “çalışanların kişisel koruyucu ekipman kullanması” ve “çalışanların risk azaltıcı iş uygulamalarına katılımı” parametrelerinin ise etkilenen grupta yer aldığı görülmüştür. Bunun yanı sıra TOPSIS yöntemi ile iş güvenliği performansını etkileyen göstergelerin en önemli olduğu düşünülen terminal çeşidinin sıvı yük terminali olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İş Güvenliği Performansı, İş Sağlığı ve Güvenliği, Limanlar, Terminaller, Bulanık DEMATEL, TOPSIS.

¹ Doç. Dr., Kocaeli Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümü, murat.yorulmaz@kocaeli.edu.tr, ORCID: 0000-0002-5736-9146

² Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Öğrencisi, kguclu33@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6436-4335

EVALUATION OF OCCUPATIONAL SAFETY PERFORMANCE IN PORT MANAGERMENTS IN TERMS OF TERMINALS

ABSTRACT

Measuring occupational safety performance is one of the basic elements of the occupational health and safety management system. Occupational safety performance should be measured with the right methods and the results should be evaluated for ability of businesses to achieve their occupational safety goals. Accordingly in this study, it is aimed to examine the importance levels and weight values of occupational safety performance in port operations in specific to terminals. In the study, occupational safety performance indicators were obtained from national and international literature. Opinions of 7 A Class of occupational safety specialist working in Kocaeli Port Area were taken for the connection aspects, connection strength and significance between the obtained parameters. The data were analyzed using fuzzy DEMATEL and TOPSIS methods which are multi-criteria decision-making methods. In the study, it was determined that “the communication of health and safety information of employees”, “fulfillment of rights and responsibilities of employees”, and “the quality of occupational health and safety training received by employees”, which is among the indicators of occupational safety performance, are in the group that affects. Also, the parameters of “employees’ use of personal protective equipment” and “employees’ participation in risk-reducing work practices” were included in the group affected indicators. In addition, with TOPSIS method, it was concluded that the most important impact indicators the occupational safety performance were the liquid cargo terminals.

Keywords: *Occupational Safety Performance, Occupational Health and Safety, Ports, Terminals, Fuzzy DEMATEL, TOPSIS.*

1. GİRİŞ

Denizyolu taşımacılığı, uluslararası ticarete yüksek oranda kullanılması sebebiyle ticaret faaliyetlerinde büyük öneme sahiptir. Uluslararası ticaret yaklaşık %85 oranında denizyolu ile yapılmaktadır (Koldemir, 2008: 32-45). Bu durumun sebebi denizyolunun, taşımacılık sektöründe birçok avantajı bünyesinde barındırmasıdır. Denizyolu taşımacılığı, aynı anda yüksek miktarda yükün taşınabilir olması ve enerji tüketiminin minimum düzeyde olması sebebiyle ucuz bir taşıma yöntemidir. Güvenilirliğinin yüksek olması da uluslararası taşımacılıkta sıklıkla kullanılmasına sebep olarak gösterilebilir. Bunun yanı sıra teslimat süresinin uzun olması denizyolu taşımacılığının dezavantajları arasında dikkate alınması gereken bir konudur.

Ulaşımın bir parçası olarak kullanılan limanlar, lojistik rolü de üstlenerek bulunduğu bölge ve ülke ekonomisine katkı sağlamaktadır. Limanlar, sanayinin gelişmesine ve ticarete çeşitlilik sağlanmasına yardımcı olmaktadır (Koldemir, 2008: 32-45). Denizyolu taşımacılığında aktif rol oynayan limanlar, ticaret ve lojistik sektörlerinde önemli bir fonksiyonu üstlenmektedir. Ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin değerlendirilmesinde kullanılan parametreler arasında limanlar ilk sıralarda gelmektedir.

Limanlar, sanayi ve ticaret alanlarında üstlendikleri roller ile buldukları şehirlerin gelişmesini ve ekonomik gücün artmasını sağlamaktadır (Yaşar, 2008: 1-26). Bunun yanı sıra limanlar, deniz aşırı ülkeler arasında kullanılarak ilgili ülkelerin ekonomik ve siyasal anlamda güç kazanmasına yardımcı olmaktadır (Doğanay, 2014). Dolayısıyla limanlar, bölge ve ülkelerin sanayi, ticaret, ekonomi ve siyasi gibi konularda gelişmişlik düzeylerini doğrudan etkilemektedir.

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemiz de dış ticarete en ekonomik taşımacılık yöntemi olan denizyolu taşımacılığını tercih etmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu resmi verilerine göre 2021 yılında ülkemizde ihracat hacminin değer olarak %59,38'i, 2020 yılında %59,48'i ve 2019 yılında ise %60,34'ü denizyolu ile sağlanmıştır. Bunun yanı sıra ülkemizde ithalat hacminin değer olarak 2021 yılında %57,98'i, 2020 yılında %52,31'i ve 2019 yılında %53,70'i denizyolu taşımacılığı kullanılarak sağlanmıştır (Türkiye İstatistik Kurumu, 2022). Taşımacılık sektörü, demiryolu, karayolu, havayolu ve diğer taşımacılık yöntemleri kapsamında incelendiğinde dış ticaret faaliyetlerinde denizyolunun kullanılma oranları oldukça yüksektir.

T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Denizcilik Genel Müdürlüğü'nün sunduğu, ton bazında değerlendirilen yük elleçleme istatistiksel verilerine göre 2021 yılında Kocaeli limanlarında yapılan yük elleçleme faaliyetlerinin ülkemizde bulunan 44 adet liman başkanlığının yük elleçleme faaliyetlerine oranı %15,45'tir. Bu oran 47 adet liman başkanlığının yük elleçleme operasyonlarının incelendiği 2020 yılında %15,40 iken 53 adet liman başkanlığının yük elleçleme operasyonlarının incelendiği 2019 yılında %14,91'dir (T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Denizcilik Genel Müdürlüğü, 2022). İlgili verilere göre Kocaeli liman bölgesi ülkemizde bulunan limanlar arasında büyük öneme sahiptir.

İşçi sağlığı, çalışma ortamında sağlığı olumsuz etkileme potansiyeline sahip tüm etkenleri ortadan kaldırmayı amaçlayarak gerçekleştirilen tüm faaliyetleri tanımlarken iş güvenliği, işçinin hayatını

ve vücut bütünlüğünü tehdit eden riskleri ortadan kaldırmak veya en aza indirmek amacıyla uygulanan tüm teknik çalışmaları kapsamaktadır (Altın ve Taşdemir, 2018: 7-38). İş sağlığı ve güvenliği faaliyetleri ile çalışanın ve çalışma ortamının güvenliği sağlanmakta ve dolayısıyla verimlilik de bu doğrultuda olumlu yönde artmaktadır. İş sağlığı ve güvenliği uygulamaları, yapılan işte ve çalışma ortamında çevresel, fiziksel, kimyasal, biyolojik, psikolojik ve diğer tüm tehlike ve risklerin belirlenmesini doğru yöntemler ile analiz edilerek söz konusu tehlike ve risklerden kaynaklanabilecek iş kazası ve meslek hastalıklarını önlemeye yönelik alınan tedbirleri kapsamaktadır.

Limanların tehlikeli sınıfta yer alan işletmeler arasında olduğu düşünüldüğünde iş sağlığı ve güvenliği faaliyetlerinin değerlendirilmesi ve sürekli iyileştirme çalışmalarının önemi artmaktadır. Limanlarda yapılan iş gereği ve çalışma ortamının fazla komplike olmasından kaynaklı birçok farklı tehlike ve risk söz konusudur. Liman operasyonlarında fiziksel, kimyasal, biyolojik, ergonomik, çevresel ve psikolojik risk etmenleri doğru yöntemler ile analiz edilmeli ve değerlendirilmelidir. Söz konusu her bir risk için düzeltici önleyici faaliyetler ile önlem almak iş sağlığı ve güvenliği amaçlarından olan proaktif uygulamaların benimsenebilmesinde önemli bir adımdır.

İş sağlığı ve güvenliği yönetim sisteminin temel unsurlarından olan iş güvenliği performansının ölçülmesi, işletmelerin belirledikleri iş güvenliği hedeflerine ulaşıp ulaşmadıklarını tespit etmek için bir zorunluluktur. Bu doğrultuda çalışmanın amacı, tehlikeli sınıf işyerleri olarak kabul edilen liman işletmelerindeki iş güvenliği performansını terminaller özelinde incelemektir. Limanların çeşitli faktörler göz önünde bulundurulurken birçok farklı terminal çeşidini kapsamaması ve her bir terminal kapsamında söz konusu tehlike ve risklerin farklı olması sebebiyle iş güvenliği performansını terminaller çerçevesinde incelemek daha etkin sonuçlara ulaşılmasını sağlamıştır.

Rozendal ve Hale (2000: 1-8) çalışmasında, işgücü katılımını içeren bir performans göstergesi geliştirerek çalışma sonucunda, güvenlik performansının iyileştirilebilmesi için tam katılım, problem çözme yönetimi, başa çıkma göstergesinin izlenebilirliği için bir görevli atanması gibi faktörlerin hayata geçirilmesi gerekliliğine değinmiştir. Knode ve Cook (2004: 1-6) sunduğu çalışmada, yüklenicilerin güvenlik performansı incelenmiştir. Çalışmada, yüklenicilerin iş güvenliği performansının değerlendirilmesi hususunda iş güvenliği kaynaklarının yalnızca raporlamadan ibaret olmadığı, performansı etkilemek için yeniden yönlendirilmeye olanak sağlandığı sonucuna varılmıştır. Buell (2006)

çalışmasında, genel bir iş güvenliği kültürel olgunluk modeli sunmuştur. İş güvenliği performansını iyileştirmek için yükleniciler, ortaklar, hizmet sağlayıcılar ve tedarikçilerin de kültür gelişimi sürecine dahil edilmesi gerekliliği üzerinde durmuştur. Podgórski (2015: 146-166) çalışmasında, iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemlerinin performansını değerlendirebilmek amacıyla belirlediği performans göstergelerini AHP (Analitik Hiyerşi Prosesi) yöntemi kullanarak analiz etmiştir. Korkusuz vd. (2020: 81-96), belirlenen iş güvenliği performansı göstergeleri AHP yöntemi ile ağırlıklandırılmış ve sonrasında performans dizinlerini elde etme işleminde PROMETHEE ve GRA yöntemleri kullanmıştır. Ünal ve Alkan (2015: 5-6) çalışmasında, liman işletmelerinde iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarına dikkat çekilmiş ve ilgili uygulamaların bakanlık tarafından desteklenmesi gerekliliği vurgulanmıştır. Töz ve Köseoğlu (2015: 1-16), iş kazalarının meydana gelmesinde rol alan faktörleri 4M nedensellik teorisi ile açıklamıştır. Limanlarda iş sağlığı ve güvenliği kapsamında çeşitli iyileştirme faaliyetleri konusunda önerilerde bulunulmuştur. Antão vd. (2016: 266-275), çevre ve iş güvenliği konularında liman işletmelerinde uygulanması öngörülen bir dizi göstergeyi tanımlamayı amaçlamıştır. Çalışma sonucunda, çevre ve iş güvenliği faaliyetlerinin maliyet, çevre ve çalışma koşullarının iyileştirilmesinde rol oynadığına değinilmiştir.

İş güvenliği performansına ilişkin ulusal ve uluslararası literatür incelendiğinde birçok çalışmaya rastlanılmasına karşın limanlar kapsamında iş sağlığı ve güvenliği performansının terminaller özelinde incelendiği çalışmaya rastlanılmamıştır. Çalışmada bulanık DEMATEL ve TOPSIS yöntemleri kullanılarak yapılan analiz sonucunda iş güvenliği performansı terminaller çerçevesinde önceliklendirilmiştir. Bu doğrultuda çalışmanın, konunun farklı bir çerçeveden incelenmesini sağlayarak literatüre katkı sağladığı düşünülmektedir.

2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

2.1. İş Sağlığı ve Güvenliği Performansı

Performans ölçütlerinin anlaşılabilirliği, doğru kullanımı ve yorumlanması, işletme başarısına doğrudan etki eden bir faktördür. İş güvenliği performansının geliştirilmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanması, çalışanların güvenli bir ortamda çalışabilmesini sağlamakta dolayısıyla ürün ve hizmet performansını da olumlu yönde etkilemektedir.

Rozendal ve Hale (2000: 1-8) çalışmasında, işgücü katılımını içeren ve işletme kapasitesini ölçmek adına ek bir performans göstergesi geliştirmiştir. Başa çıkma kapasitesi olarak değerlendirilen bu ek gösterge ile kısa vadede performans ölçmeyi hedeflemiştir. Çalışmada üç teçhizat güvenlik toplantısı, kurumsal güvenlik toplantısı ve yönetim ekibi toplantısı çıktıları kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, güvenlik performansında iyileştirme elde edebilmenin yolunun, işgücünün tam katılım göstermesi, problem çözme yönetiminin oluşturulabilmesi, başa çıkma göstergesinin izlenebilirliği için bir görevli atanması gibi faktörlerin hayata geçirilebilmesinden geçtiğine değinilmiştir.

Knode ve Cook (2004: 1-6) sunduğu çalışmada, yüklenicilerin güvenlik performansı incelenmiştir. Çalışmada yüklenici iş güvenliği performansının değerlendirilmesi ve denetlenmesi adına her iki işletmeden denetçi birer grubun belirlenmesi ve denetim çıktılarının küresel düzeye taşınması amaçlanmıştır. Yüklenicilerin, denetim ekibinin beklentilerini karşılayamadığı konularda etkin bir aksiyon planının oluşturulması ve uygulanması iş güvenliği performansının iyileştirilmesine fayda sağlayacağı savunulmuştur. Geliştirilen yüklenici değerlendirme yöntemi ile yüklenicilerin iş güvenliğine bakış açısı ve iş güvenliğini sistematik olarak nasıl yönettiği bilgilerine ulaşılabilmektedir. Çalışmada, yüklenicilerin iş güvenliği performansını değerlendirme konusunda geliştirilen yöntem ile işletme iş güvenliği kaynaklarının yalnızca rapor etmek eyleminden çıkarılarak performansı etkilemek için yeniden yönlendirilmesine olanak sağladığı sonucuna varılmıştır.

Genel bir iş güvenliği kültürel olgunluk modeli sunan Buell (2006) çalışmasında, iş güvenliği performansını iyileştirmek için yükleniciler, ortaklar, hizmet sağlayıcılar ve tedarikçilerin de kültür gelişimi sürecine dahil edilmesi gerekliliği üzerinde durmuştur ve iş güvenliği kültürünün teşhisi için pragmatik örnekler sunmuştur. Çalışmada, iş güvenliği kültürel olgunluk modellerinin bir organizasyonun mevcut performansını anlayabilmesi ve iyileştirme planları geliştirebilmesi için faydalı olduğu, farklı kültürel değerlere sahip bir çalışma ortamında belirli davranış kuralları belirlenmesi ve bu kurallara uyumun sağlanması iş güvenliği kültürü oluşturmada etkili olduğu, yalın ve altı sigma gibi metotların iş güvenliği performansını daima canlı tutabileceği ve kaza, ölüm gibi sonuçları ortadan kaldırabilmek için tehlike ve risklerin belirlenerek doğru şekilde derecelendirilmesinin ve yüksek önemdeki risklere karşı öncü gereksinimlere ihtiyaç olduğu sonuçlarına varılmıştır.

Podgórski (2015: 146-166) çalışmasında iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemleri performansını değerlendirebilmek amacıyla belirlediği

performans göstergelerini AHP yöntemi kullanarak 20 ana performans kriteri ve 14 alternatifi analiz etmiştir. Belirlenen kriterler ve alternatifler, çalışmada kullanılan yöntem aracılığıyla minimum ölçüde maksimum fayda sağlayacak şekilde iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemleri performansını değerlendirmeyi ve iyileştirme çalışmalarında güvenilir veri sağlanabileceğine değinmiştir.

Heidari vd. (2016: 1-11) çalışmasında literatürü gözden geçirdikten sonra iş güvenliği temel performans göstergeleri özelinde zaman, kapsam ve türe dayalı kapsamlı bir sınıflandırma sunmuştur. Araştırmada, performans ölçümü için yenilikçi bir formülasyon önerilmiştir. Önerilen çerçevede, nitel ve nicelik veriler birleştirilerek performans durumu belirlenmiştir. Sunulan metodoloji, ödül-ceza politikasına dayanmaktadır. Bu metodoloji, üç sondaj şirketinde performans ölçümü için bir vaka çalışmasında kullanılmış ve modelin iş güvenliği performans ölçümü ve izlenmesi için endüstride uygulanabilir olduğu sonucuna varılmıştır. Bunun yanı sıra sunulan metot, performans ölçümüne ilişkin uluslararası bir ISO standardının geliştirilmesi adına bir temel olarak kullanılmasını mümkün kılan 12 özelliğe sahiptir.

Korkusuz vd. (2020: 81-96) çalışması ile literatürde iş güvenliği performans ölçümlerinin tek bir işletme özelinde yapılmış olmasına karşın birden fazla işletme için iş güvenliği performansının değerlendirilmesi ve hızlı sonuç alınabilmesi adına çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanarak konuya yeni bir bakış açısı sağlamıştır. Çalışmada belirlenen iş güvenliği performansı göstergeleri AHP yöntemi ile ağırlıklandırılmış ve sonrasında performans dizinlerini elde etme işleminde PROMETHEE ve GRA yöntemleri kullanmıştır. Elde edilen sonuçları karşılaştırarak sonuçların tutarlılığını değerlendirmiştir. Çalışmada örneklem olarak İstanbul ve İzmir illerinde bulunan 27 adet hastane kullanılmış olup iş güvenliği performans göstergeleri ile hastanelerin diğer özellikleri arasındaki kolerasyon incelenmiştir.

İş güvenliği performansını doğrudan etkileyen faktörleri Burke vd. (2002: 429-457), çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanması, çalışanların risk azaltıcı iş uygulamalarına katılımı (güvenlik uyumu), çalışanların sağlık ve güvenlik bilgisi iletişimi (güvenlik iletişimi) ve çalışanların hak ve sorumluluklarını yerine getirmesi (kazaların ve olayların raporlanması) şeklinde sıralamıştır.

İş kontrollerinin ve mühendislik çalışmalarının yetersiz kalması sonucu çalışma ortamında bulunan risklerin azaltılamadığı durumlarda ortamdaki fiziksel, kimyasal, biyolojik ve çevresel risklere karşı

korunabilmek adına bireysel korunma yöntemleri uygulanması gerekmektedir. Kişisel korunma yöntemlerinde kişisel koruyucu ekipmanların rolü oldukça büyüktür. Kişisel koruyucu ekipmanlara ilişkin çalışanların sorumlulukları arasında, ekipmanları belirlenen prosedürler doğrultusunda giymek, çıkarmak, saklamak ve gerektiğinde kontrollerini sağlamak yer almaktadır. Birçok işletmede kişisel koruyucu donanımların doğru kullanımına ilişkin eğitimler düzenlenmektedir. Çalışmanın her bir bileşeni için farklı bir kişisel koruyucu donanım kullanılması gerekliliği doğabilmektedir (Burke vd. 2002: 429-457). Dolayısıyla kişisel koruyucu donanımların uygun şekilde kullanımının kritikliği ve bu tür ekipmanların farklı endüstrilerde kullanılmasına yönelik talimat ve prosedürler dikkate alındığında çalışanların kişisel koruyucu donanım kullanması iş güvenliği performansı ile ilişkili olduğu gözlemlenmiştir.

Çalışanların risk azaltıcı iş uygulamalarına katılımı, ekipmanların doğru kullanımı ve yorumlanması, özel iş izni gerektiren çalışmalarda gerekli önlemlerin alınması, kilitleme etiketleme sistemlerinin etkin kullanılması, sağlığa zararlı ekipman ve atıkların doğru yöntemler ile bertaraf edilmesi, elleçleme faaliyetlerinde çalışma ortamı güvenliğinin sağlanması, yaralanma, iş kazası ve ramak kala olayların tekrarlanmasını engellemek adına düzeltici önleyici faaliyetlerin uygulanması gibi konularda aktif rol oynamasını kapsamaktadır (Burke vd. 2002: 429-457). İş güvenliği faaliyetlerinin amacı, çalışma ortamında mevcut risklerin belirlenmesi ve ilgili risklere karşı önleyici çalışmaların sürdürülmesidir. Risk azaltıcı faaliyetlere çalışanlar tarafından katılım sağlanması iş güvenliği performansı üzerinde etkili bir faktördür. Çalışanların iş güvenliği uygulamalarına katılımları güvenlik uyumu ile ilişkilidir. Risklerin belirlenebilmesi bazen ilgili alanda çalışanlar tarafından daha rahat görülebilmektedir. Bu doğrultuda risklere yönelik önleyici çalışmaların belirlenmesi ve uygulanması aşamalarında ilgili alanda çalışanların fikrinin alınması ve değerlendirilmesi önemli bir husustur.

Sağlık ve güvenlik bilgisi iletişimi; tehlike, olay ve kaza bilgilerinin uygun personele iletilmesi, çalışma ortamında potansiyel maruziyetlerin alan sorumlularına bildirilmesi ve acil durum koordinatörlerine bilgi akışının sağlanması konularını ifade etmektedir (Burke vd. 2002: 429-457). Sağlık ve güvenlik bilgisi iletişiminin etkin sağlanabilmesi, çalışma ortamında belirlenen tehlike ve bu tehlikelerden doğabilecek risklerin tespitinin ardından uygunsuzluğa ilişkin aksiyonun planlanması ve uygulanabilmesi adına dikkate alınması gereken bir faktördür.

Çalışanların hak ve sorumluluklarının kanun ve yönetmelikler kapsamında uygulanabilirliğinin sağlanması iş güvenliği performansının

geliştirilmesi adına önem arz etmektedir (Burke vd. 2002: 429-457). Çalışanların, işyerinde güvende hissetmelerinin bir yolu da mevzuat doğrultusunda haklarını ve sorumluluklarını bilmeleri ve mevzuata uygun davranış sergilemelerinden geçmektedir.

İş güvenliği performansını etkileyen faktörlere ek olarak çalışanlara verilen iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin etkinliğinin değerlendirilmesi ve maksimum seviyede sürdürülmesi de iş güvenliği performansını etkilemektedir. Eğitimlerde çalışma alanında bulunan tehlike ve riskler, kişisel koruyucu donanımların doğru kullanılması, bildirim mekanizması, işyeri iletişim ağı ve ilgili mevzuatları kapsaması gerekmektedir. Eğitimlerde karşılıklı iletişim frekansının doğru kullanılması, eğitim içeriğinin anlaşılır olması, çalışanların eğitim süresince aktif olması ve interaktif eğitim metotlarının seçilmesi gibi konular eğitim kalitesini olumlu yönde etkilemektedir. Eğitim sonunda uygulanan sınavların eğitim konuları özelinde değerlendirilmesi ve analiz edilmesi sonucunda anlaşılmayan konuların tespit edilmesi ve bu konulara ilişkin ayrıca eğitimler ve duyarlılaştırma çalışmalarının sürdürülmesi de eğitim etkinliğini iyileştirme sürecinde fayda sağlamaktadır.

2.2. Liman İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği

Türk Dil Kurumu tarafından oluşturulan sözlükte liman kavramı, “gemilerin barınmalarına, yük alıp boşaltmalarına, yolcu indirip bindirmelerine yarayan doğal veya yapay sığınak” olarak tanımlanmıştır. Yapılan tanım ile limanların genel olarak fonksiyonlarına ve biçimine ışık tutulmuştur.

Türk Dil Kurumu’nun terminal için yaptığı tanım ise “taşıtların yolcularını/yüklerini ilk aldığı veya son bıraktığı yer şeklindedir. Limanlarda terminaller çeşitli faktörler göz önünde bulundurularak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre terminaller, faaliyet alanına göre, yük tiplerine göre, mülkiyet yapısı ve sundukları hizmete göre çeşitli gruplar halinde incelenmektedir.

İş sağlığı ve güvenliği, geleneksel endüstriler, bilgi teknolojisi şirketleri, sağlık hizmetleri, bakım evleri, okullar, üniversiteler, eğlence tesisleri ve ofisler dahil olmak üzere tüm sanayi ve ticaret dallarıyla ilgilidir (Hughes ve Ferrett, 2011). İş sağlığı ve güvenliği kavramının sağlık ve güvenlik kavramlarının ayrı şekilde açıklanması ile daha anlaşılır olması sağlanabilir. Bu doğrultuda sağlık, hastalıkları önleme, yaşamı uzatma, fiziksel ve zihinsel durumu geliştirme konusunda tam iyilik halidir. Güvenlik ise yaralanma veya kayba uğrama yaşanmaksızın

güvende olma durumu anlamına gelmektedir. Bu nedenle, güvenlik politikaları, yaralanmalara neden olabilecek tehlikeli koşulların tamamen ortadan kaldırılmasına veya azaltılmasına yönelik faaliyetleri kapsamaktadır (Akpan, 2011: 159-165). Sağlık ve güvenlik kavramları doğrultusunda iş sağlığı ve güvenliği çalışma ortamının sağlıklı ve güvenli koşulları sağlayabilmesi adına uygulanan faaliyetleri kapsamaktadır.

ILO (2005) raporuna göre işletmeler, üretkenliği en üst düzeye çıkarmak ve genel örgütsel performansı iyileştirmek için görevlerini yerine getirirken çalışanları korumayı amaçlayan özel önlem ve programların geliştirilmesine odaklanmalıdır. Uygulanan önleme faaliyetlerinin etkinliğinin değerlendirilmesinde yaralanma, kaza ve ramak kala olayların sayısı ve şiddetinde meydana gelen değişiklikler izlenmelidir.

Fabiano vd. (2010: 980-990) tarafından yürütölen çalışmada, Akdeniz'in Cenova (İtalya) limanı göz önünde bulundurularak iş organizasyonu, iş deneyimi, verimlilik ve iş kazaları arasındaki ilişki araştırılmıştır. Eksik raporlama sonucu yeniden sınıflandırma gibi olası raporlama yanlışlıklarını en aza indirmek amacıyla doğrudan yerinde toplanan verilerden, dahili kazalardan veya tıbbi yardım raporlarından yararlanılarak yaralanma istatistikleri detaylandırılmıştır. Yaralanma sürecine atıfta bulunularak 1980-2006 yılları arasında mesleki yaralanmalara ilişkin derinlemesine bir istatistiksel analiz gerçekleştirilmiştir. İncelenen limanda, frekans endeksinde %13'ten %29,7'ye bir artış tespit edilmiş ancak bu artışın sebebinin taşımacılıkta konteyner kullanımının artması olduğu gözlemlenmiştir. Dolayısıyla bu artışın insan faktörü güvenlik uygulamasına bağlı olmadığı sonucuna varılmıştır.

Ünal ve Alkan (2015: 5-6) çalışmasında, denizyolu taşımacılığının dünya ticaretindeki yerine ve önemine değinmiştir. Taşımacılık sektöründe limanların rolü arttıkça liman operasyonlarının daha hızlı gerçekleşmesi gerekliliği doğmuştur. Aynı anda birden çok tehlike ve riski bir arada barındıran limanlardaki yükleme boşaltma faaliyetlerinin yoğunluğunun artması, mevcut tehlike ve risklerin şiddetlerini arttırmaktadır. Bu doğrultuda yaralanma, iş kazası gibi hem çalışana hem de işletmeye olumsuz sonuçlar getiren olayların önlenmesi veya etkilerinin en aza indirilmesi için liman işletmeleri üst yönetimlerinin iş sağlığı ve güvenliği önleme politikalarını geliştirmesi ve sürdürülebilirliğini sağlaması önemlidir. Çalışmada, liman işletmelerinde iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarına dikkat çekilmiş ve ilgili uygulamaların bakanlık tarafından desteklenmesi gerekliliği vurgulanmıştır. Böylece azalacak olan iş kazası

sayıları ve oranları ile ülkemizin uluslararası denizyolu taşımacılığında daha önemli bir konuma gelebileceği savunulmuştur.

Töz ve Köseoğlu (2015: 1-16), iş kazalarının meydana gelmesinde rol alan faktörleri 4M nedensellik teorisi ile açıklamıştır. Günümüzde limanlarda yaşanan iş kazalarının temelinde insan faktörünün etkisine dikkat çekilen çalışmada, limanlar çalışma ortamında iş emniyeti ve iş sağlığı koşullarının genel olarak değerlendirilmesi yapılmış ve iş sağlığı ve güvenliği kapsamında çeşitli iyileştirme faaliyetleri konusunda öneriler sunulmuştur.

Antão vd. (2016: 266-275) iş güvenliği ve çevre konularında liman işletmelerinde uygulanması öngörülen bir dizi göstergiyi tanımlamayı amaçlamıştır. Çalışma, iş güvenliği göstergelerini belirlemek adına iki farklı yaklaşım içermektedir. Bunlardan ilki temel olarak yasal düzenlemelerin ve mevzuatın yanı sıra denizcilik endüstrisinin paydaşları tarafından sağlanan geribildirimleri kapsayan yukarıdan aşağıya yaklaşımken ikincisi limanlarda mevcut göstergelerin değerlendirilmesi adına derinlemesine analiz edildiği aşağıdan yukarıya yaklaşımı içermektedir. Çalışma sonucunda, iş sağlığı ve güvenliği ve çevre faaliyetlerinin yalnızca mevzuata uygunluğu sağlamak için değil, aynı zamanda işletme maliyetlerini azaltmak, çevreyi korumak, sağlıklı ve güvenli çalışma koşulları sağlamak ve kazaların oluşumunu azaltmak için de önemli olduğu vurgulanmıştır.

Özdemir (2016: 235-247), limanlarda yaşanan iş kazaları nedenleri arasındaki ilişkiyi ve bu nedenlere yönelik sunulan alternatifleri bulanık DEMATEL ve TOPSIS yöntemleriyle incelemiştir. Bahsi geçen çalışmada belirlenen kriterler arasında yapılan sıralamada ilk iki kriter insan hatası ve yönetsel eksikliklere ilişkin faktörler olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada iş güvenliği performansını etkileyen faktörler arasında kriter ağırlıkları değerlendirildiğinde “çalışanların hak ve sorumluluklarını yerine getirmesi” ve “çalışanların almış olduğu iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin kalitesi” kriterlerinin ağırlıklarının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

Yavuz (2017) tarafından sunulan çalışmada, tehlikeli sınıfta yer alan limanlarda iş sağlığı ve güvenliği risklerinin belirlendiği ve mevcut risklere yönelik önleme faaliyetleri önerilerinin sunulduğu bir risk değerlendirmesi çalışması yürütülmüştür. Risk değerlendirmesi sürecinde PRAT (Oransal Risk Değerlendirme Yöntemi) yöntemi kullanılmıştır. PRAT Tekniği kullanılarak uygulanan risk değerlendirmesi bulanık mantık ve AHP yaklaşımları ile desteklenerek analiz edilmiştir. AHP yöntemi ile analiz

edilen kriterler, eğitim koşulları, olağandışı risk, organizasyon yapısı, güvenlik riski, operasyonel ve teknik risk olarak belirlenmiş ve ana kriterler kendi arasında karşılaştırma yöntemi ile değerlendirilmiştir.

Güller ve Gündüz (2017: 127-144) çalışmasında, limanlarda kullanılan iş makineleri kaynaklı yaşanan iş kazalarının ve önleme metotlarının incelenmesini amaçlamıştır. Çalışmada, limanlarda iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin yasal düzenlemeler, limanlarda kullanılan iş makineleri gibi konulara ilişkin literatür incelenmiştir. Literatür aktarımı sonrası limanlarda kullanılan makine ve ekipmanlar özelinde risk analizi çalışması yürütülmüştür. Risk analizinde L tipi matris kullanılmıştır. Risk analizi çıktıları doğrultusunda sektöre iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarına yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Yarahmadi vd. (2018: 70-80), İmam Humeyni limanında iş güvenliği performansı kapsamında yüklenicileri değerlendirmiştir. Çalışmasında AHP ve TOPSIS yöntemlerinin bir arada kullanıldığı hibrit bir metot kullanmıştır. Çalışmada yüklenicilerin değerlendirilmesi ve sıralanması ile iş güvenliği mevcut durumunun iyileştirilmesi ve yönetim çözümlerinin sağlanması amaçlanmıştır. Belirlenen dört kriter ve 22 alt kriter 38 katılımcının görüşleri doğrultusunda AHP tekniği ile ağırlıklandırılmış ve önceliklendirilmiştir. AHP analizi sonucunda yönetim kriterleri en yüksek puanı alırken çevre kriterleri en düşük puanı almıştır. Sonrasında TOPSIS yöntemi ile yükleniciler iş güvenliği performanslarına göre sıralanmıştır.

3. YÖNTEM

Bu çalışmada, liman işletmelerinde iş güvenliği performansı ve önem düzeylerinin araştırılması amacıyla çok kriterli karar verme yöntemlerinden bulanık DEMATEL ve TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır.

3.1. Bulanık DEMATEL Yöntemi

DEMATEL yöntemi, çok kriterli karar verme metotları arasında yer alan ve değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü ve şiddetini belirlemek için kullanılan pragmatik bir yöntemdir (Abdullah vd. 2019: 207-215). Uygulamada uzman karar vericilerin kriterleri değerlendirirken kullandıkları nitel ölçekler, uygulama sonucuna ulaşmada zorluk yaratmaktadır. Ancak DEMATEL yöntemi ile nedensellik ilişkilerinin değerlendirilmesinde kullanılan görseller ve diyagramlar analiz sürecini ve sonucu daha anlaşılır kılmaktadır.

Bulanık DEMATEL Yöntemi Kullanılarak Yapılan Çalışmalar

DEMATEL yöntemi çok kriterli karar verme problemlerini çözmek amacıyla (Gabus ve Fontela, 1973) tarafından yapılan çalışma ile literatüre aktarılmıştır. Daha net ve anlamlı sonuçlara ulaşabilmek için (Wu ve Lee, 2007: 499-507), DEMATEL yöntemini bulanık mantık ile birleştirerek bulanık DEMATEL yöntemini kullanmışlardır. Literatürde bulanık DEMATEL yönteminin, birçok farklı sektörde uygulandığı görülmüştür.

Hori ve Shimizu (1999: 1413-1419) çalışmasında denetleyici kontrol sistemleri için insan arayüzü tasarlamak ve değerlendirmek amacıyla DEMATEL yöntemini kullanmıştır. Tamura ve Akazawa (2005: 64-72), sosyal yaşam içerisinde yer alan ve toplum güvenliği konusunda rahatsız edici etkiye sahip olan faktörleri değerlendirme işlemini DEMATEL yöntemi ile gerçekleştirmiştir. Nedensellik ilişkisinin karmaşıklığı sebebiyle daha net sonuçlara ulaşmak için (Lin ve Wu, 2008: 205-213), Tayvan'da bir şirketin Ar-Ge proje seçimi için bulanık DEMATEL tekniğini kullanmıştır. Dalalah vd. (2011: 8384-8391) ve birçok farklı araştırmacı tedarikçi seçimi probleminde çok kriterli karar verme tekniklerinden özellikle bulanık DEMATEL yönteminden yararlanmıştır. Chou vd. (2012: 64-71), insan kaynaklarını değerlendirmede bilim ve teknolojinin rolünü değerlendirmek amacıyla AHP yöntemi ile bulanık DEMATEL yönteminin bir arada kullanıldığı hibrit bir model önermiştir. Patil ve Kant (2014: 126-135), tedarik zincirinde bilgi yönetiminin benimsenmesine ilişkin değerleri bulanık DEMATEL yöntemini kullanarak analiz etmiş ve bulanık çok kriterli karar vermeye dayalı bir tahmin çerçevesi önermiştir. Aksakal ve Dağdeviren (2015: 249-262) tarafından yapılan çalışmada, işgücü yetenek düzeyi bulanık AHP ve bulanık DEMATEL yöntemleri ile değerlendirilmiş ve işgücü atama problemleri üzerine çalışılmıştır. Özdemir (2016: 235-247), limanlarda yaşanan iş kazalarının incelenmesinde bulanık DEMATEL ve bulanık TOPSIS yöntemlerini kullanmıştır. Ha ve Yang (2017: 264-278) çalışmasında, liman performans göstergelerinin karşılaştırmalı analizinde çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve DEMATEL yöntemlerini kullanmıştır. Durán vd. (2018: 1-12) çalışmasında, teknolojik riskler ile iş düzeylerinde sinerjik ilişkileri belirlemek için DEMATEL uygulamasını kullanmış ve bu noktada DEMATEL yönteminin avantajlarını literatüre sunmuştur. Özdemir (2018: 319-332), konteyner limanlarında konteyner biriktirme işlemine dair problemlerin analizinde bulanık DEMATEL yönteminden yararlanmıştır. Khorram ve Bahrami (2020: 79-95) çalışmasında, limanlarda yükleme/boşaltma operasyonlarının başarısında önemli bir unsur olan tarama projelerinin verimliliğini etkin bir şekilde

ölçebilmek adına tarama projelerinin istenmeyen hasarlara yol açmasının nedenlerini bulanık DEMATEL yöntemi ile değerlendirmiştir.

Bulanık DEMATEL Yöntemi Aşamaları

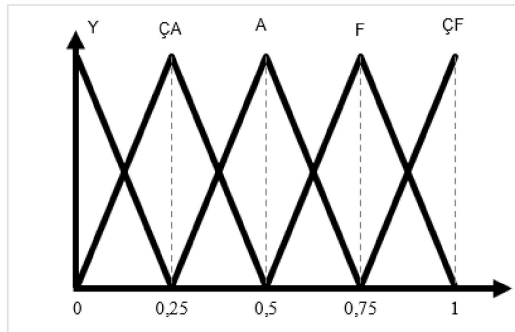
Adım 1 – Karar vericilerin belirlenmesi: Çalışmaya yönelik problem tespiti ve problem amacının belirlendiği adımdır. Probleme yönelik görüşlerine başvurulacak kişilerden oluşan bir karar verici grubunun oluşturulması sağlanır.

Adım 2 – Değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi ve bulanık skalanın oluşturulması: Bu adımda uygulama için kullanılacak kriterler belirlenir ve bulanık skala oluşturulur. Değerlendirme kriterleri arasındaki ilişki ve ölçek tanımlamaları doğası gereği karmaşık yapıdadır bu yüzden bulanık dilsel ölçeğin kullanılması tercih edilir. Bulanık dilsel ölçek için (Li, 1999: 91-101) ve (Wu ve Lee, 2007: 499-507) 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 olup her bir dilsel terime karşılık üçgen bulanık sayılar dizisi atanmıştır. Söz konusu bulanık skala Tablo 1 ve Şekil 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1: Dilsel Ölçekler ve Üçgen Bulanık Sayı Karşılıkları

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

Kaynak: Wu ve Lee, 2007: 499-507.



Şekil 1: Dilsel Ölçekler ve Üçgen Bulanık Sayılar

Kaynak: Li, 1999.

Adım 3 – Kriterler arasındaki ikili ilişkilerin değerlendirilmesi: Bu adımda karar vericilerden elde edilen kriterler arasındaki ikili ilişki değerlendirilmektedir. Kriterler $\{C_1, C_2, C_3, \dots, C_n\}$ arasındaki ilişki seviyesini değerlendirmek amacıyla her bir karar verici ikili karşılaştırma matrisi oluşturmaktadır. Her bir kriterin diğer bir kritere etki düzeyi dilsel terimler ile ifade edilmektedir. Karar verici sayısı p olarak ele alınırsa p tane karar matrisi $\tilde{z}^{(1)}, \tilde{z}^{(2)}, \dots, \tilde{z}^{(p)}$ elde edilmektedir. Eşitlik 1, k . karar vericinin kriterler ile oluşturmuş olduğu başlangıç direkt ilişki matrisini göstermektedir;

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

Bir dilsel terimin ifadesi olan $Z_{ij}^{(k)} = (\tilde{l}_{ij}^{(k)}, \tilde{m}_{ij}^{(k)}, \tilde{u}_{ij}^{(k)})$ üçgen bulanık sayısında i . kriteri j . ise kriteri etkileme düzeyini yansıtmaktadır. $\tilde{z}_{ii}^{(k)} = (\tilde{l}_{ii}^{(k)}, \tilde{m}_{ii}^{(k)}, \tilde{u}_{ii}^{(k)})$ ($i=1, 2, 3, \dots, n$) üçgen bulanık sayısı her bir kriterin aynı kriter üzerindeki etkisini göstermektedir ve karar vericilerin yanıtlarından bağımsız $(0, 0, 0)$ olarak verilmektedir (Mavi ve Standing, 2018: 751-765).

Adım 4 – Normalize direkt ilişki matrisi (X) oluşturulması: Kriterleri karşılaştırılabilir bir ölçüğe dönüştürmek için doğrusal skala transformasyon yöntemi kullanılarak normalize direkt ilişki matrisi oluşturulması gerekmektedir. \tilde{X} matrisi normalize 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 ile normalize direkt ilişki matrisleri birleşimi ile oluşturulur. Formül 2 kullanılarak Eşitlik 3 elde edilmektedir;

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

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

Bir sonraki aşamada \tilde{X} matrisi Formül 4 ve Formül 5 ile normalize edilmektedir (Mavi ve Standing, 2018: 751-765). Bu aşamada direkt ilişki matrisinde bulunan tüm u sütunları toplandıktan sonra bulunan sonuçlar arasındaki maksimum değer bulunmaktadır. Ortalama bulanık ilişki matrisindeki tüm değerler Formül 5’te görünen işleme tabi tutularak 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 olduğu gibi görünmektedir;

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

Adım 5 – Toplam bulanık direkt ilişki matrisinin (T) oluşturulması: Mevcut kriterler üzerinde etkileyen-etkilenen sisteminin kurulabilmesi adına toplam bulanık direkt ilişki matrisi elde edilmesi gerekmektedir. \tilde{T} toplam ilişki matrisini ve I birim matrisi ifade etmek üzere Formül 7’de görünen işlem uygulanarak toplam bulanık ilişki matrisi elde edilmektedir;

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

Normalize bulanık direkt ilişki matrisi bulanık sayılardan oluşmaktadır dolayısıyla formülün uygulanmasında zorluk yaşanmaktadır. Bu yüzden l, m, u değerlerinin her biri için ayrı birer matris oluşturularak uygulanması işlem adımını kolaylaştırmaktadır. Üç matris için de birim matristen çıkarma işleminden 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 elde edilmektedir (Jassbi vd. 2011: 5967-5973; Mavi ve Standing, 2018: 751-765);

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

Adım 6 – Değerlerin durulaştırılması işlemi: Bir önceki adımda elde edilen toplam bulanık direkt ilişki matrisinde yer alan sütun değerleri toplanarak \tilde{D}_i değeri, satır değerleri toplamı ile \tilde{R}_i değeri elde edilmektedir. Bulunan değerler ile $\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$ ve $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$ işlemlerinin sonuçları bulunmaktadır. Bulunan değerlerin bulanık üçgen sayılardan oluşması sebebiyle bu değerlere Formül 9 ve Formül 10 uygulanarak durulaştırma işlemi yapılmaktadır (Jassbi vd. 2011: 5967-5973; Mavi ve Standing, 2018: 751-765);

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

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

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 oluşturulmaktadır. $\tilde{D}_j^{def} + \tilde{R}_i^{def}$ değeri kriterlerin önem derecelerini ifade etmektedir. $\tilde{D}_j^{def} - \tilde{R}_i^{def}$ değeri ise kriterleri neden sonuç kümeleri şeklinde sınıflandırmaktadır. 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 tanımlamaktadır. Negatif olan $\tilde{D}_j^{def} - \tilde{R}_i^{def}$ değerlerinin ait olduğu kriterler ise diğer kriterlerden etkilenen grubu temsil etmektedir (Jassbi vd. 2011: 5967-5973; Tzeng ve Huang, 2011; Çınar, 2013: 157-186; Mavi ve Standing, 2018: 751-765).

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

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

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

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

3.2. TOPSIS Yöntemi

Karar verme problemleri, belirlenen tüm alternatifler arasından en iyisini bulma prosesi olarak tanımlanabilir. TOPSIS yöntemi, sezgiye dayanmaktadır ve pozitif ideal çözüme en yakın mesafe ile negatif ideal çözüm odağına en uzak mesafeye sahip olan en iyi alternatifin seçilmesi adına sistematik kriterler sağlamaktadır. Başka bir deyişle TOPSIS, ideal çözüme yakınlığına göre alternatifler arasında sıralama tercihinin oluşturma yöntemidir.

TOPSIS Yöntemi Kullanılarak Yapılan Çalışmalar

Hwang ve Yoon (1981: 58-191) tarafından önerilen TOPSIS yöntemi fayda kriterlerini en yüksek seviyede ve maliyet kriterlerini en düşük seviyede tutmayı amaçlayan ideal bir çözüme yakınlığa göre sıralama sistemi sunan bir tekniktir. TOPSIS yöntemi, literatürde birçok farklı sektörde ve uygulamada rastlanan bir çok kriterli karar verme yöntemidir.

Chen (2000: 1-9), verilerde sıklıkla kullanılan kavramların belirsiz olması sebebiyle TOPSIS yöntemini bulanık ortama genişletmiş ve yöntemin birçok yönetim karar probleminde uygulanabilirliğine değinmiştir. Yurdakul ve İç (2003: 1-18) çalışmasında otomotiv firmalarının bilançoları kullanılarak finansal oranları kullanılmış ve firmalar bu kapsamda derecelendirilmiştir. Değerlendirmede TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Jahanshahloo vd. (2006: 1375–1384) çalışmasında TOPSIS yönteminin genişletilmesi ile veri aralığı olan karar verme problemlerine tüm olası seçenekler arasından en çok tercih edilen seçeneği belirleyen bir algoritma sunmuştur. Çalışmasını İran'daki 15 banka şubesinin finansal oranlarını değerlendirerek desteklemiştir. Chen ve Tsao (2008: 1410-1428), TOPSIS yöntemini aralık değerli bulanık veriler için genişletmiş ve bulanık TOPSIS yöntemini açıklamıştır. Sunduğu deneysel analiz ile her bir mesafe ölçüsünden alınan aralık değerli TOPSIS sıralamasının karşılaştırmalı bir analizini, tutarlılık oranlarını, çelişki oranlarını ve ortalama Spearman korelasyon katsayıları üzerine tartışmalı olarak göstermiştir. Perçin (2012: 169-184), makine ve teçhizat seçim kriterlerini bulanık AHP yöntemi ile ağırlıklandırmış ve alternatifleri TOPSIS yöntemine göre sıralayarak duyarlılık analizi gerçekleştirmiştir. Wang vd. (2014: 358-365), bulanık Delphi ve TOPSIS yöntemlerini kullanarak lojistik şirketleri için en ideal yakıt ikmal limanlarının seçimini değerlendirmiştir. Kim (2016: 187-194) çalışmasında, liman rekabet gücünün değerlendirilmesi için temel faktörler belirledikten sonra Kore ve Çin'deki liman örnekleri arasındaki rekabet gücünü TOPSIS yöntemi ile analiz etmiştir. Celik ve Akyuz (2018: 371-381), deniz taşımacılığında

uygun gemi yükleyici tipini seçmek için aralıklı bulanık kümeler ile genişletilmiş kapsamlı bir çok kriterli karar verme yöntemi sunmayı amaçlayarak AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanmıştır. Ren (2020: 766-769), TOPSIS entropi ağırlığına dayalı bir liman işletmesi ürün kalite değerlendirme modeli önermiştir. Çalışmada, önerilen model ürün kalite değerlendirme yönteminin daha iyi değerlendirme etkisine sahip olduğunu tam olarak gösteren yüksek bir doğruluğa sahip olduğuna değinilmiştir. Akandere (2021: 515-535) çalışmasında, entegre Entropi-TOPSIS yöntemini kullanarak yeşil sertifikalı limanların performansını çevresel ve operasyonel kriterlerle değerlendirmiş ve Entropi-TOPSIS yöntemi ile yeşil sertifikalı limanların sıralaması gerçekleştirilmiştir.

TOPSIS Yöntemi Aşamaları

Adım – 1 Karar matrisinin (D) oluşturulması: Bir çok kriterli karar verme probleminin alternatifleri (m) (A_1, \dots, A_m) ve kriterlerinin (n) (C_1, \dots, C_n) yerleştirilmesinde alternatifleri satırda kriterleri ise sütunda konumlandırmak gerekmektedir. Uzman karar vericiler tarafından her alternatifin her bir kriter bazında derecelendirilmesi sonucunda elde edilen matris Eşitlik 13'te görünmektedir (Monjezi vd. 2012: 95-101);

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

Adım – 2 Normalize matrisin (R) oluşturulması: Birinci adımda oluşturulmuş olan karar matrisi Formül 14 kullanılarak normalize edilmekte ve böylece Eşitlik 15'te görülen R matrisi meydana gelmektedir (Monjezi vd. 2012: 95-101);

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

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

Adım – 3 Ağırlıklandırılmış normalize matrisin (V) elde edilmesi: Bu adımda Formül 11 ile oluşturulan kriter ağırlıkları (W) ve R matrisinde yer alan her bir değer çarpılarak V matrisi elde edilmektedir. İlgili çarpma

işlemi Formül 16’da görülmektedir. Sonucunda elde edilen V matrisi ise Eşitlik 17’te görülmektedir (Monjezi vd. 2012: 95-101);

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

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

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 uygulanarak elde edilmektedir (Monjezi vd. 2012: 95-101);

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

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

Adım – 5 Pozitif ideal ve negatif ideal çözüm noktalarına uzaklık değerlerinin hesaplanması: Alternatifler için ayırma ölçülerini hesaplama işleminde n boyutlu Öklid uzaklığı kullanılmaktadır. Pozitif ideal çözüme uzaklık (S_j^+), Formül 20 ve negatif ideal çözüme uzaklık (S_j^-) Formül 21 kullanılarak elde edilmektedir (Monjezi vd. 2012: 95-101);

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

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

Adım – 6 İdeal çözüme göreli yakınlığın (C_j) hesaplanması: Pozitif ideal ve negatif ideal çözüm noktaları kullanılarak ideal çözüme göreli yakınlık değerleri hesaplanmaktadır. Bu hesaplama için Formül 22 kullanılmaktadır (Monjezi vd. 2012: 95-101);

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

Adım – 7 Alternatiflerin sıralanması: Son adımda alternatifler, ideal çözüme yakınlıkları dikkate alınarak sıralanmaktadır. C_j değeri ne kadar yüksek ise alternatif o derece idealdir. En uygun alternatif, ideal çözüme en yakın olan değere sahip alternatiftir (Tong ve Su, 1997: 25-34).

4. UYGULAMA

İş sağlığı ve güvenliği yönetim sisteminin temel unsurlarından olan iş güvenliği performansının ölçülmesi, işletmelerin belirledikleri iş güvenliği hedeflerine ulaşip ulaşmadıklarını tespit etmek için bir zorunluluktur. Bu doğrultuda çalışmanın amacı, tehlikeli işyerleri olarak kabul edilen liman işletmelerindeki iş güvenliği performansını terminaller özelinde incelemektir. Bu amaca yönelik olarak da Kocaeli Liman Bölgesinde faaliyet gösteren limanlarda görev yapan 7 A sınıfı iş güvenliği uzmanından elde edilen veriler, bulanık DEMATEL ve TOPSIS yöntemleriyle analiz edilmiştir. Kriter ve alternatiflerin analizinde Microsoft Excel programı kullanılmıştır. Çalışmada görüşleri alınan 7 iş güvenliği uzmanına ait ilgili bilgiler Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2: Katılımcı Bilgileri

Katılımcı Bilgileri	Yaş	Cinsiyet	Eğitim	Çalışma Süresi	Çalışılan Terminal	Unvan
Katılımcı 1	38	Erkek	Lisans	8 yıl	Konteyner/Sıvı Yük	A Sınıfı İGU
Katılımcı 2	49	Erkek	Yüksek Lisans	15 yıl	Konteyner/Sıvı Yük	A Sınıfı İGU
Katılımcı 3	42	Erkek	Lisans	17 yıl	Konteyner/Sıvı Yük/Dökme Yük	A Sınıfı İGU
Katılımcı 4	37	Erkek	Lisans	9 yıl	Konteyner/Sıvı Yük/Dökme Yük	A Sınıfı İGU
Katılımcı 5	35	Erkek	Lisans	10 yıl	Konteyner/Sıvı Yük	A Sınıfı İGU
Katılımcı 6	45	Erkek	Yüksek Lisans	17 yıl	Konteyner/Sıvı Yük	A Sınıfı İGU
Katılımcı 7	32	Erkek	Lisans	7 yıl	Konteyner/Sıvı Yük/Dökme Yük	A Sınıfı İGU

Çalışmanın ilk aşamasında literatürden (Burke vd. 2002; Yorulmaz ve Aksu, 2021; Yorulmaz vd. 2022) elde edilen 5 kriter bulanık DEMATEL tekniği kullanılarak derecelendirilmiştir. İkinci aşamada belirlenen 4 alternatif TOPSIS yöntemi ile sıralanmış ve iş güvenliği performansı terminal çeşitleri çerçevesinde değerlendirilmiştir. Kocaeli Liman Bölgesinde görev yapan iş güvenliği uzmanlarının görüşleri, Kocaeli Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulu’nun 12.05.2022 tarih ve E-10017888-100-230332 sayılı toplantısının onayı ile alınmıştır.

4.1. Bulanık DEMATEL Yöntemi ile Kriterlerin Değerlendirilmesi

Adım – 1 Karar vericilerin belirlenmesi: Çalışmada kriterler ve alternatiflerin değerlendirilmesinde Kocaeli Liman Bölgesinde faaliyet gösteren limanlarda görev yapan 7 A sınıfı iş güvenliği uzmanının görüşlerinden yararlanılmıştır.

Adım 2 – Değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi ve bulanık skalanın oluşturulması: Bu adımda iş sağlığı ve güvenliği performansını etkileyen ve analizde kullanılacak 5 ana kriter literatürden elde edilmiştir. Uygulamada kolaylık sağlaması açısından her bir kritere bir kod tanımlanmıştır. Belirlenen kriter ve tanımlı kodlamaları Tablo 3'te yer almaktadır. Bulanık skala için (Wu ve Lee, 2007: 499-507) tarafından önerilen ve Tablo 1'de aktarılan bulanık skala kullanılmıştır.

Tablo 3: Kriterler ve Tanımlı Kodları

KRİTERLER	KODLAR
Çalışanların kişisel koruyucu ekipman kullanması	C1
Çalışanların risk azaltıcı iş uygulamalarına katılımı	C2
Çalışanların sağlık ve güvenlik bilgisi iletişimi	C3
Çalışanların hak ve sorumluluklarını yerine getirmesi	C4
Çalışanların almış olduğu iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin kalitesi	C5

Adım 3 – Kriterler arasındaki ikili ilişkilerin değerlendirilmesi: Bu adımda karar vericilerden her kriterin diğer tüm kriterler üzerindeki etkisinin derecelendirilmesi ve Eşitlik 1'de olduğu gibi bir matris (Z) oluşturulması istenmiştir. 7 karar vericinin oluşturduğu 7 farklı matris elde edilmiştir.

Adım 4 – Normalize direkt ilişki matrisi (X) oluşturulması: Bu adımda normalize direkt ilişki matrisi (X) elde edebilmek için öncelikle karar vericilerden elde edilmiş 7 karar matrisine Formül 2 kullanılarak bulanık ortalama işlemi uygulanmıştır.

Tablo 4: Ortalama Karar Matrisi

	C1			C2			C3			C4			C5		
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>
C1	0	0	0,25	0,3571	0,6071	0,8214	0,25	0,3929	0,6429	0,25	0,3929	0,5714	0	0	0,25
C2	0,3214	0,5	0,6429	0	0	0,25	0,5	0,75	0,9643	0,6071	0,8571	1	0,1786	0,2857	0,5
C3	0,5714	0,8214	0,9286	0,5714	0,8214	0,9643	0	0	0,25	0,6071	0,8571	1	0,25	0,3929	0,6071
C4	0,7143	0,9643	1	0,6786	0,9286	1	0,5	0,75	0,8929	0	0	0,25	0,5357	0,7143	0,7857
C5	0,75	1	1	0,75	1	1	0,7143	0,9643	1	0,7143	0,9643	1	0	0	0,25

Bu adımda Formül 4 kullanılarak tüm *u* sütunlarının toplamı alınmış ve elde edilen değerler arasında maksimum *u* değeri tespit edilmiştir. Daha sonra ortalama karar matrisinde yer alan tüm değerler için Formül 5 uygulanarak normalleştirme işlemi yapılmıştır.

Tablo 5: 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	0,0588	0,084	0,1429	0,1933	0,0588	0,0924	0,1513	0,0588	0,0924	0,1345	0	0	0,0588
C2	0,0756	0,1176	0,1513	0	0	0,0588	0,1176	0,1765	0,2269	0,1429	0,2017	0,2353	0,042	0,0672	0,1176
C3	0,1345	0,1933	0,2185	0,1345	0,1933	0,2269	0	0	0,0588	0,1429	0,2017	0,2353	0,0588	0,0924	0,1429
C4	0,1681	0,2269	0,2353	0,1597	0,2185	0,2353	0,1176	0,1765	0,2101	0	0	0,0588	0,1261	0,1681	0,1849
C5	0,1765	0,2353	0,2353	0,1765	0,2353	0,2353	0,1681	0,2269	0,2353	0,1681	0,2269	0,2353	0	0	0,0588

Adım 5 – Toplam bulanık direkt ilişki matrisinin (T) oluşturulması: Bu adımda l, m, u değerlerin her biri için ayrı birer matris oluşturularak Formül 7 uygulanmıştır. Ardından elde edilen matrisler birleştirilmiş ve T matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 6: 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	0,0989	0,01	0,0382	0,1615	0,0053	0,0192	0,1148	0,0056	0,0201	0,1018	0	0	0,0278
C2	0,0116	0,0415	0,1476	0	0	0,1139	0,0205	0,0647	0,2321	0,0289	0,0809	0,246	0,0034	0,0125	0,0781
C3	0,0289	0,0857	0,2402	0,0289	0,087	0,2624	0	0	0,1146	0,0306	0,0872	0,2625	0,0059	0,0202	0,104
C4	0,0439	0,1155	0,2707	0,0407	0,1116	0,2831	0,0239	0,0766	0,235	0	0	0,1179	0,0205	0,0493	0,1453
C5	0,0513	0,1334	0,2886	0,0514	0,1355	0,3019	0,0441	0,1171	0,2853	0,0462	0,1225	0,2895	0	0	0,1015

Adım 6 – Değerlerin durulaştırılması işlemi: Bir önceki adımda elde edilen toplam bulanık direkt ilişki matrisinde yer alan sütun değerleri toplanarak \tilde{D}_i değeri, satır değerleri toplamı ile \tilde{R}_i değeri elde edilmiştir.

Tablo 7: (D_i) ve (R_i) Değerleri

	C1			C2			C3			C4			C5		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
D _i	0,0208	0,0776	0,5048	0,0644	0,1996	0,8177	0,0943	0,2801	0,9837	0,129	0,3529	1,052	0,1929	0,5085	1,2668
R _i	0,1358	0,3761	1,046	0,1309	0,3722	1,1229	0,0937	0,2776	0,9818	0,1113	0,3108	1,0176	0,0297	0,082	0,4567

Ardından, bulunan değerler ile $\tilde{D}_i + \tilde{R}_i$ ve $\tilde{D}_i - \tilde{R}_i$ işlemleri hesaplanmıştır.

Tablo 8: (D_i+R_i) ve (D_i-R_i) Değerleri

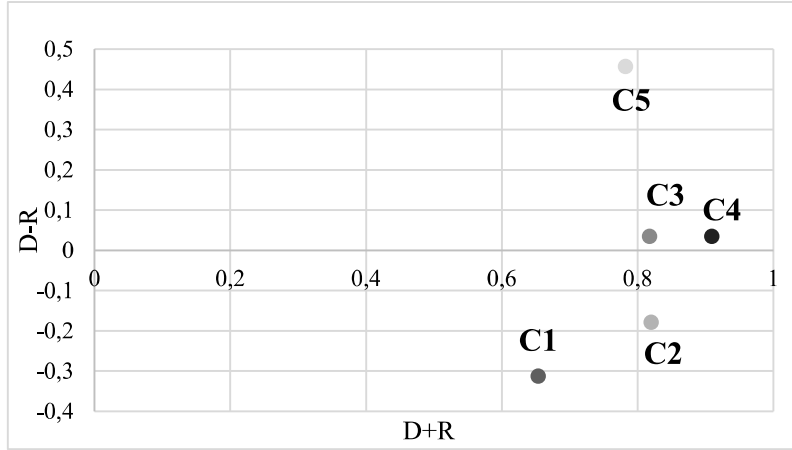
	C1			C2			C3			C4			C5		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
D _i +R _i	0,1567	0,4537	1,5508	0,1953	0,5719	1,9406	0,188	0,5577	1,9655	0,2402	0,6637	2,0696	0,2226	0,5905	1,7235
D _i -R _i	-0,115	-0,298	-0,541	-0,067	-0,173	-0,305	0,0006	0,0025	0,0019	0,0177	0,0422	0,0344	0,1632	0,4265	0,8101

Bulunan değerlerin bulanık üçgen sayılardan oluşması sebebiyle bu değerlere Formül 9 ve Formül 10 uygulanarak durulaştırma işlemi yapılmıştır.

Tablo 9: ($\tilde{D}_j^{def} + \tilde{R}_i^{def}$) ve ($\tilde{D}_j^{def} - \tilde{R}_i^{def}$) Değerleri

	C1	C2	C3	C4	C5
$\tilde{D}_j^{def} + \tilde{R}_i^{def}$	0,6537	0,8199	0,8172	0,9093	0,7818
$\tilde{D}_j^{def} - \tilde{R}_i^{def}$	-0,313	-0,179	0,0018	0,0341	0,4566

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 oluşturulmuştur. 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 tanımlamaktadır. Negatif olan $\tilde{D}_j^{def} - \tilde{R}_i^{def}$ değerlerinin ait olduğu kriterler ise diğer kriterlerden etkilenen grubu temsil etmektedir.



Şekil 2: Neden-Sonuç Diyagramı

Şekil 2’de görülen neden sonuç diyagramına göre iş güvenliği performansının değerlendirilmesinde kullanılan kriterler bakımından “çalışanların sağlık ve güvenlik bilgisi iletişimi (C3)”, “çalışanların hak ve sorumluluklarını yerine getirmesi (C4)” ve “çalışanların almış olduğu iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin kalitesi (C5)” kriterleri etkileyen faktörler iken “çalışanların kişisel koruyucu ekipman kullanması (C1)” ve “çalışanların risk azaltıcı iş uygulamalarına katılımı (C2)” kriterleri diğer kriterlerden etkilenen özellik taşımaktadır.

Adım 8 – Ağırlıkların hesaplanması: Kriterlerin diğer kriterlere göre ağırlığı (W_i) Formül 11a kullanılarak elde edilmiştir. Bulunan sonuçlar Eşitlik 12 ile kontrol edilmiştir. Sonuçlar Tablo 10’da gösterilmiştir.

	C1	C2	C3	C4	C5
W_i	0,1482	0,1987	0,1884	0,2336	0,2312

Elde edilen kriter ağırlıkları göz önünde bulundurulduğunda sırasıyla “çalışanların hak ve sorumluluklarını yerine getirmesi (C4)” ve

“çalışanların almış olduğu iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin kalitesi (C5)” kriterleri en yüksek kriter ağırlığına sahipken “çalışanların kişisel koruyucu ekipman kullanması (C1)” kriterinin ağırlığının en düşük değere sahip olduğu tespit edilmiştir.

4.2. TOPSIS Yöntemi ile Alternatiflerin Değerlendirilmesi

Uygulamanın ikinci adımı TOPSIS yöntemi ile alternatiflerin değerlendirilmesidir. Çalışmanın amacı iş güvenliği performansının terminaler özelinde incelenmesi olması sebebiyle alternatif olarak terminal çeşitleri kullanılmıştır. Uygulamada kolaylık sağlaması açısından her bir alternatife bir kod tanımlanmıştır. Belirlenen alternatifler ve tanımlı kodlamaları Tablo 11’de yer almaktadır.

Tablo 11: Alternatifler ve Tanımlı Kodları

ALTERNATİFLER	KODLAR
Dökme Yük Terminali	A1
Konteyner Terminali	A2
Sıvı Yük Terminali	A3
Genel Yük Terminali	A4

Adım – 1 Karar matrisinin (D) oluşturulması: Değerlendirmede görüşlerinin alındığı karar vericilerin her alternatifi her bir kriter bazında değerlendirmesi sonucunda Eşitlik 13’deki gibi D matrisleri elde edilmiştir.

Adım – 2 Normalize matrisin (R) oluşturulması: Birinci adımda oluşturulmuş olan karar matrisinin Formül 14 kullanılarak normalize edilmesinin ardından R matrisi elde edilmiştir.

Tablo 12: Normalize Matris (R)

R	A1	A2	A3	A4
C1	0,17475	0,20804	0,25797	0,19972
C2	0,19139	0,21636	0,29125	0,18307
C3	0,18307	0,24132	0,27461	0,19139
C4	0,14147	0,22468	0,25797	0,19972
C5	0,19139	0,24132	0,28293	0,24964

Adım – 3 Ağırlıklandırılmış normalize matrisin (V) elde edilmesi: Bu adımda Formül 11a ile oluşturulan kriter ağırlıkları (W) ve R matrisinde yer alan her bir değer çarpılarak V matrisi elde edilmiştir.

Tablo 13: Ağırlıklandırılmış Normalize Matris (V)

V	A1	A2	A3	A4
C1	0,0259	0,03083	0,03823	0,0296
C2	0,03803	0,04299	0,05787	0,03637
C3	0,03449	0,04546	0,05173	0,03606
C4	0,03304	0,05247	0,06025	0,04664
C5	0,04425	0,05579	0,06541	0,05771

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 uygulanarak Tablo 14'teki gibi elde edilmiştir.

Tablo 14: Pozitif İdeal (A^+) ve Negatif İdeal (A^-) Çözüm Değerleri

	C1	C2	C3	C4	C5
A^+	0,03823	0,05787	0,05173	0,06025	0,06541
A^-	0,0259	0,03637	0,03449	0,03304	0,04425

Adım – 5 Pozitif ideal ve negatif ideal çözüm noktalarına uzaklık değerlerinin hesaplanması: Ayırma ölçülerini hesaplama işleminde n boyutlu Öklid uzaklığı kullanılmıştır. Pozitif ideal çözüme uzaklık (S_j^+), Formül 20 ve negatif ideal çözüme uzaklık (S_j^-) Formül 21 ile elde edilmiştir. İlgili değerler Tablo 15'te gösterilmiştir.

Tablo 15: Pozitif İdeal (S_j^+) ve Negatif ideal (S_j^-) Çözüm Noktalarına Uzaklık Değerleri

	A1	A2	A3	A4
S_j^+	0,0451	0,0216	0	0,032
S_j^-	0,0017	0,0264	0,0458	0,0196

Adım – 6 İdeal çözüme göreli yakınlığın (C_j) hesaplanması: Bu adımda Formül 22 kullanılarak ideal çözüme göreli yakınlık değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 16: İdeal Çözüme Göreli Yakınlık (C_j)

	A1	A2	A3	A4
C_j	0,0354	0,5499	1	0,3791

Adım – 7 Alternatiflerin sıralanması: Son adımda alternatifler, ideal çözüme yakınlıkları dikkate alınarak sıralanmıştır. C_j değeri ne kadar

yüksek ise alternatif o derece idealdir. Çalışmada belirlenen alternatiflerin sıralaması yapıldığında en ideal alternatif “sıvı yük terminali (A3)” tür.

5. SONUÇ

Yapılan çalışma ile liman işletmelerinde iş güvenliği performansı terminaller özelinde incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Öncelikle iş güvenliği performansı üzerinde etkili olduğu düşünülen kriterler ulusal ve uluslararası literatürün incelenmesi ile elde edilmiştir. Belirlenen kriterler sırasıyla; çalışanların kişisel koruyucu ekipman kullanması (C1), çalışanların risk azaltıcı iş uygulamalarına katılımı (C2), çalışanların sağlık ve güvenlik bilgisi iletişimi (C3), çalışanların hak ve sorumluluklarını yerine getirmesi (C4), çalışanların almış olduğu iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin kalitesi (C5) olarak belirlenmiştir. Uygulamanın ikinci aşamasında iş güvenliği performansını terminaller özelinde incelemek amacıyla dökme yük terminali (A1), konteyner terminali (A2), sıvı yük terminali (A3) ve genel yük terminali (A4) alternatifler olarak değerlendirilmiştir.

Bulanık DEMATEL uygulaması sonucunda kriterler etkileyen ve etkilenen olmak üzere iki grup altında incelenmiştir. Diğer kriterler üzerinde etkileyen faktöre sahip kriterler; çalışanların sağlık ve güvenlik bilgisi iletişimi (C3), çalışanların hak ve sorumluluklarını yerine getirmesi (C4), çalışanların almış olduğu iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin kalitesi (C5) olarak tespit edilmişken çalışanların kişisel koruyucu ekipman kullanması (C1) ve çalışanların risk azaltıcı iş uygulamalarına katılımı (C2) kriterlerinin diğer kriterlerden etkilenen grupta yer aldığı görülmüştür. Çalışmada kriterler, ağırlıkları bazında değerlendirildiğinde sırasıyla; çalışanların hak ve sorumluluklarını yerine getirmesi (C4) ve çalışanların almış olduğu iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin kalitesi (C5) kriterlerinin iş güvenliği performansı olarak en yüksek ağırlığa sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışanların haklarını bilmesi ve sorumluluklarını yerine getirmesi iş güvenliği performansının değerlendirilmesi ölçütleri arasında büyük öneme sahiptir. Aynı zamanda çalışanların almış olduğu iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin kalitesinin, eğitim planlama, uygulama, kontrol ve tekrarları olmak üzere her aşamada değerlendirilmesi gerekmektedir. TOPSIS yöntemi kullanılarak yapılan alternatiflerin değerlendirilmesi adımı alternatifler; sıvı yük terminali (A3), konteyner terminali (A2), genel yük terminali (A4) ve dökme yük terminali (A1) olarak sıralanmıştır. TOPSIS yöntemi ile iş güvenliği performansını etkileyen kriterlerin en önemli olduğu düşünülen terminal çeşidinin sıvı yük terminali (A3) olduğu sonucuna varılmıştır.

Yarahmadi vd. (2018: 70-80) İmam Humeyni limanında iş güvenliği performansı kapsamında yüklenicileri değerlendirdiği çalışmada AHP analizi sonucunda yönetim kriterleri en yüksek puanı alırken çevre kriterleri en düşük puanı almış ve TOPSIS yöntemi ile yükleniciler iş güvenliği performanslarına göre sıralanmıştır. Bu çalışma sonucunda kriter ağırlıklarının en yüksek çıktığı çalışanların hak ve sorumluluklarını yerine getirmesi ve çalışanların almış olduğu iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin kalitesi kriterleri üzerinde yönetimin rolü konusu Yarahmadi vd. (2018: 70-80) çalışmada elde edilen sonuçları destekler niteliktedir. Çalışmada alt kriterler belirlenerek değerlendirmeye dahil edilmesi iş güvenliği performansının daha detaylı incelenmesine olanak sağlamıştır. Bunun yanı sıra katılımcı sayısının fazla olması genellenebilir sonuçlar elde edilmesini sağlamıştır. Buna karşın limanlarda iş güvenliği performansının terminaller özelinde incelenmesi çalışma çıktılarını bölgesel olarak incelenmesine ve bölgesel çözüm önerilerinin elde edilmesine yararlı olmuştur.

Özdemir (2016: 235-247), limanlarda yaşanan iş kazaları nedenlerini bulanık DEMATEL ve TOPSIS yöntemleriyle incelediği çalışmada belirlenen kriterler arasında yapılan sıralamada ilk iki kriteri insan hatası ve yönetsel eksikliklere ilişkin faktörler olarak tespit etmiştir. Bu çalışmada iş güvenliği performansını etkileyen faktörler arasında kriter ağırlıkları değerlendirildiğinde çalışanların hak ve sorumluluklarını yerine getirmesi ve çalışanların almış olduğu iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin kalitesi kriterlerinin ağırlıklarının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Bu doğrultuda iş güvenliği performansını etkileyen çalışan ve yönetim faktörleri iş kazalarını da yakından ilgilendirmekte ve doğrudan etkilemektedir.

Çalışmada, bulanık DEMATEL ve TOPSIS yöntemlerinin hibrit olarak kullanılarak probleme uygulanması iş güvenliği performansının terminaller özelinde incelenmesinde karşılaştırmalı bir analiz imkanı sunmuştur. Tercih edilen iki yöntem ile karar vericilerin görüşlerinin alınmasında kolaylık sağlanmış ve değerlendirme süreci rahat yorumlanabilmiştir. Bulanık DEMATEL ve TOPSIS yöntemlerinin kullanılması ile problemin çözüm aşamasının kolay ve anlaşılır olması sağlanmıştır. Bu doğrultuda uygulamada kullanılan yöntemlerin, denizcilik ve liman sektöründe uygulanabilirliği ölçülmüş ve karşılaşılan farklı problemlere entegre edilerek de uygulanabileceği düşünülmüştür.

KAYNAKÇA

Abdullah, L., Norsyahida, Z., Liao, H., Viedma, E. ve 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.

Akandere, G. (2021). Yeşil sertifikalı limanların performansının entegre ENTROPİ-TOPSIS yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 39(4), 515-535.

Akpan, E. I. (2011). Effective safety and health management policy for improved performance of organizations in Africa. *International Journal of Business and Management*, 6(3), 159-165.

Aksakal, E. ve Dağdeviren, M. (2015). Yetenek yönetimi temelli personel atama modeli ve çözüm önerisi. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 30(2), 249-262.

Altın, M. ve Taşdemir, Ş. (2018). İş Sağlığı ve Güvenliğine Giriş, Tanımlar, Önemi, Tarihsel Gelişim Süreci, Uluslararası Sözleşme ve Yönergeler. *İş Sağlığı ve Güvenliği* (s. 7-38). Konya: Eğitim Yayınevi.

Antão, P., Calderón, M., Puig, M., Michail, A., Wooldridge, C. ve Darbra, R. M. (2016). Identification of occupational health, safety, security (OHSS) and environmental performance indicators in port areas. *Safety Science*, 85, 266-275.

Buell, R. S. (2006). Creating a culture to deliver sustainable HSE performance. In: *SPE International Health, Safety & Environment Conference*. Abu Dhabi, United Arab Emirates.

Burke, M. J., Tesluk, P. E., Sarpy, S. A. ve Crowe, K. S. (2002). General safety performance: A test of a grounded theoretical model. *Personnel Psychology*, 55(2), 429-457.

Celik, E. ve Akyuz, E. (2018). An interval type-2 fuzzy AHP and TOPSIS methods for decision-making problems in maritime transportation engineering: The case of ship loader. *Ocean Engineering*, 155, 371-381.

Chen, C. T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 114(1), 1-9.

Chen, T. Y. ve Tsao, C. Y. (2008). The interval-valued fuzzy TOPSIS method and experimental analysis. *Fuzzy Sets and Systems*, 159(11), 1410-1428.

Chou, Y. C., Sun, C. C. ve Yen, H. Y. (2012). Evaluating the criteria for human resource for science and technology (HRST) based on an integrated fuzzy AHP and fuzzy DEMATEL approach. *Applied Soft Computing*, 12(1), 64-71.

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.

Dalalah, D., Hayajneh, M. ve Batiha, F. (2011). A fuzzy multi-criteria decision making model for supplier selection. *Expert Systems with Applications*, 38(7), 8384-8391.

Doğanay, S. (2014). *Ulaşım Coğrafyası Açısından Bir Araştırma Trabzon Limanı ve Hinterlandı*. Ankara: Pegem Akademi.

Durán, C., Sepulveda, J. ve Carrasco, R. (2018). Determination of technological risk influences in a port system using DEMATEL. *Decision Science Letters*, 7(1), 1-12.

Fabiano, B., Currò, F., Reverberi, A. P. ve 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.

Gabus, A. ve Fontela, E. (1973). *Perceptions of the World Problem Atique: Communication Procedure, Communicating with Those Bearing Collective Responsibility DEMATEL Report No.1*. Battelle Geneva Research Centre, Geneva.

Güller, A. ve Gündüz, T. (2017). Limanlarda kullanılan iş makinelerinde risk analizi çalışması. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 5, 127-144.

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

Heidari, P. A., Maknoon, R., Bazyari, M. ve Taheri, B. (2016). A new framework for HSE performance measurement and monitoring. *Safety Science*, 100, 1-11.

Hori, S. ve Shimizu, Y. (1999). Designing methods of human interface for supervisory control systems. *Control Engineering Practice*, 7(11), 1413-1419.

Hughes, P. ve Ferrett, E. (2011). *Introduction to health and safety at work*. London: Routledge.

Hwang, C. L. ve Yoon, K. (1981). Methods for multiple attribute decision making. *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems* (s. 58-191). Berlin: Springer.

ILO (2005). *National health policy and strategy to achieve health for all*. New York: ILO.

Jahanshahloo, G. R., Lotfi, F. H. ve Izadikhah, M. (2006). An algorithmic method to extend TOPSIS for decision-making problems with interval data. *Applied Mathematics and Computation*, 175(2), 1375-1384.

Jassbi, J., Mohamadnejad, F. ve Nasrollahzadeh, H. (2011). A Fuzzy DEMATEL Framework for Modeling Cause and Effect Relationships of Strategy Map. *Expert Systems with Applications*, 5967-5973.

Khorrarn, S. ve Bahrami, A. (2020). Application of a new fuzzy DEMATEL–Todim hybrid algorithm in port dredging project management. *Maritime Engineering*, 173(3), 79-95.

Kim, A. (2016). A study on competitiveness analysis of ports in Korea and China by entropy weight TOPSIS. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 32(4), 187-194.

Knodel, T. ve Cook, P. (2004). Evaluation of contractor HSE performance based on lagging indicators: Is there a better way? *SPE International Conference on Health, Safety, and Environment in Oil and Gas Exploration and Production*. Calgary, Canada.

Koldemir, B. (2008). Marmara Bölgesi liman yeri seçiminde bölge ekonomisi, kıyı jeolojisi ve jeomorfolojisinin önemi: Silivri alanı. *Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi*, 7(1), 32-45.

Korkusuz, A. Y., İnan, U. H., Özdemir, Y. ve Başlıgil, H. (2020). Entegre çok kriterli karar verme yöntemleriyle sağlık sektöründe iş sağlığı ve güvenliği performansının ölçülmesi. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 35(1), 81-96.

Li, R. J. (1999). Fuzzy method in group decision making. *Computers and Mathematics with Applications*, 38(1), 91-101.

Lin, C. J. ve Wu, W. W. (2008). A causal analytical method for group decision-making under fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 34(1), 205–213.

Mavi, R. K. ve Standing, C. (2018). Critical success factors of sustainable project management in construction: A fuzzy DEMATEL-ANP approach. *Journal of Cleaner Production*, 194, 751-765.

Monjezi, M., Dehghani, H., Singh, T., Sayadi, A. ve Gholinejad, A. (2012). Application of TOPSIS method for selecting the most appropriate blast design. *Arabian Journal of Geosciences*, 5, 95-101.

Özdemir, Ü. (2016). Bulanık DEMATEL ve bulanık TOPSIS yöntemleri kullanılarak limanlarda yaşanan iş kazalarının incelenmesi. *Journal of ETA Maritime Science*, 4(3), 235-247.

Özdemir, Ü. (2018). Analysis of empty container accumulation problem of container ports. *Journal of ETA Maritime Science*, 6(4), 319-332.

Patil, S. K. ve Kant, R. (2014). A hybrid approach based on fuzzy DEMATEL and FMCDM to predict success of knowledge management adoption in supply chain. *Applied Soft Computing*, 18, 126-135.

Perçin, S. (2012). Bulanık AHS ve TOPSIS yaklaşımının makine-teçhizat seçimine uygulanması. *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(1), 169-184.

Podgórski, D. (2015). Measuring operational performance of OSH management system-A demonstration of AHP-based selection of leading key performance indicators. *Safety Science*, 73, 146-166.

Ren, Z. (2020). Evaluation method of port enterprise product quality based on entropy weight TOPSIS. *Journal of Coastal Research*, 103, 766-769.

Rozendal, S. ve Hale, A. R. (2000). Analysis of HSE-performance indicators. *IADC/SPE Drilling Conference*. New Orleans.

T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Denizcilik Genel Müdürlüğü. (2022). *Denizcilik İstatistikleri: Yük İstatistikleri*. <https://denizcilikistatistikleri.uab.gov.tr/yuk-istatistikleri>, Erişim Tarihi: 18.03.2022.

Tamura, H. ve Akazawa, K. (2005). Structural modeling and systems analysis of uneasy factors for realizing safe, secure and reliable society. *Journal of Telecommunications and Information Technology*, 64-72.

Tong, L. I. ve 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. ve Köseoğlu, B. (2015). Denizcilikte iş Sağlığı ve iş emniyeti: Limanlar üzerine genel bir değerlendirme. *II. Ulusal Liman Kongresi*, İzmir, Türkiye.

Türkiye İstatistik Kurumu. (2022). İstatistiksel Tablolar: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=dis-ticaret-104>, Erişim Tarihi: 10.03.2022.

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

Ünal, A. U. ve Alkan, G. B. (2015). Liman işletmeleri için iş sağlığı ve güvenliği düzenlemeleri ve önemi. *II. Ulusal Liman Kongresi*, İzmir, Türkiye.

Wang, Y., Yeo, T., ve Ng, A. K. (2014). Choosing optimal bunkering ports for liner shipping companies: A hybrid fuzzy Delphi-TOPSIS approach. *Transport Policy*, 35, 358-365.

Wu, W. W. ve Lee, Y. T. (2007). Developing global managers' competencies using the fuzzy DEMATEL method. *Expert Systems with Applications*, 32(2), 499-507.

Yarahmadi, P., Dashti, S. ve Sabzghabaei, G. (2018). Assessment and ranking of contractors from the point of view health and safety executive (HSE) performance using multicriteria decision making methods (AHP and TOPSIS) in Imam Khomeini Port Complex. *Journal of Occupational Hygiene Engineering*, 4(4), 70-80.

Yaşar, O. (2008). Çanakkale Boğazı doğu kıyılarında çevre dostu bir liman: Çanakkale Kepez Limanı. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 5(2), 1-26.

Yavuz, H. (2017). *Limn sektöründe iş güvenliği analizi ve uygulamaları: risk analizinde PRAT tekniği, bulanık mantık ve AHP yaklaşımı*. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Yurdakul, M. ve İç, Y. T. (2003). Türk otomotiv firmalarının performans ölçümü ve analizine yönelik TOPSIS yöntemini kullanan bir örnek çalışma. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 18(1), 1 - 18.

Yorulmaz, M., Taş, A. ve İnanlı, H. (2022). Limanlardaki iş kazalarında insan kaynaklı hata nedenlerinin AHP yöntemiyle değerlendirilmesi: Kocaeli Liman Bölgesinde bir uygulama. *International Academic Social Resources Journal*, 7(34), 193-202.

Yorulmaz, M. ve Aksu, A. (2021). Liman işletmelerinde iş sağlığı ve güvenliği uygulama performansının AHP yöntemiyle değerlendirilmesi: *Kocaeli Liman Bölgesi örneği. İşletme Bilimi Dergisi (JOBS)*, 9(1): 1-24.