



## Original Research (AR)

## Bulanık DEMATEL ve Bulanık TOPSIS Yöntemleri Kullanılarak Limanlarda Yaşanan İş Kazalarının İncelenmesi

Ünal ÖZDEMİR

Mersin Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi, [unal.kaptan@hotmail.com](mailto:unal.kaptan@hotmail.com)

### Öz

*Bu çalışma ile limanlarda meydana gelen iş kazalarının nedenleri ve bu kazaların önlenmesi/azaltılması için yapılması gerekenler ele alınmıştır. Çalışmada limanlarda yaşanan iş kazalarına neden olan etkenler tespit edilmiş ve bu soruna ilişkin uygulanabilir, alternatif çözüm önerileri sunulmaya çalışılmıştır. Kazaya sebep olan nedenlerin birbirleri ile olan ilişkileri, önem dereceleri bulanık DEMATEL (The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) ve alternatif çözüm önerileri arasında sıralama yapabilmek için de bulanık TOPSIS (Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution) yönteminin ele alındığı bir model yaklaşımı kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre limanlarda yaşanan kazalara neden olan en önemli faktörlerden bazıları sırasıyla; “insan hatasına bağlı kazalar”, “yönetimsel sebeplere bağlı kazalar”, “uygunsuz ve yetersiz ekipman kullanımına bağlı kazalar” ve “çalışma ortamı ve şartlarına bağlı kazalar” olarak tespit edilmiştir. Bu soruna çözüm getirebilecek en önemli alternatiflerden bazıları ise; “yeterli eğitim ve tecrübeye sahip daimi kadrolu personel çalıştırılması”, “çalışma koşulları, saatleri ve personel sayılarında düzenlemelerin yapılması” ve “limanlarda ihtisaslaşmaya gidilmesi” olarak tespit edilmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** Liman Kazaları, Denizcilik, Bulanık DEMATEL, Bulanık TOPSIS.

### Investigation of Occupational Accidents Occurred in Ports by Using Fuzzy DEMATEL and Fuzzy TOPSIS Methods

#### Abstract

*In this study causes of occupational accidents occurred in ports, and measures to be taken were discussed in order to reduce or prevent such accidents. In this study, factors have been identified that lead to occupational accidents occurred in ports and have tried to present the alternative solutions can be applied on this issue. Severity of the reasons that led to the accident and relationships with each other identified by using fuzzy DEMATEL (The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory), also to be able to sort through the alternative solutions were made with a model using the fuzzy TOPSIS (Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution) method approach. According to the results of the study, some of the most important factors causing accidents in ports, has*

*been determined as; "Accidents due to human error," "accidents due to administrative reasons", "accident due to insufficient equipment and improper use of equipment" and "accident depending on working environment and conditions" respectively. Some of the most important alternatives that can bring a solution to this problem have been identified as; "employ permanent staff with adequate training and experience," "making adjustment in working conditions, hours of work and number of employees" and "importance should be given specialization in port".*

**Keywords:** Port Accidents, Maritime, Fuzzy DEMATEL, Fuzzy TOPSIS.

## 1. Giriş

Dünya ekonomisindeki taşımacılığın yaklaşık olarak % 90'ından fazlasının deniz yolu ile gerçekleştirilmesi limanları lojistik zincir içerisindeki en önemli bağlantı noktalarından birisi haline getirmiştir. Limanlar, ülke ekonomileri ve ülkelerin Dünyaya açılan ana kapıları olarak kabul edildiklerinden dolayı deniz ticaret sektörünün en önemli ana unsurlarından birisidir [1, 2, 3].

Birçok Dünya limanı, son zamanlarda artan yük ve gemi trafiğini karşılayabilmek için daha kısa süre ve yüksek kapasitelerde liman operasyonlarını düşük maliyetlerde gerçekleştirebilecek verimliliğe ulaşmışlardır [4, 5, 6, 7]. Limanların artan bu ihtiyaca cevap verebilmeleri için de artan kapasitelerinin yanında daha fazla çalışan istihdamı ve yoğun çalışma süreleri ile liman operasyonlarını gerçekleştirmektedirler. Limanlarda çalışan personel açığının kapatılabilmesi ve yoğunluğun azaltılabilmesi için de liman içerisinde birçok farklı iş grupları oluşturulmuştur. Yüksek riskli ve tehlikeli çalışma kategorisi içerisinde yer alan limanlarda çalışan personel, günün her anı kaza riski ile karşı karşıya kalabilmektedir. Ayrıca limanlarda istihdam edilen personelin özellikle özelleştirme döneminden sonra ağırlıklı olarak geçici ve taşeron işçilerden oluşması ve bu işçilerin büyük bir kısmının yeterli deneyim, eğitim ve mesleki bilgilerinin istenilen düzeyde olmaması, limanlarda yaşanması muhtemel iş kazaları oranını yükselmektedir. Bunun yanında çalışma ortamı olarak limanın şartları, fiziksel yapısı, genellikle açık havada ve liman çevresindeki gemi, vinç,

donanım (çelik halat, tel, taşıyan yükün oluşturduğu riskler (sızıntı, patlama, tehlikeli yük vb.), liman içerisindeki taşıma trafiğine bağlı riskler, yüksekte çalışma riskleri vb. gibi birçok tehlikeli ve kazaya çok açık çalışma koşulları ile yüz yüze gelinmesi, limanlarda yaşanan ve yaşanabilecek iş kazalarındaki oranın artmasına zemin hazırlamaktadır [5, 8, 9].

Günümüzde limanlarda yaşanan kazalar incelendiğinde genel olarak sorunun temel kaynağının diğer birçok sektörde olduğu gibi insan faktörü yani liman çalışanları olduğu söylenebilir. Liman çalışanı veya liman işçisi değişik kaynaklara göre farklı şekillerde tanımlanabilmektedir. ILO tarafından yapılan tanıma göre liman çalışanı; liman sınırları içerisinde her türlü yük tipinde elleçlemenin yapılması, kargonun emniyetinin sağlanması, depolama işlemleri, laşing vb. operasyonlarda hizmet veren ve bu işlemler için gerekli teçhizatı, makineyi kullanan, bakım, tutum işlemlerini yapabilen çalışanlar olarak ifade edilmektedir [10, 11]. Tanımdan da anlaşılacağı gibi liman işçisi; limanlarda gerçekleşen çok sayıda yük türüne göre çeşitli faaliyetler yürütebilmesi, buna bağlı olarak farklı ekipmanları kullanabilmesi, yükleme/taahye operasyonlarının hem gemi hem de liman ayağında etkin olarak görev alabilmesi, laşing, depolama, muhafaza, konteynerizasyon vb. birçok birbirinden farklı olan operasyon süreçlerinde görev alabilen personel olarak tanımlanmaktadır.

Limanlar yüksek kaza oranlarına sahip iş sahaları olarak kabul edilmektedir. Limanda elleçlenen yük tiplerinden, hizmet

verilen gemi tipine, kullanılan ekipman türünden, çalışılan birime göre de değişik türde iş kazaları söz konusu olabilmektedir. Tehlikeli yükler (Uluslararası Denizcilik Tehlikeli Yükler), ağır proje yükleri, sıvı yükler vb. ve bu yük türlerine ait liman operasyon süreçleri esnasında karşılaşılan riskler çok çeşitli iş kazalarına sebep olabilmektedir. Bunların yanı sıra kazaların yaşanmasında bir diğer önemli nokta ise genel ifade ile limandaki personel yönetimi konusudur. Limanlarda çalışacak personelin eğitimleri, deneyimi, sayısı, çalışma saatleri, disiplin, yorgunluk vb. konular kazaların oluşmasında direk etkili yönetim konuları olarak değerlendirilmektedir. Bu noktadan yola çıkılarak limanlarda yaşanan kazaları en aza indirebilmek, muhtemel kazalara karşı önlemler alabilmek ve olası çözüm önerileri sunabilmek amacı ile limanlardaki operasyon ve personel yönetimi konusunu entegre bir şekilde ele alan bilimsel çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır [7, 8, 11, 12, 13, 14, 15].

Bu çalışma ile, limanlarda yaşanan veya yaşanması muhtemel iş kazalarına neden olan sebepler ve bu soruna yönelik alternatif çözüm önerileri kantitatif yöntemler yardımıyla tespit edilmeye çalışılmıştır. Limanlarda yaşanan kazaların birbiri ile ilişkili, çeşitli sebep ve nedenleri vardır. Bu tarz problemlerin çözümünde; genellikle fazla sayıda problemi etkileyen faktör veya kriterin analiz edilmesi ile problem çözümüne yönelik farklı seçenekler arasından tercih yapılmasını, bu seçenek veya alternatiflerin analizi ve değerlendirilmesinde, Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (BÇKKV) ile çözüme gidilmesi doğru bir yaklaşım olarak kabul edilebilir. Bu ve benzeri problemlerin çözümlerinde BÇKKV yöntemlerinin kullanılması bağımsız ve stokastik değerlendirmelerin belirli analitik boyut içerisinde ele alınarak, uygulanabilir ve pratik alternatifler kümesinin elde edilmesini olanaklı hale getirmektedir [16, 17, 18, 19, 20].

Bu çalışmada bulanık çok kriterli karar

verme yöntemleri kullanılarak liman kazalarına neden olan kriter ve alternatifler belirlenerek, bu probleminin çözümü için uygun bir metodoloji önerilmiştir. Belirlenen kriterlerin kendi arasında sıralanarak, limanda yaşanan iş kazalarına neden olan kriterlerin önem derecelerinin tespit edilebilmesi için Bulanık DEMATEL (The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) ve bu kriterler kapsamında limanlarda yaşanabilecek iş kazalarına karşı çözüm önerileri getirebilecek alternatiflerin sıralanabilmesi içinde de Bulanık TOPSIS (Fuzzy Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yönteminden yararlanılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda da, denizcilik endüstrisi için liman yönetimi konusunda yeni alternatif hareket seçeneklerinin ve yeni hipotezlerin belirlenip, pratik, uygulanabilir bir model önerilmiştir.

## 2. Metodoloji

Bu çalışma, limanlarda yaşanan iş kazalarına sebep olan faktörlerin ve bu soruna çözüm getirebilmek amacıyla belirlenen alternatif çözüm önerilerinin önem dağılımlarının tespit edilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Bu kapsamda limanlarda yaşanan iş kazalarına etki eden değişkenler kapsamlı inceleme ve araştırmalar ile tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu süreci oluşturan ve karar almayı gerektiren çok sayıda birbiri ile ilişkili, çakışan ve karmaşık sistemler bulunmaktadır. Bir problemi etkileyen fazla sayıda faktörün mevcudiyeti, her bir faktörün, problemin çözümüne katkı sağlayacak yararların değişik boyutta olması, tercih ve çözüm aşaması için ihtiyaç duyulan verilerin genelde net ve tam anlamıyla belirlenememesi karar verme sürecini karmaşık bir yapı haline getirmektedir. Bu tarz modellenmesi zor, karmaşık ve uzman kişilerin görüşlerine ihtiyaç duyulan problemlerde ideal ve uygulanabilir sonuçlara ulaşabilmek için çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri kullanılmaktadır [18, 19, 20, 21, 22]. Bu

amaçla ÇKKV uygulamalarından olan DEMATEL ve TOPSIS yöntemlerinin bulanık mantık ile birlikte kullanıldığı bir model yaklaşımı uygulanmıştır. Bulanık DEMATEL yöntemi ile limanda yaşanan iş kazalarına neden olan kriterlerin kendi aralarındaki nedensel ilişkileri ve ağırlıklandırılması tespit edilmiştir. Chen [23] tarafından önerilen bulanık TOPSIS yöntemi yardımı ile de alternatif çözüm önerileri arasında sıralama yapılmıştır. Ayrıca bulanık mantığın ÇKKV tekniklerine uygulanması ile de karar sürecini yöneten grubun düşünce ve olgularını sözel olarak belirttikleri ve subjektif olgularını değerlendirmelerini aktaramadıkları bir süreç elde edilmiştir. Uygulama aşamasında kullanılan yöntemler aşağıda özetlenmiştir.

### 2.1. Bulanık DEMATEL Yöntemi

DEMATEL yöntemi, kriterlerin önem derecelerini ve kriterler arasındaki mevcut yapı ve ilişkileri tanımlaması amacıyla Cenevre Battelle Memorial Araştırma Merkezi tarafından 1972 ve 1976 arasında geliştirilmiş etkili bir teknik olarak bilinmektedir. Yöntem, probleme neden olan kriterleri neden ve etki grupları olarak ayıran ikili diyagram temeline dayanmaktadır. DEMATEL yöntemini diğer çok kriterli karar verme yöntemlerinden ayıran en önemli özelliği, problemi etkileyen faktörler arasındaki bağlantıyı ve bu bağlantının durumuna göre faktörlerin önem dağılımlarını ve mevcut faktörlerin diğerler ile etkileşimlerini belirleyebilmesi olarak gösterilmektedir [24, 25].

DEMATEL yönteminin bulanık mantıkla bütünleşik olarak ilk kez bulanık mantığın kurucusu olarak gösterilen Lotfi A. Zadeh [26], tarafından uygulanmıştır. Bulanık mantığın DEMATEL yöntemine uygulanması ile bu mantığın temelinde olduğu gibi karar verici grubun belirsizliği ifade etmede dilsel değişkenleri kullanarak değerlendirmelerini daha uygulanabilir ve gerçek Dünya ile uyumlu yapma imkânı sağlanmıştır. Bulanık DEMATEL'in uygulanma aşaması aşağıda genel olarak

açıklanmıştır [25, 27].

Bir bulanık  $\tilde{C}$  kümesinde üçgenel bulanık sayılar  $(r, y, z)$  şeklinde 3'lü simge ile ifade edilir ve üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$\mu_{\tilde{C}}(x) = \begin{cases} 0, & x < 1 \\ \frac{x-k}{p-r}, & k \leq x \leq y \\ \frac{u-x}{u-p}, & p \leq x \leq u \\ 0, & x > u \end{cases}$$

Adım 1. kriterlerin değerlendirilebilmesi için bulanık sayı ölçeğinin oluşturulması: Karar vericilerden elde edilen dilsel ikili karşılaştırma görüşlerinin üçgenel bulanık sayılara dönüştürülmesi için bulanık değerlendirme skalası oluşturulur. Yapılan çalışmada ve bu tarz uygulamalarda genellikle tercih edilen sözel ifadeler ve bunlara karşılık gelen puan skalası Tablo 1 ve Tablo 2' deki gibi belirlenmiştir.

**Tablo 1.** Kriterlerin Değerlendirilmesi için Kullanılacak Dilsel İfade ve Bulanık Sayı Değerleri

Dilsel Terimler	Üçgen Bulanık Sayı Karşılıkları
Etkisiz (0)	(0;0;0,25)
Çok Az Etkili (1)	(0;0,25;0,50)
Az Etkili (2)	(0,25;0,50;0,75)
Yüksek Etkili (3)	(0,50;0,75;1)
Çok Yüksek Etkili (4)	(0,75;1;1)

**Tablo 2.** Alternatiflerin Değerlendirilmesi için Kullanılacak Dilsel İfade ve Bulanık Sayı Değerleri

Sözel ifade	Bulanık karşılık
Çok Düşük	(0, 0, 3)
Düşük	(0, 2.5, 5)
Orta	(2.5, 5, 7.5)
Yüksek	(5, 7.5, 10)
Çok Yüksek	(7, 10, 10)

Adım 2. direkt ilişki matrisinin oluşturulması: Belirlenen uzman grup tarafından kriterlerin ikili karşılaştırma yapımları sağlanarak  $\tilde{M} = [\tilde{M}_{ij}]_{n \times n}$  ile ifade edilen ve kriterlerin kendi arasında

etkileşimleri bakımından birbirleri ile olan değerlendirilmeleri sonucu (nxn) ölçeğinde bir matris oluşturulur. " $\tilde{M}_{ij}$ ", "i" kriterinin "j" kriteri ile etkileşim oranını ifade etmektedir.

Adım 3. normalleştirilmiş bulanık direk ilişki matrisinin hesaplanması: Normalleştirilmiş bulanık direk ilişki matrisi  $\tilde{Z} = [\tilde{z}_{ij}]_{n \times n}$  şeklinde ifade edilir ve formül 1 ve formül 2 yardımı ile hesaplanabilir.

$$\tilde{z}_{ij} = \frac{\tilde{M}_{ij}}{s} = \left( \frac{k_{ij}}{s}, \frac{p_{ij}}{s}, \frac{u_{ij}}{s} \right) \quad (1)$$

$$s = \max_{1 \leq i \leq n} \left( \sum_{j=1}^n k_{ij} \right)$$

$$s = \max_{1 \leq i \leq n} \left( \sum_{j=1}^n p_{ij} \right) \quad (2)$$

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

Adım 4. toplam bulanık ilişki matrisinin hesaplanması (The total-relation matrix): Adım 3'de elde edilen normalleştirilmiş bulanık direk ilişki matrisi ( $Z_k, Z_p, Z_u$ ) olarak üç matris şeklinde gösterilebilir. Buna göre, toplam bulanık ilişki matrisi formül 3 kullanılarak elde edilir. Burada "I" birim matris olarak tanımlanır.

$$\tilde{T} = \tilde{Z} + \tilde{Z}^2 + \tilde{Z}^3 + \dots = \sum_{i=1}^{\infty} \tilde{Z}^i = \tilde{Z} (I - \tilde{Z})^{-1} \quad (3)$$

Formülde  $\tilde{T} = [\tilde{t}_{ij}]_{n \times n}$  ile gösterilebilir ve  $\tilde{t}_{ij} = (\tilde{t}_{ij,k}, \tilde{t}_{ij,p}, \tilde{t}_{ij,u})$  ve "i" kriterinin "j" kriterine yönelik uzman grubun belirlediği toplam etki derecesini gösterir.

Adım 5. gönderici ve alıcı grupların bulunması:  $\tilde{T}$  matrisindeki "i" satırın toplamı  $\tilde{D}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{t}_{ij}$  ve "j" sütun toplamı  $\tilde{R}_j = \sum_{i=1}^n \tilde{t}_{ij}$  olsun.  $\tilde{D}_i$ , "i" kriterinin diğerlerine karşın hem doğrudan ve hem de dolaylı toplam etkiyi ifade eder. Bunun yanında  $\tilde{R}_j$  değeri diğer kriterlerden "i" kriterinin aldığı hem doğrudan hem de dolaylı toplam etkiyi ifade etmektedir.

$(\tilde{D} + \tilde{R})$  değeri, "i" kriterinin hem gönderici hem de alıcı toplam etkileşimini ifade etmektedir.  $(\tilde{D} - \tilde{R})$  değeri ise, "i" kriterinin problem sürecine olan net etkileşimi ifade etmektedir.  $(\tilde{D} - \tilde{R})$  sonucu pozitif

değerde olduğunda "i" kriteri gönderen, negatif olduğunda ise alan (alıcı) grup olarak tanımlanmaktadır. Bu durumda "i" değişkeni için  $(\tilde{D} - \tilde{R})$  pozitif değerli ise bu kriterin diğer kriterler üzerinde daha yüksek etkileşime ve daha üst seviyede önceliği olduğu ifade edilebilir. Aynı zamanda "i" kriteri için  $(\tilde{D} - \tilde{R})$  negatif değerli olursa bu kriterin diğer kriterler ile daha az etkileşime ve daha alt seviyede önceliğe sahip olduğu ifade edilebilir.

Adım 6. durulaştırma: Durulaştırma işlemi ile; bulanık değerlerden kesin niceliklere/değerlere dönüştürülme işlemi yapılarak, sonucun incelenebilmesi ve uygulanabilir hale getirilmesi sağlanır. Bu amaçla bulanık sayılarda durulaştırma işlemi sayesinde, küme elamanlarının birbirleri ile mukayese edilebilir olması olanaklı hale gelir. Literatürde bu aşama ile ilgili bahsi geçen birçok durulaştırma metodunun var olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada formül 4' de gösterilen aritmetik ortalama yönteminden yararlanılmıştır.

$$(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i) = \frac{k+p+u}{3} \quad (4)$$

$$(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i) = \frac{k+p+u}{3} \quad (5)$$

Durulaştırma işleminin yapılması ile birlikte eşik değer belirlenmesi de gerçekleştirilerek değerlendirmeye alınacak kriterler ve etki yönlü grafik diyagramı tespit edilerek analiz edilebilir.

Adım 7. kriter ağırlıklarının hesaplanması: Sıfır ve bir arasında olması gereken ve toplamı bir eşi olan kriter ağırlıkları formül 6 ve formül 7 kullanılarak hesaplanabilir.

$$w_i = \sqrt{[(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)]^2 + [(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)]^2} \quad (6)$$

$$W_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (7)$$

## 2.2. Bulanık TOPSIS Yöntemi

Çalışma kapsamında Chen [23] tarafından önerilen Bulanık TOPSIS

yaklaşımından faydalanılmıştır. Chen [23] tarafından önerilen Bulanık TOPSIS yöntemi beş adımdan oluşan bir hesaplama sürecinde uygulanır. Bu adımlardan aşağıda bahsedilmiştir [28, 29, 30].

1. adım normalizasyon: Bulanık karar matrisi normalize edilerek bütün bulanık sayı değerleri [0,1] aralığına indirgenir. Bu işlemler için formül 8 ve 9 kullanılır:

$$\tilde{D} = [\tilde{d}_{ij}]_{m \times n} \text{ olduğu kabul edilirse } \tilde{d}_{ij} = \left( \frac{a_{ij}}{c_j^+}, \frac{b_{ij}}{c_j^+}, \frac{c_{ij}}{c_j^+} \right) \quad (8)$$

$$\tilde{D} = [\tilde{d}_{ij}]_{m \times n} \text{ olduğu kabul edilirse } \tilde{d}_{ij} = \left( \frac{a_{ij}^-}{c_{ij}^-}, \frac{a_{ij}^-}{b_{ij}^-}, \frac{a_{ij}^-}{a_{ij}^-} \right) \quad (9)$$

Formül 11 ve 12’de eğer ” j” fayda kriteri ise  $c_j^+ = \max_{i,j} c_{ij}$  ;  $a_j^- = \min_{i,j} a_{ij}$  ‘dir.

2. adım ağırlıklandırılmış bulanık karar matrisinin hesaplanması: Kriterlerin ağırlık değerleri ile normalize edilen bulanık karar matrisi çarpılarak ağırlıklandırılmış bulanık karar matrisi formül 10 yardımı ile elde edilir.

$$\tilde{K} = [\tilde{k}_{ij}]_{m \times n} \text{ ; } i=1,2, \dots, m \text{ ; } j=1,2, \dots, n \text{ ise } \tilde{k}_{ij} = \tilde{d}_{ij} \cdot \tilde{w}_{ij} \quad (10)$$

3. adım mesafelerin hesaplanması: Her alternatifin bulanık pozitif ideal çözümden (A\*) uzaklığı ( $m_i^+$ ) ve bulanık negatif ideal çözümden (A-) uzaklığı ( $m_i^-$ ) ayrı ayrı formül 14 yardımı ile hesaplanır. Formül 11 aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

$$m_i^+ = \sum_{j=1}^n m(\tilde{k}_{ij}, \tilde{k}_j^+) \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$m_i^- = \sum_{j=1}^n m(\tilde{k}_{ij}, \tilde{k}_j^-) \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (11)$$

Fayda kriterleri için A\* ve A- formül 12 ile belirlenir:

$$A^* = (k_1^*, k_2^*, \dots, k_n^*) \text{ burada } k_j^* = (1, 1, 1)$$

$$A^- = (k_1^-, k_2^-, \dots, k_n^-) \text{ burada } k_j^- = (0, 0, 0) \quad (12)$$

Maliyet kriterleri “A\*” ve “A-” için formül 13 ile belirlenir:

$$A^* = (k_1^*, k_2^*, \dots, k_n^*) \text{ burada } k_j^* = (0, 0, 0)$$

$$A^- = (k_1^-, k_2^-, \dots, k_n^-) \text{ burada } k_j^- = (1, 1, 1) \quad (13)$$

4. adım yakınlık katsayılarının hesaplanması: Her bir alternatifin ideal çözüme benzerliği “ $m_i^+$ ”, “ $m_i^-$ ” değerleri kullanılarak aşağıda belirtilen formül 14

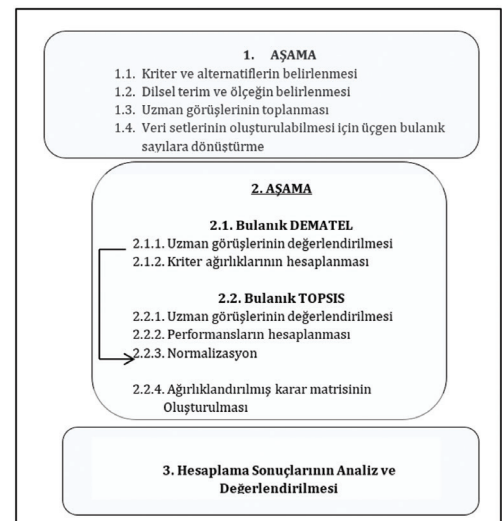
yardımı ile hesaplanır.

$$CC_i = \frac{m_i^-}{m_i^+ + m_i^-} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (14)$$

5. adım çıktı ve irdeleme: Bu adımda alternatifler yakınlık katsayılarına göre sıralanırlar ve en büyük değerden en küçük değerli olan alternatife doğru sıralama işlemi yapılarak, alternatiflerin birbirleri ile olan ilişkileri belirlenmiş olur.

### 3. Yapılan Çalışma

Çalışmadaki uygulama süreci 3 aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada çalışmada kullanılacak olan kriterler, alternatifler, bulanık sayı tipi ve sözel ifadelerin bulanık sayılara çevrilebilmesi için gerekli olan ölçütler belirlenmiş ve oluşturulan uzman gruptan ikili karşılaştırma matrisleri sonucu elde edilen veriler toplanmıştır. İkinci aşamada önerilen model kapsamında kullanılacak yöntemler ile değerlendirme ve hesaplamalar yapılmıştır. 3. aşamada ise hesaplamalar sonucu ortaya çıkan veriler değerlendirilmiş ve kazalara yönelik alternatif çözüm önerileri sunulmaya çalışılmıştır. Çalışma sürecinin genel yapısı ve akış şeması Şekil 1 ‘de gösterilmeye çalışılmıştır.



Şekil 1. Çalışma Sürecinin Genel Yapısı ve Akış Şeması

Araştırma modeli kapsamında kriterlerin ve alternatiflerin belirlenip veri setlerinin elde edilmesi amacıyla; literatür taraması (IMO sirkülerler, bilimsel makaleler, mevzuat, ilgili tezler, raporlar ve istatistikler vb.) ile birlikte liman çalışanları (Liman operasyon müdürü, liman terminal şefi, saha işçileri, puantörler, işaretçi, vinç operatörleri-SSG/RTG) ve akademisyenlerle (gemi ve liman tecrübeleri olan) görüşmeler yapılarak

anket formları hazırlanarak, katılımcılara uygulanmıştır.

Her bir uzmanın tüm kriterler ile olan ikili karşılaştırma matrisleri ve tüm kriterlerin alternatifler bazında değerlendirilmesi sonucu sözel olarak elde edilmiştir. Toplanan anket verilerin üzerinde hesaplamaların yapılabilmesi için önceden belirlenen dilsel ölçeğin bulanık sayı karşılıklarına göre tüm veriler üçgen bulanık sayılara dönüştürülmüştür.

KRİTERLER
1. Liman içi araç trafiğine bağlı kazalar (C1),
2. Yükleme-tahliye operasyonlarına bağlı kazalar (C2),
3. Tehlikeli yüklerle bağlı kazalar (Yangın, patlama, sızıntı, zehirlenme vb.) (C3)
4. Çalışma ortamı ve şartlarına bağlı kazalar (Sıcak çalışma-kapalı mahal, yüksekten düşme vb.) (C4),
5. Uygunsuz ve yetersiz ekipman kullanımına bağlı kazalar (Bakımsız ekipman, yetersiz bakım, yanlış kullanım vb.) (C5),
6. İnsan hatasına bağlı kazalar (dikkatsizlik, deneyimsizlik, yetersiz eğitim, yorgunluk vb.) (C6),
7. Yönetimsel sebeplere bağlı kazalar (Koruyucu önlemlerin alınmaması, koordinasyon ve iletişim eksikliği, düzensiz çalışma-dinlenme saatleri, maliyetlerin gereğinden fazla düşürülmeye çalışılması vb.) (C7).
ALTERNATİFLER
1. Yeterli eğitim, tecrübeye sahip daimi kadrolu personel çalıştırılması (A1),
2. Çalışma koşulları, saatleri ve personel sayılarında düzenlemelerin yapılması (A2),
3. Çalışanlara yönelik eğitimlerin yeniden düzenlenmesi/arttırılması (Mesleki eğitimler, mevcut ekipmanları kullanması için gerekli eğitimler, iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri, eğitimlerin sertifikalandırılması vb.) (A3),
4. Limanlarda ihtisaslaşmaya gidilmesi (Tek türde yük üzerinde uzmanlaşma) (A4),
5. Limanlarda otomasyon sistemlerine geçişin hızlandırılması (A5),
6. İdarenin liman yönetimleri üzerindeki denetimlerinin arttırılması (A6),
7. Liman ekipman ve donanımlarının yeterli standart ve kalitede olmasının sağlanması (A7)

**Şekil 2.** Limanda Yaşanan İş Kazaları Problemi için Belirlenen Kriter ve Alternatifler

oluşturulacak kriter ve alternatifler tespit edilmeye çalışılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda Şekil 2'de gösterilen 7 ana kriter ve limanda yaşanan iş kazaları problemine çözüm getirebilecek 7 alternatif belirlenmiştir.

Liman operasyonunda yetkili ve liman yönetimi konusunda uzman akademisyenlerden oluşan 5 kişilik uzman karar verici grup oluşturulmuştur. Bu karar verici grubun görüşlerinin isabetli bir biçimde alınabilmesi amacıyla, Şekil 2'de belirtilen kriterlerin, ikili karşılaştırma matrislerinin ve alternatif çözüm önerilerinin bu kriterler altında değerlendirilebilmesi amacıyla oluşturulan

Kriterlerin değerlendirme sonuçları için Tablo 1'deki skala kullanılırken, alternatiflerin değerlendirme sonuçları için de Tablo 2'deki değerlerden yararlanılmıştır. Uygulamada kullanılan dilsel ifadeler ve bunların bulanık sayı karşılıkları literatürden yararlanılarak oluşturulmuştur.

Karar vericilerin yapmış olduğu değerlendirmeler sonucunda oluşturulan matrislerin aritmetik ortalaması alınarak ortak bir matris elde edilmiştir. Daha sonra formül 1 ve formül 2 yardımı ile normalleştirilmiş direk ilişki matrisi Tablo 3'deki gibi elde edilmiştir.

Hesaplanan normalleştirilmiş direk

**Tablo 3.** Normalleştirilmiş Bulanık Direk İlişki Matrisi

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
C1	0;0;0	0,09;0,09;0,12	0,20;0,19;0,17	0,06;0,09;0,12	0;0,04;0,08	0;0;0,06	0,20;0,19;0,17
C2	0,09;0,11;0,14	0;0;0	0,03;0,08;0,11	0,17;0,17;0,16	0,09;0,09;0,12	0,20;0,19;0,17	0,23;0,21;0,18
C3	0,20;0,19;0,18	0,20;0,19;0,17	0;0;0	0;0,06;0,09	0,06;0,09;0,12	0,23;0,21;0,18	0;0;0,5
C4	0,03;0,08;0,11	0,17;0,17;0,18	0;0;0,5	0;0;0	0,20;0,19;0,18	0;0,06;0,09	0,03;0,08;0,11
C5	0;0;0,5	0,23;0,21;0,18	0,20;0,19;0,17	0,09;0,09;0,14	0;0;0	0,09;0,09;0,14	0,09;0,09;0,14
C6	0,26;0,23;0,18	0,09;0,11;0,14	0,09;0,11;0,14	0,03;0,08;0,11	0;0;0,5	0;0;0	0;0;0,06
C7	0;0;0,5	0,03;0,08;0,11	0,09;0,11;0,14	0,14;0,15;0,17	0;0,06;0,09	0;0,06;0,11	0;0;0

ilişki matrisinin bulanık sayıları ( $A_k$ ,  $A_p$ ,  $A_u$ ) şeklinde üç ayrı matrise ayrılmıştır ve formül 3 yardımıyla toplam bulanık ilişki matrisi  $\tilde{T}$  hesaplanmıştır. Gönderici ve alıcı grupların hesaplanabilmesi amacıyla  $(\tilde{D} + \tilde{R})$  ve  $(\tilde{D} - \tilde{R})$  hesaplanmıştır. Formül 4 ve formül 5 yardımı ile durulaştırma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Formül 6 ve formül 7 yardımı ile kriter ağırlıkları sonucuna ulaşılmıştır. Sonuçlar Tablo 4'te gösterilmiştir.

Şekil 3'teki grafiğe göre, limanda yaşanan iş kazalarına sebep olan faktörler bakımından yükleme-tahliye operasyonlarına bağlı kazalar (C2), tehlikeli yüklere bağlı kazalar (C3), uygunsuz ve yetersiz ekipman kullanımına bağlı kazalar (C5) ve yönetsel sebeplere bağlı kazalar (C7) kriterleri etkileyen faktörler iken yeni liman içi araç trafiğine bağlı kazalar (C1), çalışma ortamı ve şartlarına bağlı kazalar (C4) ve insan hatasına bağlı kazalar (C6)

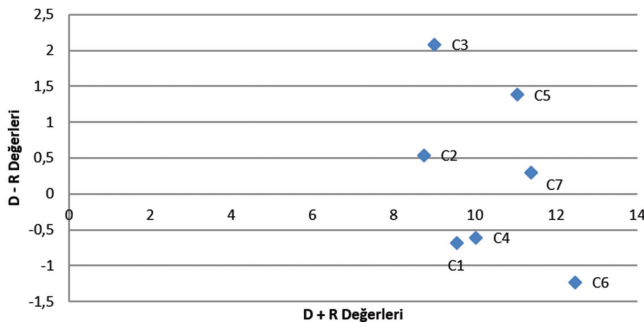
**Tablo 4.** D ve R Değerleri

	$(\tilde{D} + \tilde{R})$	$(\tilde{D} - \tilde{R})$	$(\tilde{D}_i + \tilde{R}_i)$	$(\tilde{D}_i - \tilde{R}_i)$	$W_i$
C1	7,00; 9,52; 12,11	-0,11; -0,43; -0,19	9,56	-0,69	0,109821
C2	4,60; 5,43; 10,17	0,21; 0,29; 0,36	8,74	0,54	0,114821
C3	8,57; 12,04; 13,87	-1,27; -0,41; -0,53	9,01	2,08	0,096821
C4	6,11; 8,10; 11,20	2,10; 2,22; 2,08	10,03	-0,61	0,124821
C5	3,02; 5,88; 10,11	-1,47; -1,16; -1,86	11,04	1,38	0,162571
C6	7,23; 8,71; 14,74	0,37; 0,44; 0,38	12,47	-1,23	0,210574
C7	6,02; 7,78; 14,28	-1,21; -0,41; -0,63	11,38	0,29	0,180571

Şekil 3'te kriterlerin (D+R) ve (D-R) değerleri ile çizilen etki yönlü grafik diyagramı görülmektedir.

ise etkilenen özellik göstermektedir.

Daha önceden belirlenen 5 alternatif çözüm önerisi arasında sıralama

**Şekil 3.** Etki Yönlü Grafik Diyagramı



yapılabilmesi için Chen tarafından önerilen Fuzzy TOPSIS yönteminden yararlanılmıştır. Uzman görüşlerden elde edilen veriler için birleştirilmiş karar matrisi aşağıda gösterilen formül 20 ve formül 21 yardımıyla hesaplanmıştır. Uzmanlardan alınan sözel ifadelerin üçgen bulanık sayılara çevrilmesinde Tablo 2'den faydalanılmıştır.

$$\tilde{C}_{ij} = (1/N) \otimes (\tilde{c}_{ij}^1 \oplus \tilde{c}_{ij}^2 \oplus \dots \oplus \tilde{c}_{ij}^N) \quad (20)$$

$$\tilde{D}_{ij} = (1/N) \otimes (\tilde{d}_{ij}^1 \oplus \tilde{d}_{ij}^2 \oplus \dots \oplus \tilde{d}_{ij}^N) \quad (21)$$

Chen [23] yaklaşımı doğrultusunda her alternatifin bulanık pozitif ideal çözümden ( $A^*$ ) uzaklığı ( $m_i^+$ ) ve bulanık negatif ideal çözümden ( $A^-$ ) uzaklığı ( $m_i^-$ ) formül 11, 12 ve 13 yardımı ile hesaplanmıştır. Her alternatifin  $A^*$ 'dan toplam uzaklığı Tablo 6 ve her alternatifin  $A^-$ 'dan toplam uzaklığı Tablo 7'de verilmiştir. Her bir alternatifin ideal çözüme benzerliği " $m_i^+$ ", " $m_i^-$ " değerleri kullanılarak formül 14 kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplanan sonuçlar Tablo 8'de verilmiştir.

**Tablo 5.** Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi Sonuçları

	A1			A2			A3			A4		
C1	0,352	0,729	0,364	0,325	0,428	0,438	0,714	0,635	0,754	0,128	0,148	0,209
C2	0,705	0,643	0,701	0,587	0,604	0,379	0,860	0,475	0,098	0,241	0,536	0,326
C3	0,418	0,388	0,272	0,503	0,594	0,514	0,775	0,862	0,678	0,018	0,327	0,161
C4	0,920	0,947	0,810	0,707	0,786	0,809	0,641	0,749	0,460	0,307	0,183	0,086
C5	0,457	0,611	0,451	0,317	0,821	0,778	0,891	0,665	0,421	0,263	0,129	0,275
C6	0,710	0,833	0,620	0,781	0,599	0,642	0,731	0,521	0,693	0,516	0,354	0,542
C7	0,732	0,641	0,846	0,227	0,847	0,580	0,804	0,918	0,805	0,264	0,164	0,634

**Tablo 5.** Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi Sonuçları (Devam)

	A5			A6			A7		
C1	0,285	0,471	0,345	0,352	0,418	0,410	0,820	0,576	0,251
C2	0,367	0,652	0,629	0,493	0,672	0,565	0,625	0,213	0,376
C3	0,715	0,719	0,180	0,342	0,095	0,691	0,479	0,378	0,502
C4	0,886	0,826	0,798	0,219	0,186	0,810	0,637	0,831	0,629
C5	0,507	0,745	0,214	0,657	0,902	0,707	0,840	0,605	0,904
C6	0,682	0,601	0,569	0,555	0,863	0,418	0,329	0,792	0,638
C7	0,756	0,275	0,721	0,382	0,186	0,147	0,452	0,801	0,545

Daha sonra formül 8 ve 9 kullanılarak değerler [0,1] aralığına indirgenerek normalizasyon sonuçları Tablo 5'deki gibi hesaplanmıştır.

Chen [23] yaklaşımına göre ağırlıklandırılmış bulanık karar matrisinin hesaplanması için önceden Bulanık DEMATEL yöntemi ile ve Tablo 4' de gösterilen kriter ağırlıkları ( $W_j$ ) ile normalize edilen bulanık karar matrisi çarpılarak ağırlıklandırılmış bulanık karar matrisi formül 10 yardımı ile elde edilmiştir.

**Tablo 6.** Her Alternatifin  $A^*$ 'dan Toplam Uzaklığı

Alternatifler	Toplam Uzaklık
A1	5,307
A2	5,487
A3	5,341
A4	5,521
A5	5,505
A6	5,398
A7	5,675

**Tablo 7.** Her Alternatifin A<sup>-</sup>’dan Toplam Uzaklığı

Alternatifler	Toplam Uzaklık
A1	3,410
A2	3,268
A3	3,567
A4	3,741
A5	3,118
A6	3,417
A7	3,621

**Tablo 8.** Her Bir Alternatifin İdeal Çözümü Benzerliği

Alternatifler	Toplam Uzaklık
A1	0,376
A2	0,362
A3	0,345
A4	0,357
A5	0,342
A6	0,348
A7	0,335

### 3. Sonuç ve Öneriler

Yapılan çalışma ile limanlarda yaşanan iş kazalarına neden olan kriterler ve bu soruna çözüm getirebilecek alternatifler belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre limanlarda yaşanan iş kazalarına sebep olan faktörler sırasıyla; insan hatasına bağlı kazalar (C6), yönetsel sebeplere bağlı kazalar (C7), uygunsuz ve yetersiz ekipman kullanımına bağlı kazalar (C5), çalışma ortamı ve şartlarına bağlı kazalar (C4), yükleme-tahliye operasyonlarına bağlı kazalar (C2) ve liman içi araç trafiğine bağlı kazalar (C1) olarak tespit edilmiştir. Bu kriterler içerisinde liman içi araç trafiğine bağlı kazalar (C1), çalışma ortamı ve şartlarına bağlı kazalar (C4) ve insan hatasına bağlı kazalar (C6) diğer kriterlerden etkilenen kriterler olarak tespit edilir iken yükleme-tahliye operasyonlarına bağlı kazalar (C2), tehlikeli yüklere bağlı kazalar (C3), uygunsuz ve yetersiz ekipman kullanımına bağlı kazalar (C5) ve yönetsel sebeplere bağlı kazalar (C7) kriterleri ise diğer kriterleri etkileyen

kriterler olarak tespit edilmiştir.

Limanlarda yaşanan kazaların önlenmesine çözüm olabilecek alternatiflerin yapılan hesaplamalara göre önem dereceleri ise yeterli eğitim ve tecrübeye sahip daimi kadrolu personel çalıştırılması (A1) alternatifi ilk sırada yer alırken diğer alternatifler de sırasıyla çalışma koşulları, saatleri ve personel sayılarında düzenlemelerin yapılması (A2), limanlarda ihtisaslaşmaya gidilmesi (A4), idarenin liman yönetimleri üzerindeki denetimlerinin artırılması (A6), çalışanlara yönelik eğitimlerin yeniden düzenlenmesi/ artırılması (A3), limanlarda otomasyon sistemlerine geçişin hızlandırılması ve sıralamada en altta olarak da liman ekipman ve donanımlarının yeterli standart ve kalitede olmasının sağlanması (A7) olarak tespit edilmiştir.

Çalışma sonuçlarına göre ilk iki sırada yer alan insan hatasına bağlı kazalar (C6) ve yönetsel sebeplere bağlı kazalar (C7) kriterleri limanlarda yaşanan kazaların temel nedenlerini oluşturduğu söylenebilir. Özellikle insan hatası sadece denizcilik sektörü ve liman kazalarında değil, yapılan araştırma ve değerlendirmelere göre birçok sektörde kazaların en temel sebeplerini oluşturmaktadır. Bu noktadan yola çıkılarak özellikle limanda çalıştırılması düşünülen personelin çalışma koşulları için gerekli yeterli donanım, tecrübe ve eğitime sahip, liman içerisinde karşılaşabileceği risklere karşı bilgili ve hazırlıklı olan, çalışma temposuna uyum sağlayabilecek genel iş emniyeti kurallarına uygun davranabilecek kişilerden seçilmesi ve ilgililerin kazaların en önemli sebepleri arasında insan hataları olduğu gerçeğini göz önünde bulundurarak liman yönetim faaliyetlerini gerçekleştirmeleri insan hatasından kaynaklanabilecek kazaların önüne geçilmesinde etkili bir rol oynayabileceği düşünülmektedir.

Çalışma sonuçlarına göre limanlardaki iş kazalarının azaltılmasında en büyük paya sahip alternatif olarak “yeterli eğitim ve tecrübeye sahip daimi kadrolu personel

çalıştırılması” sonucuna ulaşılmıştır. Günümüz liman hizmetleri sektöründe özelleştirme sürecinden sonra daha çok geçici statüde yer alan, sözleşmeli veya taşeron firmalara ait personel çalıştırılması, limanlardaki yaşanan iş kazalarında önemli bir yere sahip olduğunu işaret etmektedir. Ayrıca eğitilmiş ve kalifiye personel çalıştırmak, liman personeli ve işçilerinin eğitimine önem verilerek gerek yeni işe başlayacak kişilerin yeterli seviyede olması sağlanması gerekse de mevcut çalışanlara yönelik eğitim ve standartların artırılarak bir düzenlemeye gidilmesi bu noktada doğru bir yaklaşım olacaktır. Bunun yanında limanlarda uzmanlaşmaya gidilerek her yüke her türlü hizmet veren limanlar yerine tek yüke en iyi hizmet veren liman modellerine geçilmesi de profesyonelliğin artırılarak kazaların azaltılmasında önemli bir adım oluşturacağı düşünülmektedir.

Çalışmada bulanık çok kriterli karar verme yöntemlerinden oluşan bir model yaklaşımı kullanılmıştır. DEMATEL ve TOPSIS tekniklerinin bütünleşik olarak probleme uygulanması ile limanlarda yaşanan iş kazalarına neden olan sebepler ve bu kazalara çözüm sunabilecek alternatifler arasında karşılaştırma yapabileme imkânı oluşturulmuş ve karar vericiye güvenilir, esnek, kullanım kolaylığı sağlayan ve rahat yorumlanabilen bir çözüm yolu sunulmuştur. Kullanılan bu yaklaşımın probleme uyarlanma süreci ve ulaşılan sonuçlar, yöntemin kolay, anlaşılır ve denizcilik sektörü için yeteri kadar kullanışlı olduğunu ve her çeşit deniz endüstrisi karar verme problemlerinde rahatlıkla kullanılabilecek esnek bir yapıya dönüştürülebileceğini göstermektedir. Bu sebeple gelecekte değişik çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak denizcilik sektöründeki farklı problemlere uygulanabilir çözüm önerileri getirilebileceği düşünülmektedir.

### Teşekkür

Çalışmanın verilerinin toplanabilmesi ve saha çalışması süreçlerinde bünyesinde

bulduğum Karadeniz Teknik Üniversitesi Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Deniz Ulaştırma İşletme Müh. Bölüm Başkanlığına ve katkılarından dolayı Trabzon, Mersin Uluslararası Liman İşletmeciliği A.Ş. (MIP) ve Marport Liman Yönetici ve çalışanlarına teşekkür ederim.

### Kaynakça

- [1] Yalçın, C. (2005). Limanlarda Güvenlik Önlemleri, Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi, İstanbul.
- [2] Topaloğlu, H. (2007). Dış Ticaret Yüklerimizin Taşınmasındaki Terminal Durumları ve Liman Yeterliliklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul.
- [3] Esmer, S., Nguyen, H.O., Bandara, Y.M. and Yeni, K. (2016). Non-price Competition in the Port Sector: A Case Study of Ports in Turkey. The Asian Journal of Shipping and Logistics 2016:32(1):3-11.
- [4] Esmer, S. (2010). Konteyner Terminallerinde Lojistik Süreçlerin Optimizasyonu ve Bir Similasyon Modeli, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi, Dokuz Eylül Yayınları.
- [5] Knudsen, O.F. and Hassler, B. (2011). IMO Legislation and its Implementation: Accident Risk, Vessel Deficiencies and National Administrative Practices. Marine Policy, 2011(35):201-207.
- [6] Jiang, L., J., Chew, E., P., Lee, L., H. and Sun, Z. (2012). DEA Based on Strongly Efficient and Inefficient Frontiers and its Application on Port Efficiency Measurement, OR Spectrum, 2012 (34)4: 943-969.
- [7] Longo, F., Chiurco, A., Musmanno, R. and Nicoletti, L. (2015). Operative and procedural cooperative training in marine ports. Journal of Computational Science, 2015(10):97-107.

- [8] Danacı, A. and Kişi, H. (2014). Limanlarda İş Güvenliği Uygulamaları. 8. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, 7-9 Kasım 2014, İstanbul, Bildiriler Kitabı, 309-319.
- [9] Tatar, V., Özer, M.B., and Gümüşkaya, E.(2015). Limanlarda İş Sağlığı ve Güvenliği: Hopa Limanı Uygulaması. II. Ulusal Liman Kongresi, 5-6 Kasım 2015, İzmir.
- [10] ILO (International Labour Organization). (1973). C137 - Dock Work Convention. Convention concerning the Social Repercussions of New Methods of Cargo Handling in Docks. Geneva.
- [11] Töz, A.C. and Köseoğlu, B. (2015). Denizcilikte İş Sağlığı ve İş Emniyeti: Limanlar Üzerine Genel Bir Değerlendirme. II. Ulusal Liman Kongresi, 5-6 Kasım 2015, İzmir.
- [12] Gambardella, L.M., Mastrolilli, M., Rizzoli, A.E. and Zaffalon, M. (2001). An optimization methodology for intermodal terminal management *Journal of Intelligent Manufacturing*, 2001:12(5):521-534.
- [13] Oral, E.Z., Kişi, H., Cerit, A.G., Tuna, O. and Esmer, S. (2007) "Port Governance In Turkey". Devolution, Port Governance and Port Performance. Editors: Mary R. Brooks and Kevin Cullinane, ISBN: 978-0-7623-1197-2, Elsevier:171-184.
- [14] Longo, F. (2010). Design and integration of the containers inspection activities in the container terminal operations. *International Journal of Production Economics*, 2010(2):125:272-283.
- [15] Bruzzone, A.G., Longo, F., Nicoletti, L. and Diaz, R. (2011). Virtual Simulation for training in ports environments, in: *Proceedings of the Summer Computer Simulation Conference*, The Hague, Netherlands, 2011, 235-242.
- [16] Zhang, G. and Lu, J. (2002). An Integrated Group Decision-Making Method Dealing with Fuzzy Preferences for Alternatives and Individual Judgments for Selection Criteria, *Group Decision and Negotiation*, 2002(12):501-515.
- [17] Jahanshahloo, G.R., Hosseinzadeh Lotfi F. and Izadikhah M. (2006). Extension of the TOPSIS Method for Decision Making Problems with Fuzzy Data. *Applied Mathematics and Computation*, 2006 (181): 1544-1551.
- [18] Yang, T. and Hung, C. C. (2007). Multiple-Attribute Decision Making Methods for Plant Layout Design Problem, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 2007(23):1:126-137.
- [19] Chao, L.S. and Lin, Y. (2011). Evaluating advanced quay cranes in container terminals, *Transportation Research Part E*, 2011 (47):432-445.
- [20] Awad, M.R., Nazmy, T. and Ismael, I.A. (2013). Integrating Approach For Multi Criteria Decision Making (Case Study: Ranking For Bulk Carrier Shipbuilding Region), *International Journal Of Scientific & Technology Research*, 2013(2):10: 77- 86.
- [21] Özdemir, Ü. and Güneroğlu A. (2015). Strategic Approach Model for Investigating The Cause of Maritime Accidents. *Scientific Journal on Traffic and Transportation Research*, 2015(27):113-123.
- [22] Güneroğlu N., Özdemir Ü. and Güneroğlu A. (2016). Decisions on Quality Assurance Criteria of Recreational Beaches, *Proceedings Of The Institution Of Civil Engineers- Municipal Engineer*, 2016(21):1-10.
- [23] Chen, C.T., Extensions Of The Topsis For Group Decision-Making Under Fuzzy Environment, *Fuzzy Sets And Systems*, 2000 (114):1:1-9.
- [24] Wu, W.W. and Lee, Y.T. (2007). Developing global managers' competencies using the fuzzy DEMATEL method. *Expert Systems with Applications*, 2007(32):499-507.
- [25] Bali, Ö., Tutun, S., Pala, A. and Çörekçi,

- C. (2014). A Mcdm Approach With Fuzzy Dematel and Fuzzy Topsis For 3 PL Provider Selection, Journal of Engineering and Natural Sciences, 2014(32):222-239.
- [26] Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. Information and Control, 1965(8):3:338-353.
- [27] Chang, B., , Chang, W.C. and Wu, C.H. (2011). Fuzzy DEMATEL Method for Developing Supplier Selection Criteria. Expert Systems with Applications, 2011(38):3:1850-1858.
- [28] Yang, Z. L., Bonsall, S. ve Wang, J. (2011). Approximate TOPSIS for vessel selection under uncertain environment. Expert Systems with Applications, 38(12),14523-14534.
- [29] Kafalı, M., Gemi İnşa Sanayinde Bulanık Karar Verme Uygulamaları, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, 2014.
- [30] Özdemir, Ü. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Kullanılarak Gemiler İçin Uygun Yük Seçiminin Analizi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon, 2015.