

Tersanelerde Yüksekte Çalışma Risklerinin AHP Tabanlı PROMETHEE ile Analiz Edilmesi

Mehmet Arif Öztürk¹, Murat Yorulmaz²

¹ İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye

² Denizcilik İşletmeleri Yönetimi Bölümü, Denizcilik Fakültesi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye

¹ (sorumlu yazar), marifozturk@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-0410-1752

² murat.yorulmaz@kocaeli.edu.tr, 0000-0002-5736-9146

ÖZET

Tersaneler gemi yapım, bakım-onarım, söküm faaliyetleri yapılan ve çok fazla sayıda çalışanın istihdam edildiği çalışma alanlarıdır. Bu durum deniz yolu taşımacılığı açısından üretimin sağlanması, istihdam sağlanması, savunma ihtiyacının karşılanması açısından ülke ekonomisine önemli katkı sağlamaktadır. Bunların yanı sıra tersaneler yürütülen farklı faaliyetler ve bu faaliyetlerin yürütülmesinde yardımcı olan çalışma yöntemleri (iskelede, merdivende çalışma, iş ekipmanları ile çalışma, vinçlerde çalışma vb.) açısından değerlendirildiğinde iş kazası yaşanma olasılığı yüksek olan alanlardır. Özellikle yüksekte çalışma işlerinde yaşanan kazalar ölümlerle sonuçlanabilmektedir. Kazaların önlenmesi risklerin incelenerek gerekli önlemlerin alınmasıyla mümkün olabilir. Bu kapsamda bu çalışmada, tersanelerde yüksekte çalışma risklerinin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Yöntem olarak AHP tabanlı PROMETHEE yöntemi kullanılmıştır. İlk aşamada literatür araştırması ile yüksekte çalışma riskleri olarak yedi kriter; “çalışanın düşmesi, malzemenin düşmesi, elektrik çarpması, iskelenin/merdivenin devrilmesi/yıkılması, çarpma-çarpışma, statik hesaplama ve mühendislik yanlışlıkları ve meteorolojik koşullar” ve yüksekten düşme kazalarının önlenmesi için “denetim ve bakım, eğitim, kişisel koruyucu tedbirler ve toplu koruma yöntemleri” olarak dört alternatif belirlenmiştir. Kriterlerin ikili karşılaştırması ve alternatiflerin kriterlere göre ikili karşılaştırmasını yapmak amacıyla 1-9 karşılaştırma değerleri kullanılarak hazırlanan anket tersanede uzman olarak çalışan 5 kişi tarafından değerlendirilmiş ve veriler AHP ile işlem yapan Super Decision v2.1 programına girilerek kriter ağırlıkları belirlenmiştir. Bu değerlendirmeye göre çalışanın düşmesi kriterinin en yüksek risk olduğu sonucu çıkmıştır. Sonraki aşamada kriter ağırlıkları ve ikili karşılaştırma verileri Visual PROMETHEE programına girilerek alternatiflerin öncelik sırası belirlenmiştir. Bu değerlendirme sonucunda denetim ve bakım alternatif olarak ilk sırada çıkmıştır. Çalışanların düşmesini önleyici özellikle korkuluk, güvenlik ağı vb. toplu koruma yöntemlerinin uygulanmasına öncelik verilmesi ve denetim ve bakım faaliyetlerinin sürekli olarak yapılması riskleri ortadan kaldırarak kaza olasılığını düşürecektir. Bu çalışmada tersanelerde yüksekte çalışma riskleri, AHP tabanlı PROMETHEE yöntemleri ile analiz edilerek literatüre ve tersane sektörüne katkı sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Tersaneler, Yüksekte Çalışma, AHP, PROMETHEE

Makale geçmişi: Geliş 19/09/2022 – Kabul 25/11/2022

<https://doi.org/10.54926/gdt.1177108>

Analyzing The Risks of Working at Height in Shipyards with AHP-Based PROMETHEE

Mehmet Arif Öztürk¹, Murat Yorulmaz²

¹ Department of Occupational Health and Safety, Institute of Science, Kocaeli University, Kocaeli, Türkiye

² Department of Maritime Business Management, Faculty of Maritime, Kocaeli University, Kocaeli, Türkiye

¹ (corresponding author), marifozturk@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-0410-1752

² murat.yorulmaz@kocaeli.edu.tr, 0000-0002-5736-9146

ABSTRACT

Shipyards are work areas where shipbuilding, maintenance, repair and dismantling activities are carried out and a large number of employees are employed. This situation makes a significant contribution to the country's economy in terms of providing production, employment and meeting the defense needs in terms of maritime transport. In addition to these, when shipyards are evaluated in terms of the different activities carried out and the working methods that help in the execution of these activities (working on the pier, on the ladder, working with work equipment, working on cranes, etc.), they are areas with a high probability of occupational accidents. Accidents, especially in working at heights, can result in death. Preventing accidents can only be possible by examining the risks and taking the necessary precautions. In this context, in this study, it is aimed to analyze the risks of working at height in shipyards. AHP-based PROMETHEE method was used as the method. In the first stage, seven criteria as risks of working at height with literature research; "Inspection and maintenance, training, personal protective measures and collective protection methods for the prevention of "employee falling, material falling, electric shock, overturning/collapsing of scaffolding/ladder, crash-collision, static calculation and engineering errors and meteorological conditions" and fall from height accidents. Four alternatives have been identified. In order to make a pairwise comparison of the criteria and a pairwise comparison of the alternatives according to the criteria, the questionnaire prepared using 1-9 comparison values was evaluated by the experts working in the shipyard, and the criteria weights were determined by entering the data into the Super Decision v2.1 program that operates with AHP. According to this evaluation, it was concluded that the criterion of employee falling is the highest risk. In the next step, the criteria weights and pairwise comparison data were entered into the Visual PROMETHEE program and the priority order of the alternatives was determined. As a result of this evaluation, Inspection and Maintenance came first as an alternative. Especially guardrail, safety net etc. to prevent employees from falling. Giving priority to the implementation of collective protection methods and continuous inspection and maintenance activities will eliminate risks and reduce the probability of accidents. In this study, it is aimed to contribute to the literature and to shed light on similar studies by analyzing the risks of working at height in shipyards with the AHP-based PROMETHEE method.

Keywords: Shipyards, Working at Height, AHP, PROMETHEE.

Article history: Received 19/09/2022 – Accepted 25/11/2022

1. Giriş

Tersaneler yürütülen çalışmalar gemi yapımı, sökümü, bakım ve onarım, malzeme tedariki faaliyetlerinden oluşmaktadır. Tersaneler bu çalışmaların çeşitliliği ve istihdamın fazla oluşu dikkate alındığında kazaya neden olabilecek farklı birçok riski bünyesinde barındırmaktadır. Yaşanacak ölümlü veya yaralanmalı bir iş kazası işyerlerine ağır maliyetler çıkarabilmektedir (Tansoy, 2017).

Bütün iş kollarında çalışanların ölümü, yaralanması, kalıcı sakatlığı ile sonuçlanan iş kazaları meydana gelebilmektedir. Çok tehlikeli iş kolunda bulunduğu için kaza olasılığı tersanelerde de bulunmaktadır. Kazaları önlemeye yönelik yürütülecek ilk adım, yapılan işlerdeki riskleri belirleyip önleyici tedbirleri kaza yaşanmadan önce almak olmalıdır. İşin özelliğine, sektöre göre riskler belirlenerek bu riskler doğrultusunda önlemler alınmalıdır (Taylan, 2008).

Yapılan işler ve sektörel olarak bakıldığında tersanelerde; kaynak, boya, raspa, elektrik, kesme, montaj vb. çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar sırasında da erişimi ve malzeme taşınmasını/naklini sağlayacak çeşitli vinçler (mobil, teleskopik vb.), forkliftler, çeşitli tezgahlar (torna, freze vb.), iskeleler ve işin yapımına uygun makine ve ekipmanlar kullanılmaktadır (Yavuz, 2012). Gemi inşa faaliyetleri sırasında yapılan kaynak, iskelede çalışma, malzeme taşınması/nakli, makine ve tezgahların kullanımı, elektrik işleri vb. çalışmalar sırasında iş kazaları meydana gelmektedir. Bu nedenle kazaların önlenmesi için risklerin belirlenerek önleyici tedbirlerin alınması gerekmektedir (Özgül, 2014). Tersanelerde 2000-2013 yılları arasında yaşanan kazalar incelendiğinde ölümlü sonuçlanan kazaların nedenleri; yüksekte düşme, elektrik akımına maruz kalma, yangın ve patlama, cisim çarpması, sıkışma ve diğer olarak sıralanmaktadır (Barlas ve Çelebi, 2014).

Tersanelerde faaliyetlerin birlikte yürütülmesi, bu faaliyetler sırasında işe yardımcı ekipmanların kullanılması ve çalışan sayısının fazla olması durumları iş kazasına neden olacak riskleri ortaya çıkarmaktadır. Bütün bunların değerlendirilerek iş sağlığı ve güvenliği (İSG) çalışmalarının dikkatle yürütülmeli, bütün riskler tanımlanmalı ve önlemler alınarak kazaların önüne geçilmelidir. Özellikle de sonucu ciddi yaralanma ya da ölüm olan yüksekte çalışma işleri risklerinin belirlenmesi ve önlemlerin alınması önemlidir.

Bu çalışmada, tersanelerde yüksekte çalışma risklerinin belirlenmesi, analiz edilmesi, önem düzeylerinin sıralanması ve riskleri önleyecek alternatiflerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden AHP (Analytical Hierarchy Process) ve PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) yöntemleri tercih edilmiştir. Tersanelerle ilgili yapılan bazı çalışmalar; Bakacak (2007) çalışmada Çalışma Bakanlığı ve Sosyal Sigortalar Kurumu (Sosyal Güvenlik Kurumu) verilerinin incelenmesi şeklinde keşifsel veri toplama yöntemi kullanılarak gemi inşa ve onarım faaliyetlerinde meydana gelen kazaların analizi incelenmiştir. İzci (2015), çalışmada iş kazasına neden olabilecek tehlikeli durum ve davranışlar anketler yardımıyla belirlenmeye çalışılarak gemi inşa sanayinde iş kazaları ve analizi incelenmiştir. Tansoy (2017), çalışmada iş kazası istatistikleri araştırılarak ve örnek bir tersanede yaşanan kazaların kayıtları incelenerek tersanelerde iş kazalarının önlenmesinde alınması gereken tedbirler ve risk analizi yöntemleri incelenmiştir. Güler (2015), çalışmada 4 gemideki prosesler incelenerek kullanılan kimyasalların tehlike ve riskleri belirlenmiş ve Fine Kinney yöntemi ile risk değerlendirmesi yapılmıştır. Gündoğdu ve Seyfi-Shishavan (2021), çalışmada AHP ve VIKOR yöntemleri ile tersanelerdeki mesleki risklerin önceliklerine göre belirlenmesi incelenmiştir. Liu vd. (2021), çalışmada tersanelerde yaşanan kazalardaki insan faktörleri incelenmiştir. Caner Akın (2020), çalışmada AHP yöntemi ile tersanelerdeki tehlike ağırlıkları belirlendikten sonra L Tipi (5x5) risk değerlendirme matrisi kullanılarak risk değerlendirmesi yapılmıştır. Wulandari vd. (2018), çalışmada işyerine ait mevcut belgelerin (risk değerlendirmesi, çalışma talimatları vb.) analizi yapılarak tersanede gövde boyama işlemindeki riskler

ve risk değerlendirme yöntemi incelenmiştir. Zaman vd. (2019), çalışmada AHP yöntemi kullanılarak tersane işçilerinin iş kazasının bireysel ve işyeri faktörleri belirlenmesi incelenmiştir. Abd Rahman ve Daud (2021), çalışmada anket çalışması yapılarak tersane sektöründe kişisel koruyucu donanım uygunluğu bilinci incelenmiştir. Yılmaz vd. (2015), çalışmada bir tersanedeki iş kazası kayıtları incelenerek Türkiye'deki tersane kazalarının analizi yapılmıştır. Acuner ve Çebi (2016), çalışmada bulanık küme (fuzzy set) yöntemi ile risk olasılığı, şiddeti ve olay sıklığı bazında riskin büyüklüğü belirlenmeye çalışılmış ve tersanelerdeki iş kazalarında etkili risk önleyici model teklifi incelenmiştir. Yorulmaz ve Yanık (2021), çalışmalarında, AHP yöntemi ile denizcilik firmalarının kaptan adaylarının seçiminde öncelik vermesi gereken yönetici kriterlerini tespit etmeyi amaçlamıştır. Yorulmaz ve Öztürk (2022) ise çalışmalarında, AHP yöntemi kullanılarak tersanelerdeki iş kazası nedenleri önem düzeylerine göre belirlenmiştir.

Dolayısıyla tersanede yaşanan iş kazalarının incelenmesi ve bazı çalışma yöntemleri için risk değerlendirmesi şeklinde çalışmalar yapılmıştır. Ancak araştırmada ele alınan problem hiyerarşisi kapsamında AHP tabanlı PROMETHEE yöntemi kullanılarak tersanelerde yüksekte çalışma risklerinin AHP tabanlı PROMETHEE ile analiz edilmesi konusunda herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada tersanelerde yüksekte çalışma risklerinin AHP tabanlı PROMETHEE ile analizinin farklı bir bakış açısı ile değerlendirilmesi amaçlanarak bu yönüyle çalışmanın literatüre katkı yapması beklenmektedir.

2. Tersanelerde İş Süreçleri ve Yüksekte Çalışma

Tersanedeki çalışmalar süresince çok çeşitli makine ve ekipman kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları; kullanım amacına göre vinçler, ceraskal, forkliftler, çeşitli imalat tezgâhları, çeşitli testereler, matkaplar, presler, kaynak makineleri vb. olarak sıralanabilir. Bu ekipmanlar, makineler, cihazlar kullanım amacına ve yerine göre gemi üretimi, bakım-onarım faaliyetlerinin gerekli aşamalarında kullanılmaktadır.

Gemi üretimi sürecinde; sac malzemeye CNC tezgahlarında tasarıma uygun olarak yapılan kesim işlemlerini takiben presler yardımıyla istenilen şekil verilir. Tasarıma uygun olarak bloklar halinde montaj işlemi ile birleştirilir. Bu aşamada geminin boru sistemi montajı da yapılır. Oluşturulan bloklar kaldırma ekipmanları yardımıyla kızağa taşınarak kaynak işlemleri ile birleştirilir. Sonraki aşamada raspa ve boya işlemleri yapılır. Geminin teknik donanımı yerleştirildikten ve boya işlemleri tamamlandıktan sonra gemi kızaktan denize indirilir. Gemi donatımı işlemleri (makine ve boru sistemleri, elektrik tesisatı, izolasyon vb.) gemi denize indirildikten sonra tamamlanır. Tersanelerde imalat/üretim işleri dışında bakım onarım faaliyetleri de yapılmaktadır. Bu işlemler kapsamında; gemi sacı değişimi, periyodik bakım ve arıza onarımı faaliyetleri yapılmaktadır (Tansoy, 2017).

Gemi üretim süreci ve bakım onarım işlemleri sırasında risk yaratacak birçok çalışma yöntemi, ekipman, cihaz ve kimyasal madde kullanılmaktadır. Bunların neticesi olarak da çalışma alanı, ekipmanların neden olacağı riskler iş kazalarına neden olabilmektedir.

Tersanelerde yaşanan iş kazalarına bakıldığında kaza nedenleri; yüksekte düşme, elektrik çarpması, malzeme çarpması/düşmesi, patlama, sıkışma, diğerleri (boğulma, kalp krizi vb.) şeklinde olup özellikle yüksekte düşmeye bağlı kaza ve ölümler daha fazladır (Akyıldız ve Barlas, 2015).

Mevzuatımızda Yüksekte Çalışma **“seviye farkı bulunan ve düşme sonucu yaralanma ihtimalinin oluşabileceği her türlü alanda yapılan çalışma; yüksekte çalışma olarak kabul edilir.”** şeklinde belirtilmiştir (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı [ÇSGB], 2013).

Tersanelerde iskelede çalışma (boya, raspa vb. işler), merdivende çalışma (montaj, platformlar arası iniş çıkış vb. işler), tekne ve havuzda çalışma, teleskopik vinçte çalışma (gemi yan kısımlarında yapılan boya, raspa vb. işler) işleri yüksekte çalışma işleri olarak değerlendirilir. Yüksekte yapılan çalışmalarda karşılaşılabilecek riskler genel olarak; çalışanın düşmesi, malzemenin düşmesi, elektrik çarpması, iskelenin/merdivenin devrilmesi/yıkılması, çarpma-çarpması, statik hesaplama ve mühendislik yanlışlıkları ve meteorolojik koşullar olarak sıralanabilir (Çetinkaya, 2014). Görüldüğü üzere tersanelerde yürütülen çalışmalar sırasında özellikle çok çeşitli iş prosesleri ve çeşitli iş ekipmanları bulunmaktadır. Bu çalışmalar ve ekipmanların kullanılmasına bağlı olarak çeşitli risklerle karşılaşılması olasıyken ayrıca sağlanmakta olan çok sayıda personelinde aynı alanda bulunması tersanelerdeki risklerin daha da artmasına neden olabilmektedir.

3.Yöntem

Bu çalışmada, tersanelerde yüksekte çalışma risklerinin analiz edilmesinde kullanılacak ÇKKV yöntemi olan PROMETHEE yöntemine veri sağlanması amacıyla AHP yöntemi kullanılmıştır. PROMETHEE yöntemi diğer ÇKKV yöntemleri ile kıyaslandığında çok sayıda kriter için uygulanabilir basit bir yöntemdir (Dağdeviren ve Eraslan, 2008). PROMETHEE yöntemi alternatiflerin kısmi ve tam sıralamasını aynı anda sunarak her aşamaya müdahale edilmesine ve gözlem yapılmasına olanak sağlar. Verilerin sayısal ifadeler şeklinde olması avantaj sağlarken sayısal ifadelerle belirtilemeyen ve dilsel olarak ifade edilebilen kriter ve alternatifler dezavantajdır (Tuğrul, 2021).

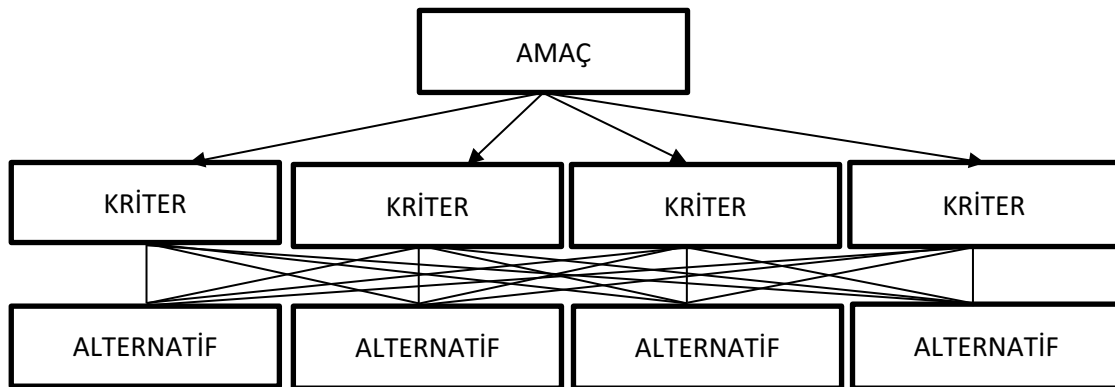
3.1. Analitik hiyerarşi prosesi (AHP)

Analitik Hiyerarşi Prosesi Myers ve Alpert (1968) tarafından ortaya atılmış bir yöntemdir. Daha sonra Saaty tarafından geliştirilmiştir (Yaralıoğlu, 2001).

AHP Aşamaları

Adım 1: Hiyerarşik Yapının Oluşturulması: Problemin çözümüne yönelik amaç belirlenir. Bu amaca ulaşabilmek için kriterler ve alternatifler belirlenerek hiyerarşik yapı oluşturulur. Uzman görüşlerine başvurularak veya literatür araştırması doğrultusunda kriter ağırlıkları belirlenir (Caner Akın vd., 2020).

Tablo 1. AHP hiyerarşi modeli



Adım 2: İkili Karşılaştırma Matrisinin Elde Edilmesi: Kriterler kendi aralarında önem değerlendirilmesi yapılarak karşılaştırılır. Bu karşılaştırmada birbirlerine göre önem dereceleri belirlenmeye çalışılır (Caner vd., 2020).

Tablo 2. Karşılaştırmada kullanılan risk dereceleri (1-9 risk skalası) (Saaty, 1980; Özbek ve Erol, 2018)

Önem Derecesi	Sınıflama Problemleri	Sıralama Problemleri
1	Eşit riskli	İki faaliyet amaca eşit düzeyde katkıda bulunur
3	Birinin diğerine göre çok az riskli olması	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine çok az derecede tercih ettirir
5	Kuvvetli derecede riskli	Tecrübe ve yargı bir faaliyeti diğerine kuvvetli bir şekilde tercih ettirir
7	Çok kuvvetli düzeyde riskli	Bir faaliyet güçlü bir şekilde tercih edilir ve baskınlığı uygulamada rahatlıkla görülür
9	Aşırı derecede riskli	Bir faaliyetin diğerine tercih edilmesine ilişkin kanıtlar çok büyük bir güvenilirliğe sahiptir
2,4,6,8	Ortalama riskli	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere yukarıda listelenen yargılar arasına düşen değerler

Adım 3: Matrisin Normalleştirilmesi: Matrisin her sütun elemanının aynı sütunun toplam değerine bölünmesiyle yapılan işlemidir (Ediz vd., 2017).

Adım 4: Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması: Normalleştirme sonrasında her satır değeri toplanarak matris boyutuna bölünerek kriter ağırlıkları bulunur.

Adım 5: Tutarlılığın Hesaplanması: Bu aşamada değerlendirme sonuçlarının tutarlılığı hesaplanır. Sonuçların tutarlı olduğunu bu değer 0.1'den küçük olmasıyla anlarız. Bu durum sağlanmazsa değerlendirme tekrar gözden geçirilmelidir (Özdemir, 2020).

Tablo 3. Tutarlılık indeks değerleri (Rassal İndeks) (Bedir ve Eren, 2015)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57

Adım 6: Nihai Önceliklere Göre Alternatiflerin Seçimi: Değerlendirme sonuçlarına göre alternatifler arasında en uygun olanı tespit edilir (Tüminçin, 2016).

3.2. PROMETHEE

Bu çalışmada, tersanelerde yüksekte çalışma risklerinin analiz edilmesi için PROMETHEE yöntemi kullanılmıştır. ÇKKV yöntemi olan PROMETHEE, 1982 yılında Jean-Pierre Brans'ın çok kriterli öncelik belirleme amaçlı geliştirdiği bir yöntemdir (Kücü, 2007). PROMETHEE yöntemi ile alternatifler arasında kısmi ve tam sıralama yapılabilmektedir (Özgüven Tayfun, 2015). Alternatifler tercih fonksiyonlarına göre değerlendirilir ve ikili karşılaştırma yapılarak kısmi ve tam öncelikleri belirlenir (Dağdeviren ve Eraslan, 2008).

PROMETHEE kullanılarak yapılmış çalışmalarda; Dağdeviren ve Eraslan (2008), çalışmada PROMETHEE yöntemi ile tedarikçi seçimi yapılmıştır. 6 kritere göre 5 alternatif tedarikçi değerlendirilmiştir. Şenkayas ve Hekimoğlu (2013), çalışmada tedarikçi seçimi probleminde PROMETHEE yöntemini kullanmışlardır. Yılmaz ve Dağdeviren (2010), çalışmada ekipman seçiminde PROMETHEE ve bulanık PROMETHEE yöntemleri kullanılmış ve karşılaştırılmıştır. Ekipmanlar için 6 kriter belirlenmiş ve 11 alternatif belirlenerek değerlendirme yapılmıştır. Özgüven Tayfun (2015), çalışmada perakendecilikte

müşterilerle iletişim yönteminin seçimi PROETHEE yöntemini kullanarak yapılmıştır. 4 kriter ve 6 alternatif üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Özdağoğlu (2013), çalışmada üretim işletmelerinde lazer kesme makinelerinin PROMETHEE yöntemi ile karşılaştırılması yapılmıştır. Mahbub vd. (2011), çalışmada iklim değişikliğinin kentsel yollardan uçucu organik bileşiklerin yıkanması üzerindeki etkilerini PROMETHEE ile değerlendirmiştir. Friend vd. (2011), Çin'in Pearl River Delta bölgesindeki uç bölgede havadaki ince parçacıkların bileşimini etkileyen etkenleri ve farklı alanlarda havanın ne kadar temiz olduğunu PROMETHEE yöntemi ile belirlemiştir. Bağcı ve Esmer (2016), çalışmada PROMETHEE yöntemi ile faktöring şirketi seçimi yapılmıştır. Bağcı ve Rençber (2014), çalışmada kamu bankaları ve halka açık özel bankaların PROMETHEE yöntemi ile karlılıklarının analizi yapılmıştır.

Bu çalışmada, tersanelerde yapılan yüksekte çalışma işlerinde oluşan riskler kriterler olarak belirlenmiştir. Riskleri ortadan kaldırmak için önlemler belirlenerek alternatifler oluşturulmuştur. Yüksekte çalışma işlerinde oluşacak risklerin öncelik sıralamasının belirlenmesi amacıyla kriterlerin ve alternatiflerin ikili olarak kıyaslanmasını sağlayacak şekilde anket oluşturulmuştur. Ankette kullanılan veriler literatür araştırması ile (Çetinkaya, 2014; İzci, 2015; Tansoy, 2017) elde edilerek Tablo 2'deki puanlama doğrultusunda ikili karşılaştırma şeklinde anket soruları haline getirilmiştir. Anketi İstanbul Tuzla bölgesi tersanelerinde iş güvenliği uzmanı olarak çalışan 5 kişi değerlendirmiştir. Anket; 26-55 yaş aralığında, ön lisans/lisans mezunu, 5-16 yıl iş güvenliği deneyimi olan A/B sınıfı İş Güvenliği Uzmanları tarafından değerlendirilmiştir. Anket Kocaeli Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Kurulu'nun 06.06.2022 tarih ve 2022/13 no'lu toplantısında alınan 2 sıra sayılı kararı ve E-10017888-200-242541 sayılı onayı ile değerlendirmeye sunulmuştur.

PROMETHEE Uygulama Adımları

PROMETHEE yöntemi 7 adımdan oluşmaktadır.

Adım 1: Karar noktaları değerlendirmede kullanılacak kriterler tanımlanır. Kriterlerin önem ağırlıkları belirlenerek veri kümesi oluşturulur. Belirlenmiş olan alternatifler, alternatif özellikleri, bu özelliklerin önem ağırlıkları ve alternatiflerin bu özelliğe göre aldıkları değerlerle veri matrisi tablosu oluşturulur. Bu veri matrisinde;

$w = \{w_1, w_2, \dots, w_k\}$ ağırlıkları,

$c = \{f_1, f_2, \dots, f_k\}$ kriterleri ve

$A = \{a, b, c, \dots\}$ alternatifleri göstermektedir (Arslan, 2018).

Tablo 4. PROMETHEE veri matrisi (Eray, 2015).

Kriterler	A	B	C	...	w
f_1	$f_1(a)$	$f_1(b)$	$f_1(c)$...	(w_1)
f_2	$f_2(a)$	$f_2(b)$	$f_2(c)$...	(w_2)
...
f_k	$f_k(a)$	f_k	$f_k(c)$...	(w_k)

Adım 2: Kriterler için tercih fonksiyonları tanımlanır.

Tercih fonksiyonunda kullanılan parametreler;

q: farksızlık değeri,

p: kesinlik değer eşliği,

s: p ve q arasındaki ara değer.

q farksızlık değeri, önemsiz görülebilecek değerlendirme faktörlerinin karar noktalarına göre en büyük fark değeri, p ise kesin tercih oluşturmak için yeterli görülecek en küçük farkı gösterir (Arslan, 2018).

Tablo 5. Tercih fonksiyonları (Brans ve Vincke 1985; Özdağoğlu, 2013).

Tip	Parametreler	Fonksiyon
Birincil Tip (Olağan)	-	$P(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1, & x > 0 \end{cases}$
İkinci Tip (U Tipi)	l	$P(x) = \begin{cases} 0, & x \leq l \\ 1, & x > l \end{cases}$
Üçüncü Tip (V Tipi)	m	$P(x) = \begin{cases} x/m, & x \leq m \\ 1, & x > m \end{cases}$
Dördüncü Tip (Seviyeli)	q, p	$P(x) = \begin{cases} 0, & x \leq q \\ 1/2, & q \leq x \leq q + p \\ 1, & x > q + p \end{cases}$
Beşinci Tip (Doğrusal/Lineer)	s, r	$P(x) = \begin{cases} 0, & x \leq s \\ (x - s)/r, & s \leq x \leq s + r \\ 1, & x > s + r \end{cases}$
Altıncı Tip (Gaussian)	σ	$P(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1 - e^{-x^2 / 2\sigma^2}, & x \geq 0 \end{cases}$

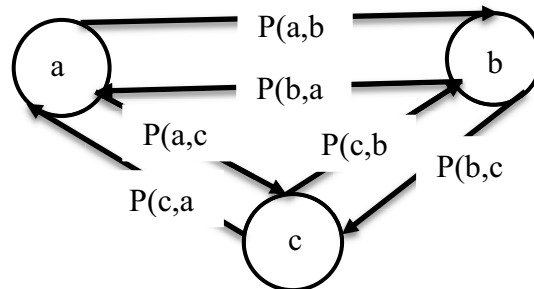
Buradaki x değeri değerlendirme faktörü açısından iki karar noktası değerleri arasındaki farktır.

Birinci Tip (Olağan) tercih fonksiyonu: Değerlendirme faktörü açısından herhangi bir tercih söz konusu değilse seçilecek tercih fonksiyonudur.

İkinci Tip (U Tipi) tercih fonksiyonu: Değerlendirme faktörü açısından belirlenen bir değer üstünde değere sahip karar noktalarından yana tercih kullanılmak isteniyorsa seçilecek tercih fonksiyonudur.

Üçüncü Tip (V Tipi) tercih fonksiyonu: Değerlendirme faktörü açısından ortalamanın üstünde değere sahip karar noktalarından yana tercih kullanılmak isteniyor ancak bu değer altındaki değerleri de ihmal edilmek istenmiyorsa seçilecek tercih fonksiyonudur.

Tablo 6. Ortak tercih fonksiyonlarının şematik gösterimi (Eray, 2015).



Dördüncü Tip (Seviyeli) tercih fonksiyonu: Bir değerlendirme faktörü açısından tercih belirli bir değer aralığına göre belirlenecekse seçilecek tercih fonksiyonudur.

Beşinci Tip (Doğrusal/Linear) tercih fonksiyonu: Bir değerlendirme faktörü açısından ortalamanın üstünde bir değere sahip karar noktalarından yana tercih kullanılacaksa seçilecek tercih fonksiyonudur.

Altıncı Tip (Gaussian) tercih fonksiyonu: Tercihle değerlendirme faktörü değerlerinin ortalamadan sapma değerleri belirleyici ise seçilecek tercih fonksiyonudur (Şenkayas ve Hekimoğlu 2013).

Adım 3: Tercih fonksiyonları ile alternatif çiftleri için ortak tercih fonksiyonları belirlenir.

Adım 4: Her bir alternatif çifti için tercih indeksleri belirlenir.

Adım 5: Alternatiflerin pozitif ve negatif üstünlükleri hesaplanır.

Adım 6: Kısmi öncelikler belirlenir.

Adım 7: Alternatifler için tam öncelikler hesaplanır.

4. Bulgular

Bu çalışmada, tersanelerde yüksekte çalışma risklerinin AHP tabanlı PROMETHEE ile analiz edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada kullanılan yüksekte çalışma riskleri literatürden (Çetinkaya, 2014; İzci, 2015; Tansoy, 2017) ve uzman görüşlerine başvurularak elde edilmiştir.

Tersanelerde yapılan iskelede çalışma, merdivende çalışma, tekne veya havuzda çalışmaya ve teleskopik vinçte çalışma işleri yüksekte yapılan işler olarak değerlendirilmektedir. Bu işlerin yapımı sırasında; çalışanın düşmesi, malzemenin düşmesi, elektrik çarpması, iskelenin/merdivenin devrilmesi/yıkılması, çarpma-çarpışma, statik hesaplama ve mühendislik yanlışlıkları, meteorolojik koşullar risk kriterleri için Çetinkaya (2014) çalışmasından faydalanılmıştır. İskelenin/merdivenin devrilmesi/yıkılması, elektrik çarpması, çarpma-çarpışma risk kriterleri için İzci (2015), elektrik çarpması, çalışanın düşmesi, iskelenin/merdivenin devrilmesi/yıkılması, malzeme düşmesi risk kriterleri için de Tansoy (2017) çalışmasından faydalanılmıştır.

Çalışma kapsamında tersanelerde yüksekte çalışma riskleri “*çalışanın düşmesi, malzemenin düşmesi, elektrik çarpması, iskelenin/merdivenin devrilmesi/yıkılması, çarpma-çarpışma, statik hesaplama ve mühendislik yanlışlıkları, meteorolojik koşullar*” olmak üzere yedi kriter belirlenmiştir.

Kriterlerin altında *denetim ve bakım, eğitim, kişisel koruyucu tedbirler ve toplu koruma yöntemleri* alternatifleri için değerlendirme yapılmıştır.

Belirlenen kriterler şu şekildedir:

Çalışanın Düşmesi (ÇD): İskele, merdiven, teleskopik vinç vb. yüksekte çalışma noktalarına erişim veya çalışma sırasında düşme,

Malzemenin Düşmesi (MD): İskele, merdiven, teleskopik vinç vb. yüksekte çalışma noktalarına erişim sırasında veya çalışırken kullanılacak malzeme, el aletleri vb. malzemenin düşmesi,

Elektrik Çarpması (EÇ): Elektrik işleri sırasında, iskelede çalışırken oluşacak kaçaklardan dolayı, iskele veya merdivende yapılan elektrik ark kaynağı çalışmasında oluşabilecek elektrik çarpmasını ve bunun sonucunda çalışanın yüksekte düşmesi,

İskelenin/Merdivenin Devrilmesi/Yıkılması (İMDY): İskelelin/merdivenin düzgün kurulmaması, iskele/merdivenin sabitlenmemesi, iskelenin uzman kişilerce kurulmaması, hareketli iskelelerin kendiliğinden hareketin önlenmemesi, kötü hava şartları vb. durumlardan dolayı iskelenin/merdivenin devrilmesi/yıkılması ve bunun sonucunda çalışanın yüksekte düşmesi,

Çarpma-Çarpışma (ÇÇ): Hareket halindeki veya sabit cisme çarpma ya da cisimle çarpışmayı,

Statik Hesaplama ve Mühendislik Yanlışlıkları (SHMY): İskelenin kurulumunda ve kontrolünde yapılan hesaplama hataları,

Meteorolojik Koşullar (MK): Yüksekte çalışma şartlarını olumsuz etkileyecek rüzgâr, kar yağışı, don vb. kötü hava koşullarıdır.

Belirlenen Alternatifler şu şekildedir:

Denetim ve Bakım (DB): Denetim, çalışma şartlarının, çalışanların, saha koşullarının vb. uygunluklarının yerinde gözlemlenmesini ifade eder. Bakım, ekipman, malzeme, sistem vb. düzenli bakımlarının yapılmasını ifade eder

Eğitim (E): Çalışanların alması gereken iş sağlığı ve güvenliği, yüksekte çalışma, kişisel koruyucu kullanımı, iş ekipmanı kullanımı, iskelede çalışma, merdiven kullanımı vb. eğitimleri ifade eder.

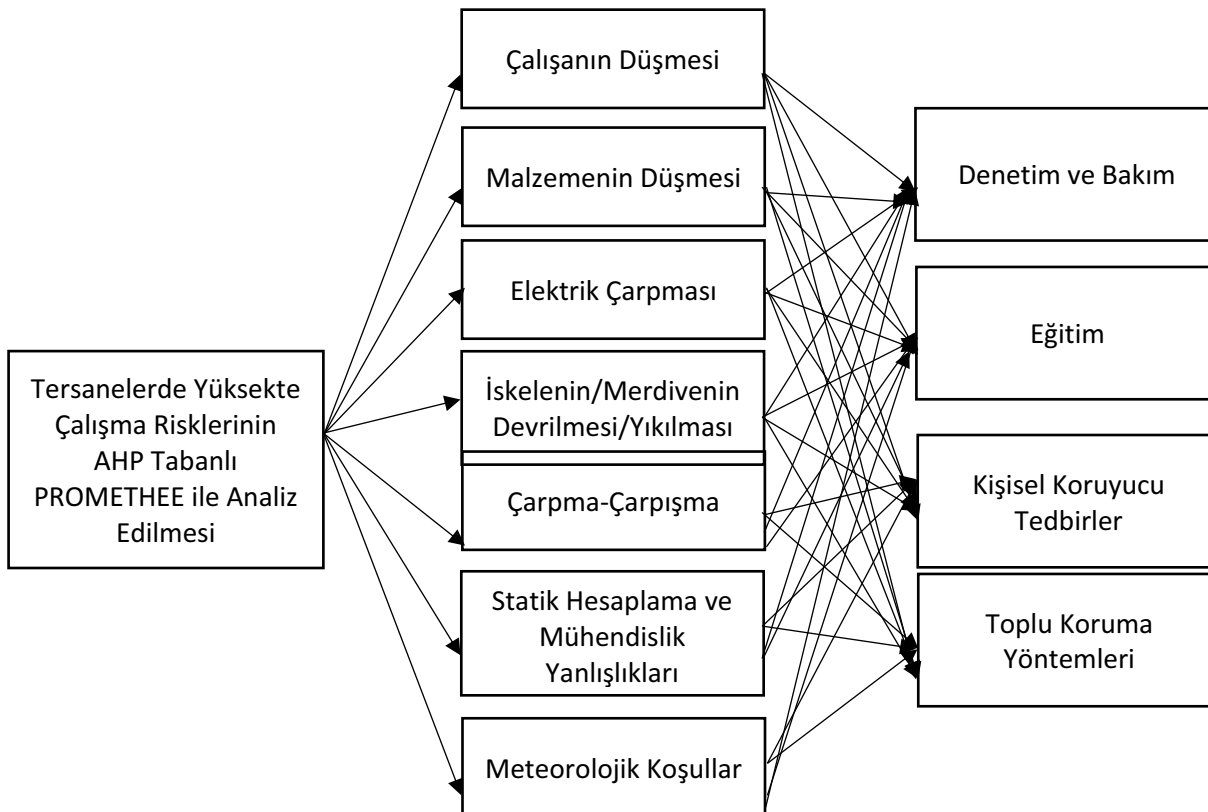
Kişisel Koruyucu Tedbirler (KKT): Emniyet kemeri, baret, eldiven, iş ayakkabısı vb. çalışanı bireysel olarak koruyacak tedbirleri ifade eder.

Toplu Koruma Yöntemleri (TKY): Korkuluk sistemleri, güvenlik ağı vb. koruma yöntemlerini ifade eder.

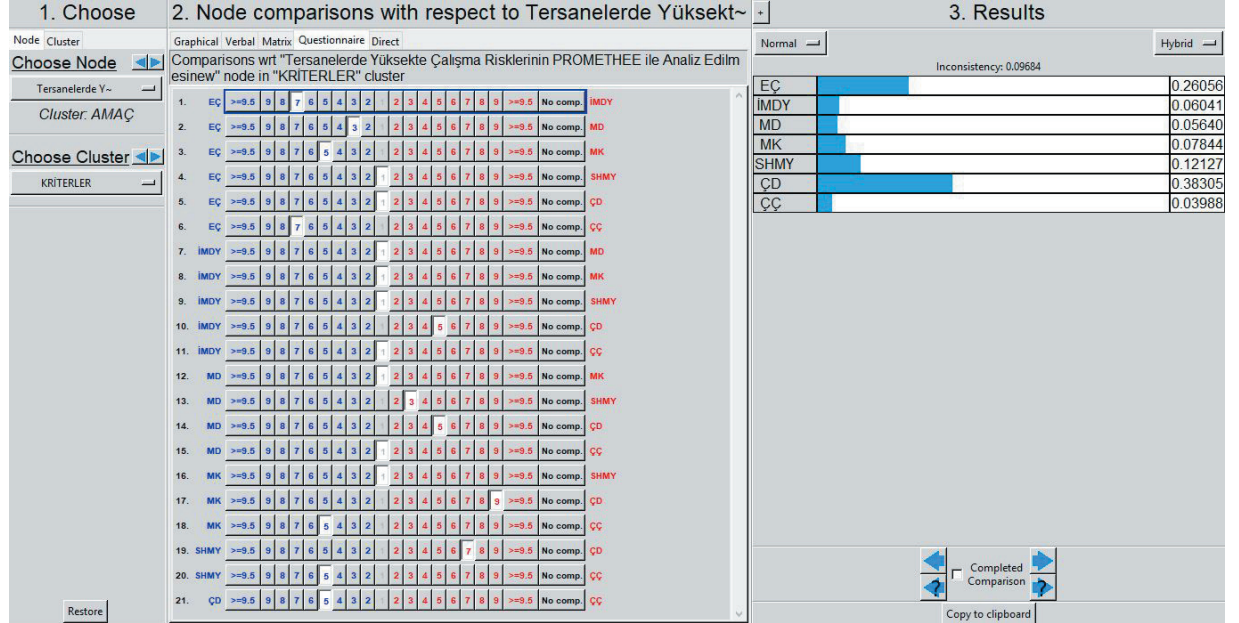
4.1 AHP çözümü

Literatür incelemesi sonrası (Çetinkaya, 2014; İzci, 2015; Tansoy, 2017) elde edilen kriterlere göre oluşturulan hiyerarşik yapı Tablo 7’de gösterilmektedir. Tablo 7 incelendiğinde hiyerarşik yapının ilk aşaması olan amacın tersanelerde yüksekte çalışma risklerinin AHP tabanlı PROMETHEE ile analiz edilmesi, daha sonraki kısımda ise yüksekte çalışma riskleri ve son kısımda da risklerin ortadan kaldırılması için belirlenmiş olan alternatifler yer almaktadır.

Tablo 7. Hiyerarşik yapı

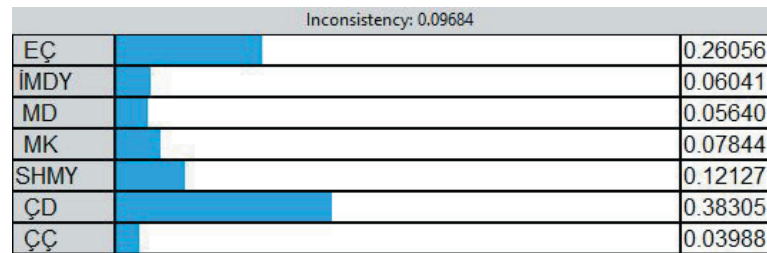


Kriterlerin birbirlerine göre risk derecelerinin belirlenmesinde Tablo 2’de gösterilen 1-9 karşılaştırma puanları kullanılarak anket hazırlanmış ve tersanede A/B sınıfı iş güvenliği uzmanı olarak çalışan, 36 yaş ortalaması olan ve 5, 6, 7, 11 ve 16 yıl işyeri tecrübesine sahip 5 kişinin değerlendirmesine göre belirlenmiştir. Ankete katılım sağlayanlara mail yoluyla ulaşılarak iletişim kurulmuştur. Hesaplamalar anket verilerinin AHP yöntemi ile işlem yapan Super Decisions 2.1 programına girilmesi ile yapılmıştır. Kriterlerin ve alternatiflerin Super Decisions 2.1 ile ikili karşılaştırması Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Kriterlerin ikili karşılaştırması

Uzman görüşleri sonucunda ortaya çıkan ikili karşılaştırma sonucu doğrultusunda kriterler arasında çalışanın düşmesi (ÇD) risk kriterinin yüksekte çalışma riskleri arasında en yüksek risk olduğu sonucu çıkmıştır. Karşılaştırma sonucuna göre çarpma-çarpışma (ÇÇ) riskinin ise en düşük risk olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Şekil 2’de görüldüğü gibi tutarlılık oranı 0.09684 şeklinde tespit edilmiştir.



Şekil 2. Kriterlerin ağırlık oranları ve tutarlılık oranı

Şekil 2 incelendiğinde; yüzdesel olarak %38.3 ile çalışanın düşmesi (ÇD) en yüksek orana sahip olan kriter olarak çıkmıştır. Malzeme düşmesinin de %3.99 ile en düşük orana sahip kriter olduğu ortaya çıkmıştır.

Alternatiflerin kriterlere göre ikili karşılaştırma sonucu Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8 incelendiğinde kriterlerin her bir alternatifin iki karşılaştırması sonucunda çalışanın düşmesi (ÇD) kriteri için 0.35005 oran ile toplu koruma yöntemleri (TKY) en yüksek orana sahip alternatif, 0.12315 oran ile denetim ve bakım (DB) en düşük orana sahip alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Malzeme düşmesi (MD) kriteri için 0.50441 oran ile toplu koruma yöntemleri (TKY) en yüksek orana

sahip alternatif, 0.07981 oran ile eğitim (E) en düşük orana sahip alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Elektrik çarpması (EÇ) kriteri için 0.38895 oran ile eğitim (E) en yüksek orana sahip alternatif, 0.12965 oran ile denetim ve bakım (DB) en düşük orana sahip alternatif olarak ortaya çıkmıştır. İskelenin/merdivenin devrilmesi/yıkılması (İMDY) kriteri için 0.33101 oran ile eğitim (E) en yüksek orana sahip alternatif, 0.18759 oran ile denetim ve bakım (DB) en düşük orana sahip alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Çarpma-çarpışma kriteri için 0.33101 oran ile kişisel koruyucu tedbirler (KKT) en yüksek orana sahip alternatif, 0.18759 oran ile denetim ve bakım (DB) en düşük orana sahip alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Statik hesaplama ve mühendislik yanlışlıkları kriteri için 0.53953 oran ile denetim ve bakım (DB) en yüksek orana sahip alternatif, 0.12049 oran ile eğitim (E) en düşük orana sahip alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Meteorolojik koşullar kriteri için 0.35005 oran ile kişisel koruyucu tedbirler (KKT) en yüksek orana sahip alternatif, 0.12315 oran ile denetim ve bakım (DB) en düşük orana sahip alternatif olarak ortaya çıkmıştır.

Tablo 8. Kriterler için alternatiflerin ikili karşılaştırması

Alternatifler Kriterler	Denetim ve Bakım	Eğitim	Kişisel Koruyucu Tedbirler	Toplu Koruma Yöntemleri
Çalışanın Düşmesi	0.12315	0.23452	0.29228	0.35005
Malzemenin Düşmesi	0.32019	0.07981	0.09558	0.50441
Elektrik Çarpması	0.12965	0.38895	0.30312	0.17829
İskelenin/Merdivenin Devrilmesi/Yıkılması	0.18759	0.33101	0.24070	0.24070
Çarpma-Çarpışma	0.18759	0.24070	0.33101	0.24070
Statik Hesaplama ve Mühendislik Yanlışlıkları	0.53953	0.12049	0.15017	0.18981
Meteorolojik Koşullar	0.12315	0.29228	0.35005	0.23452

Alternatiflerin ağırlık oranları Şekil 3'te verilmiştir.

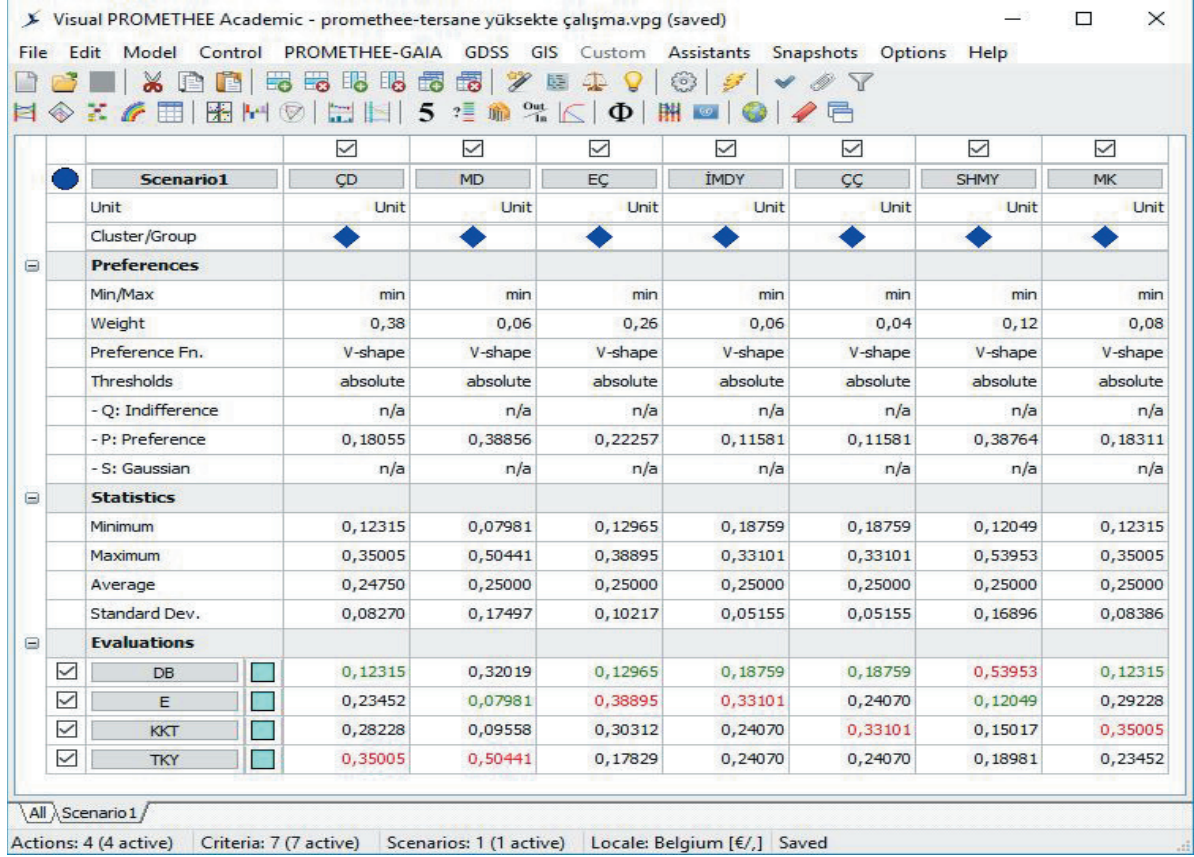
Name	Normalized by Cluster	Limiting
DB	0.19291	0.096455
E	0.26281	0.131405
KKT	0.26974	0.134869
TKY	0.27454	0.137270

Şekil 3. Alternatiflerin ağırlık oranı

Şekil 3 incelendiğinde alternatifler arasında en yüksek oran 0.27454 ile TKY olarak belirtilmiş olan *Toplu Koruma Yöntemleri* çıkmıştır. Diğer alternatifler; *Kişisel Koruyucu Tedbirler (KKT)* 0.26974, *Eğitim (E)* 0.26281 ve *Denetim ve Bakım (DB)* 0.19291 şeklinde sıralanmışlardır.

4.2 PROMETHEE Çözümü

PROMETHEE yöntemi ile yapılan çözümde, anket çalışması verilerine göre AHP yöntemi ile hesaplanan kriter ağırlıkları ve ikili karşılaştırma verileri Visual PROMETHEE programına girilerek sonuca ulaşılmıştır. Veri girişleri Şekil 4'te gösterilmiştir.

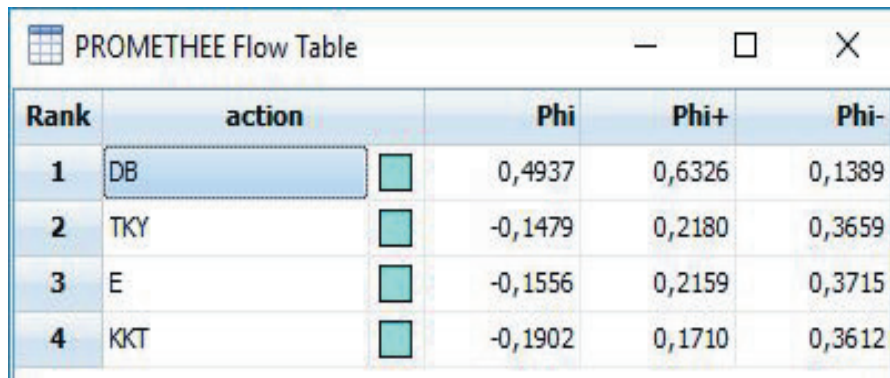


Scenario1	CD	MD	EÇ	İMDY	ÇÇ	SHMY	MK
Unit	Unit	Unit	Unit	Unit	Unit	Unit	Unit
Cluster/Group							
Preferences							
Min/Max	min	min	min	min	min	min	min
Weight	0,38	0,06	0,26	0,06	0,04	0,12	0,08
Preference Fn.	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
- P: Preference	0,18055	0,38856	0,22257	0,11581	0,11581	0,38764	0,18311
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Statistics							
Minimum	0,12315	0,07981	0,12965	0,18759	0,18759	0,12049	0,12315
Maximum	0,35005	0,50441	0,38895	0,33101	0,33101	0,53953	0,35005
Average	0,24750	0,25000	0,25000	0,25000	0,25000	0,25000	0,25000
Standard Dev.	0,08270	0,17497	0,10217	0,05155	0,05155	0,16896	0,08386
Evaluations							
DB	0,12315	0,32019	0,12965	0,18759	0,18759	0,53953	0,12315
E	0,23452	0,07981	0,38895	0,33101	0,24070	0,12049	0,29228
KKT	0,28228	0,09558	0,30312	0,24070	0,33101	0,15017	0,35005
TKY	0,35005	0,50441	0,17829	0,24070	0,24070	0,18981	0,23452

Şekil 4. Visual PROMETHEE programı veri girişleri

Şekil 4'te gösterildiği üzere kriterlerin tercih yönleri ve tercih fonksiyonları belirlenmiştir. Bütün kriterler için ortalamanın altında kalan değerler de dikkate alınmak istendiği için tercih fonksiyonu Üçüncü Tip (V Tipi) fonksiyon seçilmiştir. Tercih yönleri de minimum olarak seçilmiştir.

Veriler programa girildikten sonra pozitif, negatif ve net üstünlük hesaplama sonuçları Şekil 5'te gösterilmiştir.

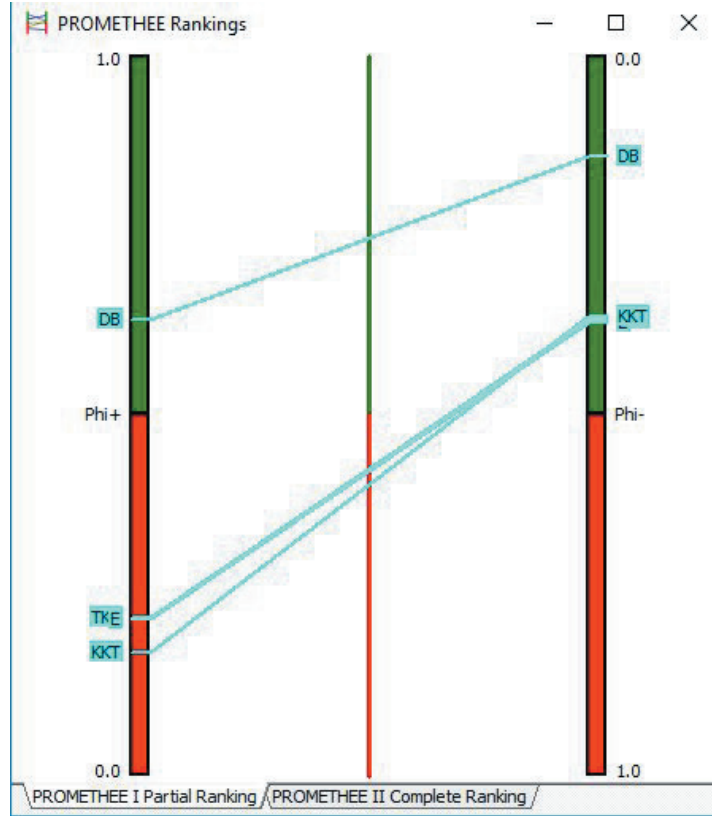


Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	DB	0,4937	0,6326	0,1389
2	TKY	-0,1479	0,2180	0,3659
3	E	-0,1556	0,2159	0,3715
4	KKT	-0,1902	0,1710	0,3612

Şekil 5. PROMETHEE üstünlük değerleri

Şekil 5 incelendiğinde pozitif (Phi+), negatif (Phi-) ve aradaki farklarından oluşan net üstünlük (Phi) değerlerinden net üstünlük değeri olarak 0.4937 oranı ile denetim ve bakım (DB) alternatifi ortaya çıkmaktadır. Diğerleri de sırasıyla toplu koruma yöntemleri TKY), eğitim (E) ve kişisel koruyucu tedbirler olarak sıralanmaktadır.

PROMETHEE I yöntemi ile belirlenen kısmi öncelikler Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. PROMETHEE I kısmi öncelikler

PROMETHEE I kısmi öncelik sıralamasına göre DB (Denetim ve Bakım) en iyi alternatif çıkmıştır. Diğerleri; KKT (Kişisel Koruyucu Tedbirler)TKY, (Toplu Koruma Yöntemleri), E (Eğitim) ve şeklinde sıralanmıştır.

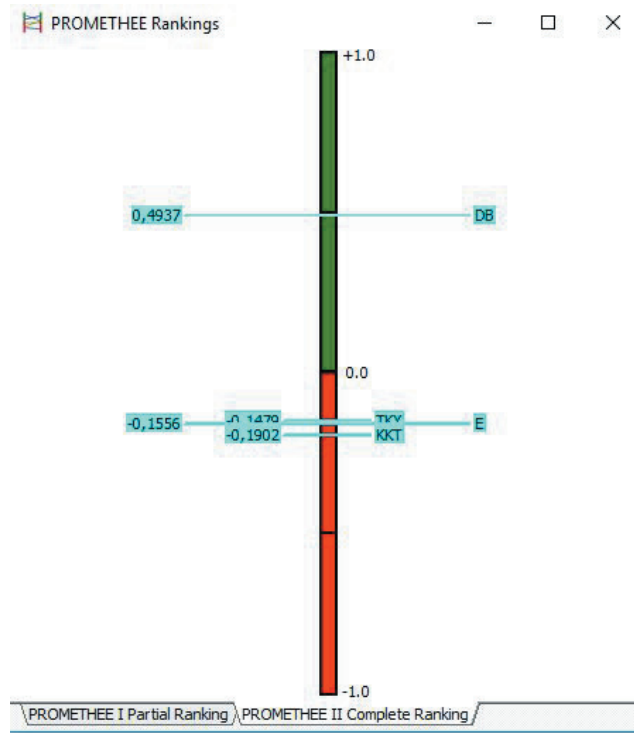
PROMETHEE II yöntemi ile belirlenen tam öncelikler Şekil 7'de gösterilmiştir.

PROMETHEE II tam öncelik sıralamasına göre DB (Denetim ve Bakım) en iyi alternatif çıkmıştır. Diğerleri; TKY (Toplu Koruma Yöntemleri), E (Eğitim) ve KKT (Kişisel Koruyucu Tedbirler) şeklinde sıralanmıştır.

5. Tartışma ve sonuç

Deniz taşımacılığı özellikle uluslararası taşımacılıkta önemli bir yere sahiptir. Bu bakımdan tersanelerin dünya ticaret hacmine katkısı çok önemli seviyededir. Tersaneler; gemi üretimi, bakım, söküm, tamir faaliyetlerinin yapıldığı, malzeme tedariki ve nakledilmesi işlerinin yoğun olduğu, çalışan sayısının çok fazla olduğu ve bu durumun çok hareket kattığı birçok iş kolunun aynı anda, aynı alanda çalışma yapmak durumunda olduğu çok tehlikeli bir iş koludur. Bu durum da beraberinde çalışma şekli, çalışılan makine ve ekipman kaynaklı birçok risk ortaya çıkarmaktadır. Özellikle gemi boyutlarından kaynaklanan seviye farklarının olması çalışmaların belli bir seviyenin üzerinde yapılmasını zorunlu hale

getirmektedir. Bu durum da yüksekte çalışma risklerini ortaya çıkarmaktadır. Tersanelerde iskelede çalışma, merdivende çalışma, tekne ve havuzda çalışma, teleskopik vinçte çalışma işleri genel olarak yüksekte yapılan çalışmalardır. Bu çalışmada tersanelerde yüksekte çalışma riskleri ve alınacak önlemler çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP tabanlı PROMETHEE ile analiz edilmiştir. Çalışmada, “çalışanın düşmesi, malzemenin düşmesi, elektrik çarpması, iskelenin/merdivenin devrilmesi/yıkılması, çarpma-çarpışma, statik hesaplama ve mühendislik yanlışlıkları ve meteorolojik koşullar” olmak üzere 7 kriter ve “bakım ve denetim, eğitim, kişisel koruyucu tedbirler, toplu koruma yöntemleri” gibi 4 önleyici tedbir de alternatifler olarak belirlenmiştir.



Şekil 7. PROMETHEE II tam öncelikler

Kriterleri kendi aralarında ve alternatifleri her kriter için ikili olarak karşılaştıracak şekilde anket oluşturulmuştur. Tuzla Tersaneler Bölgesinde iş güvenliği uzmanı olarak görev yapan 5 kişinin değerlendirmeleri AHP yöntemi ile işlem yapan Super Decisions v2.1 paket programına işlenerek kriter ağırlıkları bulunmuştur. Çıkan sonuçlara göre en yüksek ağırlığa sahip olan kriter “çalışanın düşmesi” olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç doğrultusunda, yüksekte çalışma risklerini önlemeye yönelik yapılacak çalışmaların çalışan odaklı olması gerektiğini göstermektedir. Diğer kriterler ise en yüksekten düşük olana doğru “elektrik çarpması, statik hesaplama ve mühendislik yanlışlıkları, meteorolojik koşullar, iskelenin/merdivenin devrilmesi/yıkılması, malzeme düşmesi, çarpma-çarpışma” şeklinde sıralanmıştır. Elektrik çarpması diğerlerine göre ön plana çıkmıştır. Dolayısıyla elektrik çalışmaları ile ilgili risklerin detaylandırılarak doğru önlemlerin alınması sürecin kazasız ilerlemesini sağlayacaktır.

AHP yöntemiyle Super Decisions 2.1 kullanılarak elde edilen veriler PROMETHEE yöntemi ile çözüm yapan Visual PROMETHEE programına işlenerek alternatiflerin nihai sıralaması belirlenmiştir. Tam öncelik sıralamasına göre DB (Denetim ve Bakım) en iyi alternatif olarak tespit edilmiştir. Diğerleri; TKY (Toplu Koruma Yöntemleri), E (Eğitim) ve KKT (Kişisel Koruyucu Tedbirler) şeklinde sıralanmıştır. Çalışmadaki amaca ulaşabilmek için alternatifler önemlidir. Öncelik sırasında ilk sırada olan denetim ve bakım diğerleri için de uygulanabilirlik ve süreklilik sağlayacaktır.

Çalışmada elde edilen sonuçlara benzer olarak; Barlas ve Çelebi (2014), çalışmada 2000-2013 yılları arasında meydana gelen ölümlü kazaların %37,8'ini yüksekten düşme sonucu meydana geldiği tespit edilmiştir. Tezdoğan ve Taylan (2009), çalışmada 2000 yılı ile 2008 yılı haziran ayı sonuna kadarki süreçte Tuzla tersanelerinde ölümle sonuçlanan iş kazalarının %34'ünün yüksekten düşme nedeniyle meydana geldiği tespit edilmiştir. Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) 2021 istatistik verilerine göre yüksekten düşme sonucu yaşanan iş kazası sayısı 74.472 ve bu kazalar sonucu hayatını kaybedenlerin sayısı 221 olarak açıklanmıştır (SGK, 2022). Bu çalışmada belirli yüksekte çalışma risklerinin analizi yapılmış ve yüksekten düşmeyi önleyecek alternatifler (önlemler) belirlenmeye çalışılmıştır.

Sonuç olarak, yüksekte çalışma risklerinin en önemlisinin çalışanın düşmesi olduğu söylenebilir. Çalışanın düşmesini önleyecek mevzuata uygun korkuluk sistemi, güvenlik ağı, zemin kapakları gibi tedbirlerin alınmasına öncelik verilmelidir. Denetim ve bakımların sürekliliği sağlanarak riskler bertaraf edilmelidir. Bu çalışmanın kısıtı, tersanelerde yüksekte çalışma risklerinin ve alternatiflerinin amaç hiyerarşisinde belirtildiği şekilde AHP ve PROMETHEE yöntemleri kullanılarak ele alınmış olmasıdır. Dolayısıyla farklı faktörlerin ve alternatiflerin farklı yöntemlerle değerlendirilmesiyle farklı sonuçlar elde edilebilir. Buna göre ileride çalışmalarda tersanelerde yüksekte çalışma riskleri olarak farklı kriterler ve alternatiflerin farklı yöntemlerle ele alınması araştırmacılara önerilmektedir.

Referanslar

Abd Rahman, S. H. S. and Daud, M. Y. M. (2021). Awareness of personal protective equipment compliance in shipyard industry. *Politeknik & Kolej Komuniti Journal of Life Long Learning*, 5(1), 79-90.

Acuner, O., and Cebi, S. (2016). An effective risk-preventive model proposal for occupational accidents at shipyards. *Brodogradnja: Teorija i praksa brodogradnje i pomorske tehnike*, 67(1), 67-84.

Akyıldız, H., and Barlas, B., (2015). Tersanelerde iş sağlığı ve güvenliği yönünden risk analizi yöntemleri, teknik rapor, İstanbul Teknik Üniversitesi, Gemi ve Deniz Teknolojisi Mühendisliği Bölümü, DEN 2015/02, 12.

Arslan, R. (2018). Çok kriterli karar verme yöntemlerinin karşılaştırılması ve bütünleştirilmesi: OECD verileri üzerine bir uygulama. *Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas*, 513157.

Bağcı, H., ve Esmer, Y. (2016). PROMETHEE yöntemi ile faktoring şirketi seçimi. *Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(2), 116-129.

Bağcı, H., ve Rençber, Ö. F. (2014). Kamu bankaları ve halka açık özel bankaların PROMETHEE yöntemi ile kârlılıklarının analizi. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1), 39-47.

Bakacak, M. (2007). Gemi inşa ve onarım faaliyetlerinde meydana gelen kazaların analizi. *Tezsiz Yüksek Lisans Projesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir*, 205289.

Barlas, B., ve Çelebi, U. B. (2014). Gemi inşa sektöründe iş kazaları. *Gemi Mühendisleri Odası Gemi ve Deniz Teknolojisi Dergisi*, 202, 28-39.

Bedir, N., ve Eren, T. (2015). AHP-PROMETHEE yöntemleri entegrasyonu ile personel seçim problemi: perakende sektöründe bir uygulama. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 4(4), 46-58.

Brans, J. P., and Vincke, P. (1985). Note—A preference ranking organisation method: (the promethee method for multiple criteria decision-making). *Management science*, 31(6), 647-656.

Caner Akın, G. (2020). İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirme süreci için yeni bir yaklaşım: Tersane işletmelerinde uygulama. Doktora Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, 627700.

Caner Akın, G., Eren, Ö., Oral, H. V., ve Heperkan, H. A. (2020). Yeni bir risk değerlendirme yöntemi ile tersane işletmelerinin sınıflandırılması. *Business & Management Studies: An International Journal*, 8(1), 232-254.

Çetinkaya, O. (2014). Tersanelerde iş güvenliği analizi (JSA). Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 384892.

ÇSGB (2013). Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği.

Dağdeviren, M. ve Eraslan, E., (2008). PROMETHEE sıralama yöntemi ile tedarikçi seçimi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(1), 70.

Ediz, A., Yıldızbaşı, A. ve Baytemur E., (2017). İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi performans göstergelerinin AHP ile değerlendirilmesi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, (62), 275-294, DOI: 10.9761/JASSS7227.

Eray, E. (2015). İnşaat sektöründe tedarikçi seçiminde kullanılan çok amaçlı karar destek yöntemlerinin karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 389210.

Friend, A. J., Ayoko, G. A., and Guo, H. (2011). Multi-criteria ranking and receptor modelling of airborne fine particles at three sites in the Pearl River Delta region of China. *Science of the total environment*, 409(4), 719-737.

Güler, A., (2015). Gemi bakım onarım sektöründe kimyasal risk değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 416962.

Gündoğdu, F. K., ve Seyfi-Shishavan, S. A. (2021). Occupational Risk Assessment Using Spherical Fuzzy Safety and Critical Effect Analysis for Shipyards. *Journal of ETA Maritime Science*, 9(2), 110-119.

İzci, F. B. (2015). Gemi inşaatı sanayinde iş kazaları ve analizi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 421129.

Kücü, H., (2007). PROMETHEE sıralama yöntemi ile personel seçimi ve bir işletmede uygulanması. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 201059.

Liu, Y., Ma, X., Qiao, W., Luo, H., ve He, P. (2021). Human factor risk modeling for shipyard operation by mapping fuzzy fault tree into Bayesian network. *International journal of environmental research and public health*, 19(1), 297.

Mahbub, P., Goonetilleke, A., Ayoko, G. A., and Egodawatta, P. (2011). Effects of climate change on the wash-off of volatile organic compounds from urban roads. *Science of the Total Environment*, 409(19), 3934-3942.

Özbek, A. ve Erol E. (2018). AHS ve SWARA yöntemleri ile yem sektöründe iş sağlığı ve güvenliği kriterlerinin ağırlıklandırılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20(2), 51-66.

Özdağoğlu, A. (2013). Üretim işletmelerinde lazer kesme makinelerinin PROMETHEE yöntemi ile karşılaştırılması. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 9(19), 305-318.

Özdemir, Y. (2020). İnovasyon odaklı girişimlerin desteklediği teknoparkların kuruluş yeri seçiminde etkili olan değişkenlerin AHP ile önem katsayılarının belirlenmesi. *Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi*, 4(1), 74-83.

Öngül, M. (2014). Gemi inşa ve onarım faaliyetlerini yürüten bir işletmeye ait iş kazalarının analizi. Yüksek Lisans Tezi, Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 377109.

Özgüven Tayfun, N. (2015). Perakendecilikte müşterilerle iletişim yönteminin seçimi: PROMETHEE karar tekniği ile bir uygulama. *Yakın Doğu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(2), 150-180.

Sosyal Güvenlik Kurumu, İstatistik Bilgi Sistemi. <https://www.sgk.gov.tr/Istatistik/Yillik/fcd5e59b-6af9-4d90-a451-ee7500eb1cb4> [Online] [Erişim 13.11.2022].

Şenkayas, H., ve Hekimoğlu, H. (2013). Çok kriterli tedarikçi seçimi problemine PROMETHEE yöntemi uygulaması. *Verimlilik Dergisi*, (2), 63-80.

Tansoy, R.T. (2017). Tersanelerde iş kazalarının önlenmesinde alınması gereken tedbirler ve risk analizi. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 474064.

Taylan, M. (2008). Tersanelerde meydana gelen iş kazaları ve iş güvenliği, Gemi İnşaatı ve Deniz Teknolojileri Teknik Kongresi, İstanbul, Türkiye, 24-25 Kasım 2008.

Tezdoğan, T., ve Taylan, M. (2009). Tersanelerdeki iş kazalarının istatistikî olarak incelenmesi, *GMO Journal of Ship and Marine Technology*, 180, 10-16, ISSN 1300-1973.

Tuğrul, F. (2021). Sezgisel bulanık mantığın çok kriterli karar verme sürecinde yeni bir yöntem ile uygulanması. Doktora Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, 666896.

Tüminçin, F. (2016). AHP ile bir karar destek sistemi oluşturulması: Bir üretim işletmesinde uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bartın, 443093.

Wulandari, K. N., Tualeka, A. R., Widajati, N., and Fitri, N. (2018). Risk assessment on hull painting process at shipyard. *KnE Life Sciences*, 30-45.

Yaralıoğlu, K. (2001). Performans değerlendirmede AHP. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16 (1), 129-142.

Yavuz, K. (2012). Tersanelerde kazaların önlenmesi ve iş güvenliği: tuzla tersaneleri. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 321662.

Yılmaz, A. I., Yılmaz, F., and Celebi, U. B. (2015). Analysis of shipyard accidents in Turkey. *British Journal of Applied Science & Technology*, 5(5), 472.

Yılmaz Kaya, B., ve Dağdeviren, M. (2010). Ekipman seçimi probleminde PROMETHEE ve bulanık PROMETHEE yöntemlerinin karşılaştırmalı analizi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 25(4), 811-826.

Yorulmaz, M., ve Öztürk, M. A. (2022). Tersanelerdeki İş Kazası Nedenlerinin Önem Düzeylerine Göre Belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (41), 132-143.



Yorulmaz, M., ve Yanık, D. A. (2021). Gemi kaptanlarının yönetici kriterlerinin belirlenmesi. Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi, 2021:07 (02), 53-66, e-ISSN: 2146-8494.

Zaman, M. B., Pitana, T., and Septianto, A. B. (2019). Identification of occupational accident relations of shipyard labour in terms of individual and workplace factors. International Journal of Marine Engineering Innovation and Research, 3(4).