

**Citation:** Caner Akın G. & Eren Ö. & Oral H.V. & Heperkan H.A. (2020), Yeni Bir Risk Değerlendirme Yöntemi İle Tersane İşletmelerinin Sınıflandırılması, BMIJ, (2020), 8(1): 232-254 doi: <http://dx.doi.org/10.15295/bmij.v8i1.1349>

## YENİ BİR RİSK DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ İLE TERSANE İŞLETMELERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Güfte CANER AKIN<sup>1</sup>

Özge EREN<sup>2</sup>

Hasan Volkan ORAL<sup>3</sup>

Hasan Alpaya HEPERKAN<sup>4</sup>

Received Date (Başvuru Tarihi): 29/11/2019

Accepted Date (Kabul Tarihi): 21/01/2020

Published Date (Yayın Tarihi): 25/03/2020

### ÖZ

Gemi inşa sektörü karmaşık yapısı ile yüksek alanlarda çalışma, tehlikeli kimyasallar kullanımı gibi özelliklerinden dolayı iş sağlığı ve güvenliği açısından önemli riskler barındırmaktadır. Ülkemizdeki risk analiz yöntemlerinin genellikle uzman görüşlerine dayanması nedeniyle aynı konuda farklı sonuçlar ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenle tersaneler için gerçekçi ve tutarlı bir risk analiz yöntemine ihtiyaç vardır. Yapılan bu çalışma ile tersanelerin iş sağlığı ve güvenliği risk analizinde kullanılmak üzere Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemi dikkate alınarak bir analiz yöntemi oluşturulmuştur. Çalışmada Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) katsayıları L-Tipi (5x5) Risk Değerlendirme Matrisi'ne (RADM) dahil edilmiştir. Çalışma sonucunda tersanelerin risk analizi için mevcut her bir tehlikenin riskini ve genel risk seviyesi ortaya koyacak gerçekçi bir yöntem geliştirilmiştir. Böylece tersaneler arasında karşılaştırma ve sıralama yapılabilmesine imkân tanınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Risk Değerlendirme, AHP, RADM, İş Güvenliği

**JEL Kodları:** D81, C55, D79

## CLASSIFICATION OF SHIPYARD FACILITIES WITH A NEW RISK ASSESSMENT METHOD

### ABSTRACT

The shipbuilding sector has significant risks in terms of occupational health and safety due to its complex structure, working at height and the use of hazardous chemicals. Since the risk analysis methods in our country are generally based on expert opinions, different results may arise on the same subject. Therefore, a realistic and consistent risk analysis method is needed for shipyards. In this study, a multi - criteria decision making method has been established by using shipyards in occupational health and safety risk analysis. Analytical Hierarchy Process (AHP) coefficients were included in the L-Type (5x5) Risk Assessment Matrix (RADM). As a result of this study, a realistic method has been developed for the risk analysis of shipyards which will reveal the risk of each existing danger and the overall risk level. Thus, sorting and ranking between shipyards was made possible.

**Keywords:** Risk Assessment, AHP, RADM, Work Safety

**JEL Codes:** D81, C55, D79

<sup>1</sup> Doktora Öğrencisi, İstanbul Aydın Üniversitesi, [gufte89@gmail.com](mailto:gufte89@gmail.com),

<https://orcid.org/0000-0003-3010-5172>

<sup>2</sup> Doktor Öğretim Üyesi, İstanbul Aydın Üniversitesi, [ozgeeren@aydin.edu.tr](mailto:ozgeeren@aydin.edu.tr),

<https://orcid.org/0000-0002-3850-818X>

<sup>3</sup> Doktor Öğretim Üyesi, İstanbul Aydın Üniversitesi, [volkanoral@aydin.edu.tr](mailto:volkanoral@aydin.edu.tr)

<https://orcid.org/0000-0002-5743-1931>

<sup>4</sup> Profesör Doktor, İstanbul Aydın Üniversitesi, [hasanheperkan@aydin.edu.tr](mailto:hasanheperkan@aydin.edu.tr)

<https://orcid.org/0000-0001-6838-6067>

## 1. GİRİŞ

Gemi İnşaat Sanayi yat, yelkenli tekne, balıkçı teknesi, tanker, konteyner gemisi ve kuru yük gemisi gibi birçok ürün yelpazesine sahip bir sektördür. (T.C. Ekonomi Bakanlığı 2016) Dolayısıyla dünya genelinde önemli bir yatırım ve istihdam imkânı oluşturmaktadır.

Günümüzde gemilerin inşası, bakımları ve idame işlemleri, diğer sektörlerle göre çok daha karmaşık bir çalışma düzeni ve işletme ihtiyaçları gerektiren tersanelerde gerçekleştirilmektedir (Sanchez, 2014). Bununla birlikte, gemi inşa sektörünün diğer sektörlerle göre çok daha yavaş ilerleyen, daha karmaşık ve çok disiplinli bir sektör olduğu kabul edilmektedir. Dünyada yaklaşık 2.500 adet tersanenin varlığı da dikkate alındığında gemi inşa sektörü, insan sağlığı ve iş güvenliği açısından bünyesinde çok çeşitli risk faktörleri içerdiği değerlendirilmektedir (Remolina, 2017).

Ülkemizde gemi inşa sektöründe meydana gelen yaralanma ve ölümlerle sonuçlanan kaza oranı oldukça yüksektir. AB genelinde 2008 ile 2016 yılları arasında yüz bin kişide kaza oranı %2 seviyesinde iken ülkemizde bu oran %11,5 civarındadır (Europa, 2018). Ayrıca ülkemizdeki tersanelerinde gerçekleşen kazalar, diğer endüstri alanlarına göre kıyasla 3,5 kat daha fazladır (Barlas, 2012). Sektör açısından oldukça yüksek olan bu oran ülkemizdeki tersanelerde etkin bir bilimsel risk yönetiminin uygulanmasını zorunlu kılmaktadır.

Gemi inşa aşamaları ve tersane alanları, sektörün farklı yan sanayi kolları içermesi ve birçok sektör için öncü konumda olması nedeniyle insan hayatı açısından önemli riskler içermektedir. Sektör; yüksek alanlarda çalışma, farklı ve dikkatli kullanım gerektiren alet/donanım/ekipman kullanımı ile tehlikeli kimyasallar kullanılmasını gerektirmektedir. Dolayısıyla tersanelerde iş sağlığı ve güvenliğine sağlanması için geliştirilecek risk yönetimi politikalarda uzman görüşüne dayanan çeşitli bilimsel yöntemlerin kullanılmasını hayati hale getirmektedir (Güner, 2013).

Ülkemiz tersane sektöründe yaygın olarak kullanılan risk değerlendirme yöntemleri uzman görüşlerine dayanmaktadır (Özkılıç, 2005). Uzman görüşlerine olan bu bağlılık aynı konuda farklı risk analiz sonuçlarının ortaya çıkmasına sebep olabilmektedir.

Bu nedenle; Risk analizi çalışmaları için seçilen yöntemlerde karar vericilerin yargılarını sözel olarak ifade ettikleri ya da objektif yargılarda bulunamadıkları çok kriterli karar problemlerine gerçekçi nitelik kazandırmak ve analiz sonuçlarının ideal çözüme yakın olduğundan emin olmak gerekmektedir.

Ülkemizde kullanılan risk analizlerinin (Koltan vd., 2010), olasılık ve şiddet faktörlerine dayalı sınırlı değerlendirmeye dayanması nedeniyle belirlenen tedbirler işveren veya yöneticileri tarafından benimsenmediği görülmektedir. Bu durum çözüm uygulamalarının gecikmesine ve hatta gerçekleşmemesine neden olmaktadır.

Bu çalışmanın amacı; tersanelerin iş sağlığı ve güvenliği risk analizinde kullanılmak üzere çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierachy Process) (AHP) kullanıldığı bir model uygulama yapılması ve 5x5 Tipi (L Tipi) Risk Değerlendirme Metodu (Koltan vd., 2010) yöntemine göre üstünlüklerinin belirlenerek tersanelerin birbiri içerisinde sıralanmasıdır.

AHP yöntemi, risk değerlendirmesi işlemlerinde sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir. Örneğin, Mustafa ve Al-Bahar (1991) çalışmalarında, AHP yönteminin proje risk analizinde kullanılan geleneksel yöntemlere göre oldukça başarılı sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. AHP'nin proje risk analizi ve değerlendirmesi için oldukça esnek ve kullanım açısından kolay olduğu belirtilmiş ve bu düşünce Bangladeş'teki bir köprü projesinin bütünsel risk derecesinin belirlenmesinde kullanılarak kuvvetlendirilmiştir.

Accola (1994), yeni teknoloji projeleri için geliştirmiş olduğu üç boyutlu risk ve belirsizlik değerlendirme modelinde AHP yöntemini kullanmıştır. Söz konusu modelde AHP yönteminin tercih edilmesinin nedeni, matematiksel olarak ifade edilebilen risk faktörleri ile birlikte matematiksel olarak ifade edilemeyen öznel faktörlerin de değerlendirilebilmesine imkân sağlamasıdır.

Aminbakhsh vd. (2013) ise inşaat sahalarında hayati riskler oluşturan tehlikelerin değerlendirilmesi ve risklerin barındırdıkları tehlike derecesine göre önceliklendirilmesi amacıyla AHP yönteminin kullanıldığı bir model geliştirmişlerdir. Söz konusu çalışmanın karar vericiler için önemli bir mekanizma sunduğu ve çerçevede AHP yönteminin risklerin önceliklendirilmesi için çok uygun bir yöntem olduğu belirtilmiştir.

Sum. (2015), bir sigorta şirketinin faaliyetleri kapsamında risk değerlendirmesi için AHP yöntemini kullanmıştır. AHP yöntemini, bir hayli karmaşık işlem süreci gerektiren risk önceliklendirilmesi faaliyetlerinde büyük kolaylıklar sağlayan esnek bir algoritması olması maksadı ile tercih ettiğini belirtmiştir.

## 2. ÇALIŞMADA KULLANILAN YÖNTEMLER

Bu çalışmada; tersanelerde iş sağlığı ve güvenliği risk analizinin oluşturulması ve tersanelerin üstünlüklerinin belirlenerek birbirleri içerisinde sıralamak amacıyla Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierachy Process) (AHP) kullanılmıştır. Ayrıca tersanelerin üstünlüklerinin belirlenebilmesi amacıyla 5x5 Tipi (L tipi) Risk Değerlendirme Metodu (Koltan vd. 2010) kullanılmıştır. Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierachy Process) (AHP) katsayıları 5x5 Tipi (L tipi) Risk Değerlendirme Metodu içerisine entegre edilmiştir.

Karar verme, çeşitli alternatiflerin birbirleriyle karşılaştırılarak söz konusu alternatiflerden birinin sezgisel ve rasyonel olarak seçilmesi işlemi olarak açıklanabilir. Bu seçme işlemi, sağlıklı ve isabetli bir seçim yapabilmek için birçok kriterin dikkate alınmasını gerektiren problemler için de geçerlidir. ÇKKV yöntemleri ise bahse konu problemlerin çözümü amacıyla, birden fazla ve birbirleri ile çelişki halinde kriterlerin bulunduğu karar verme süreçlerinde çeşitli yöntem ve işlemlerin uygulanmasını içeren çalışmalar olarak tanımlanabilir. ÇKKV yöntemleri, karar vericilerin optimum çözüme ulaşması için farklı metotlar sunmaktadır.

Genel olarak her ÇKKV yönteminde dört temel unsur bulunmaktadır. Bunlar,

1. Karar vericiler,
2. Amaçlar ve hedefler,
3. Kriterler,
4. Alternatifler,

olarak sıralanır. Bu unsurlara bağlı olarak ÇKKV yöntemlerinde kullanılan çeşitli karar verme adımları mevcuttur (Güner, 2005). Bu adımlar;

1. Problem tanımlanması,
2. Seçim kriterlerinin belirlenmesi,
3. Her kritere ait ağırlık değerlerinin atanması,
4. Karar alternatiflerinin belirlenmesi,
5. Karar probleminin hiyerarşik yapısının belirlenmesi,
6. ÇKKV yönteminin belirlenmesi,

7. En iyi alternatiflerin belirlenmesidir.

ÇKKV yöntemleri genelde seçim (choice), sınıflama (ranking) ve sıralama (sorting) problemlerinde kullanılır. Söz konusu problem tiplerinde genel olarak kullanılan yöntemler Çizelge 1’de sunulmuştur.

**Çizelge 1. Çok Kriterli Karar Verme Problemleri ve Teknikleri**

Seçim Problemleri	Sınıflama Problemleri	Sıralama Problemleri
AHP	AHP	AHPSort
AAS	AAS	UTADIS
MAUT/UTA	MAUT/UTA	FlowSort
MACBETH	MACBETH	ELECTRE-Tri
PROMETHEE	PROMETHEE	
ELECTRE I	ELECTRE III	
TOPSIS	TOPSIS	
Hedef Programlama		

Kaynak: Yıldırım ve diğerleri (2015)

ÇKKV yöntemlerinde, alternatifler ve kriterlerden başka kriter ağırlıkları ve karar matrisi olmak üzere ortak iki temel kavram bulunmaktadır (Chen, 1992). n adet kriterin bulunduğu bir problem için kriter ağırlıkları toplamı;

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (2.1)$$

olarak verilir. Burada  $w_i$  değeri i’nci kriter için bir uzman tarafından atanan ağırlık değeri olmak üzere kriter ağırlıkları toplamı her zaman 1’e eşittir.

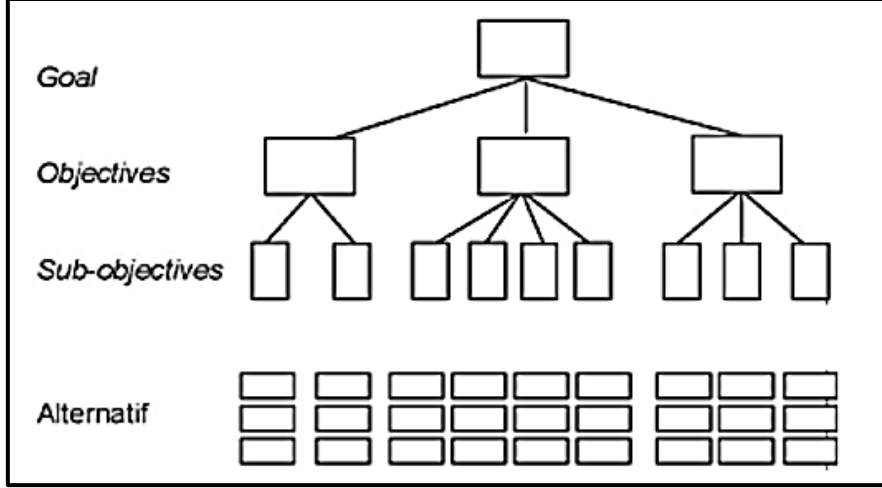
Karar matrisi ise satırlarda var olan alternatiflerin, sütunlarda ise kriterlerin bulunduğu bir matristir. Dolayısı ile m adet alternatifin ve n adet kriterin bulunduğu bir problemde karar matrisinin boyutu  $m \times n$  olacaktır.

## 2.2. Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierachy Process) (AHP)

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi, literatürde basit ağırlıklı toplamlar (Simple Weighted Sum) yönteminden sonra en çok kullanılan ÇKKV yöntemlerinden biridir. İlk olarak Myers ve Alpert (1968) tarafından önerilmiş olup Saaty (1980) tarafından geliştirilmiştir. Saaty çalışmalarıyla günümüzde kullanılan AHP yönteminin temellerini oluşturan 1 ile 9 arasında ölçeklendirme kriterini geliştirmiştir. Bu yöntem, karar verme sürecine hem nicel hem de nitel düşüncelerin dâhil edilmesine imkân sağlamaktadır (Eroğlu, 2007). Genel olarak AHP yöntemi dört aşamada gerçekleştirilir (Zahedi, 1986).

**Probleme Ait Hiyerarşik Bir Yapı Oluşturulması:** İlk olarak probleme ilişkin kriter ve alternatif seçenekler belirlenir. Uzman görüşleri veya literatür araştırması sonuçlarına göre

bu kriterlere ağırlıklar atanır. Kriterler ve varsa alt kriterler hiyerarşik olarak düzenlenir. Söz konusu hiyerarşi karar vericilerin karar vermelerini kolaylaştırmak amacıyla kullanılır (Eroğlu, 2007).



Şekil 1. AHP'nin Hiyerarşik Yapısı

Kaynak: Sarul ve Eren (2016)

**İkili Karşılaştırma Matrisinin Elde Edilmesi:** Hiyerarşinin oluşturulmasının ardından kriterler ikili olarak önem değerlerine göre *eşit önemde*, *az önemli*, *oldukça önemli*, *çok önemli* ve *son derece önemli* ölçekleri ile değerlendirilir. Gerçekleştirilen söz konusu ikili karşılaştırmalar ile kriterlerin birbirlerine göre önem dereceleri belirlenir (Saaty, 1980). İkili karşılaştırmada kullanılan değerlendirme ölçeği Çizelge 2'de sunulmuştur.

**Çizelge 2.** Karşılaştırmada Kullanılan Önem Dereceleri (1-9 Önem Skalası)

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

**Kaynak:** Senger ve Albayrak (2016)

**Kriter ağırlıklarının tutarlılığının hesaplanması:** Karar vericinin karşılaştırma esnasında tutarlı olup olmadığının tespiti maksadıyla karşılaştırma matrisinin tutarlılık (CR) değeri hesaplanır (Hafeez vd., 2007). Bu değer 0,10 üzerinde olması halinde uzman kişinin tutarlı davranmadığı değerlendirilir ve uzman kişinin kriterlere atadığı matrise girdiği değerleri tekrar gözden geçirmesi gerekmektedir.

**Çizelge 3.** Tutarlılık İndeks Değerleri

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,56	1,59

**Kaynak:** Sarul ve Eren (2016)

**Nihai öncelik değerine göre alternatiflerin seçilmesi:** Değerlendirmeler neticesinde ikili karşılaştırma matrisi elde edilir ve bu matris yardımı ile en uygun alternatif belirlenir (Hafeez vd., 2007). AHP yönteminin son adımı olan bu her alternatif puanlanır ve bir öncelik vektörü oluşturulur. Tüm öncelik vektörlerinin değerlendirilmesi ile bir karma öncelik vektörü elde edilir. Bu vektör nihai kararın alınmasında kullanılır. Sonuç olarak karar verici, elde edilen bu nihai karar vektörünü esas alarak seçim işlemi yapar (Zahedi, 1986: 99-100).

AHP, risk değerlendirmesinde sıklıklar tercih edilen bir yöntemdir. Bu yöntem, konu hakkında bilgili uzmanların görüşlerinin öznel olasılıklarının tespitine olanak vermekte ve saf

belirsizlik durumunu ortadan kaldırarak riski ölçülebilir hale getirmektedir (Millet ve Wedley, 2002). Bu yöntem risk değerlendirmesinde klasik yöntemlere nazaran daha başarılı sonuçlar vermekle beraber esneklik ve kullanım kolaylığı sağlamaktadır (Mustafa ve Al-Bahar, 1991). Ayrıca risklerin önceliklendirilmesi için oldukça uygun bir yöntemdir (Aminbakhsh vd., 2013). Bu çalışmada tersanelerdeki iş sağlığı ve güvenliği alanındaki risklerin uzman görüşlerini de dikkate alınarak ölçülmesinde kullanılmıştır.

### 2.3. L-Tipi (5x5) Risk Değerlendirme Karar Matrisi (RADM)

Bir işletme/iş yerine ait risk değerlendirmesi yapılırken, risk değerlendirme karar matrislerinin kullanılması oldukça yaygındır. Söz konusu matrisler, genel olarak risklerin olasılık sıkları ile risk derecelerini gösteren ve karar vericilere önemli bilgiler sunmaktadır.

Söz konusu matrislerinin kullanılması ilk olarak ABD askeri standardı MIL-STD\_882-D kapsamında, sistem güvenlik programlarının gereksinimlerini karşılamak amacı ile geliştirilmiştir. Temel olarak iki veya daha çok değişkenin aralarındaki ilişkiyi analiz etme veya risk ile riskin etkisinin derecesinin belirlenmesi (skorlanması) amacı ile kullanılır. Oldukça sade, anlaşılır, kolay ve hızlıca uygulanabilen bu yöntem, deterministik ve kantitatif bir risk değerlendirme yöntemidir (DoD, 2000).

Genel olarak risk (veya risk skoru) aşağıda verilen formül yardımı ile hesaplanır.

$$\text{"Risk Skoru"} = \text{"Riskin Gerçekleşme İhtimali"} * \text{"Riskin Şiddeti"} \quad (2.2)$$

Risk değerlendirmesinde karar matrisi başlıca üç adet yöntemde kullanılmaktadır. Bunlar 5x5 Tipi (L Tipi) Karar Matrisi Metodu, 3x3 Tipi Karar Matrisi Metodu ve X Tipi Karar Matrisi Metodudur. Literatürde, işletmelerin risk analiz süreçlerine hızla adapte olabilmelerini sağlaması ile kolay ve anlaşılır bir değerlendirme yöntemi olması nedeniyle 5x5 Tipi (L Tipi) Karar Matrisi Metodu en çok kullanılan yöntemdir. Ayrıca bu yöntem, işletmelerde aciliyeti olan riskli unsurların tespit edilerek bu risklere karşı gerekli önlemlerin alınması gerektiği durumlarda tercih edilir (Koltan vd., 2010).

Bu yöntemin temel hedefi, tehlikelerin oluşma olasılığı ile meydana gelmesi durumunda ortaya çıkacak zarar arasındaki ilişkiyi analiz etmektir. Dolayısı ile bu yöntemin sebepler ile sonuçlar arasındaki ilişkilerin derecelendirilmesinde kullanıldığı söylenebilir (Ceylan ve Başhelvacı, 2011).

Bu yöntemde temel olarak 5x5 boyutunda bir matris diyagramından faydalanılır. Öncelikle riskin oluşma ihtimali ve riskin şiddeti (etkisi) 1'den 5'e kadar puanlandırılır.



Riskin oluşma ihtimali derecelendirmesinde kullanılan sayısal puanlar ve açıklamaları Çizelge 4'te ve riskin şiddetinin derecelendirmesinde kullanılan sayısal puanlar ve açıklamaları ise Çizelge 5'te sunulmuştur.

**Çizelge 4.** Riskin Oluşma İhtimalinin Derecelendirilmesinde Kullanılan Değerler

Değer	Derece
1	Çok düşük ihtimalle, hemen hemen hiç
2	Az ihtimalle, sadece olağanüstü durumlarda, yılda bir kez
3	Orta ihtimalle, yılda bir kez
4	Büyük ihtimalle, sıklıkla, ayda bir
5	Kesinlikle, çok sıklıkla, haftada bir veya her gün

**Çizelge 5.** Riskin Etkisinin Derecelendirilmesinde Kullanılan Değerler

Değer	Derece
1	Kullanılan bir adet kaynağa ya hiçbir zarar vermez veya çok az zarar verir. İş saati veya işgücü kaybına neden olmaz
2	Kullanılan bir adet kaynağa verdiği zarar kabul edilebilecek kadar düşüktür. İşgünü kaybı yoktur fakat ayakta tedavi gerektiren sonuçlar doğurur
3	Kullanılan bir ya da birkaç adet kaynağa verdiği zarar yapılan işi olumsuz etkiler. Hafif yaralanmalara neden olur, yatarak tedavi gerektirir.
4	Kullanılan birkaç adet kaynağa çok ciddi zarar verir, sistem kısa bir süre çalışmaz hale gelebilir. Ciddi yaralanma, uzun süreli tedavi ve meslek hastalığına yol açar
5	Sistemde kullanılan pek çok kaynağa çok ciddi zarar verir, sistem uzun bir süre durur ya da hiç çalışmayabilir. Organizasyonun durumunu ve ününü çok kötü etkiler. Ölümle sonuçlanır, sürekli olarak iş göremezliğe neden olur

Riskin oluşma ihtimalinin veya etkisinin çok düşük olma durumu en düşük puan olan 1 puan ile, riskin oluşma ihtimalinin veya etkisinin çok yüksek olma durumu 5 puan ile gösterilir (Koltan vd., 2010; Çeliktaş ve Ünlü, 2018).

Risk değerlendirme formülü uygulandığında belirli bir risk unsuru için 1 ile 25 arasında bir skor elde edilecektir. Bu işlem sonucunda elde edilecek risk skor matrisi, Çizelge 6'da sunulmuştur. Ortaya çıkan risk değerleri ise, en yüksekten en düşüğe doğru sıralanarak sınıflandırılmakta ve nicel olarak ifade edilebilmektedir.

**Çizelge 6.** Risk Skoru Değerlendirme Matrisi

OLASILIK	ŞİDDET				
	1 (Çok Az)	2 (Hafif)	3 (Orta)	4 (Fazla)	5 (Çok Fazla)
1 (Çok Düşük)	1	2	3	4	5
2 (Düşük)	2	4	6	8	10
3 (Orta)	3	6	9	12	15
4 (Yüksek)	4	8	12	16	20
5 (Çok Yüksek)	5	10	15	20	25

Formülün uygulanması sonucunda riskin kabul edilebilirlik dereceleri belirlenmiş olur. Bu değerlere ait risk sınıflandırması Çizelge 7’de sunulmuştur. Örneğin genel olarak 20 ve 25 olarak skorlanan riskler kesinlikle kabul edilemez risklerdir ve bu durumda riskler bertaraf edilinceye kadar işbaşı yapılmamalı ve devam eden faaliyetler derhal durdurulmalıdır. 12, 15 ve 16 skorunu alan riskler ise genel olarak önemlidir. Bu seviyedeki bir riskler için risk seviyesi düşürülünceye kadar iş başı yapılmamalı veya devam eden bir iş için acil önlemler alınmalıdır. Orta düzey risk durumlarında risklerin düşürülmesi için faaliyetlere başlanması gerektiği, katlanabilir risklerin varlığında ilave kontrol süreçleri yürütülmesi gerektiği ve önemsiz risklerde ise herhangi bir kontrol süreci yürütme ihtiyacının bulunmadığı sonucuna varılır (Stoneburner, 2002; Koltan vd., 2010; Çelikleş ve Ünlü, 2018)

**Çizelge 7. Risk Skoru Sınıflandırması Tablosu**

Risk Skoru	Risk sınıfı
1,2	Kabul edilebilir, Önlem gerektirmeyen risk
3,4,6	Dikkat edilmesi gereken, Uzun dönemde önlem alınabilecek risk
5,8,9,10	Önemli, Kısa sürede önlem alınması gereken risk
12,15,16	Yüksek derecede önemli, Derhal önlem alınması gereken risk
20,25	Kabul edilemez, Önlem alınmadan işe başlanmaması gereken risk

Bu yöntem ile olasılık ve olası zararın şiddetine bağlı olarak risk ortaya konmakta ve riskin skorlanmasına imkân tanınmaktadır. Tek kişi tarafından dahi gerçekleştirilebilecek bu yöntemde yöntemin başarısı analistin deneyimine bağlıdır. Değişik süreçleri olan ve çok farklı akım şemasına sahip işletmelerde aciliyet gerektiren ve hızlıca önlem alınması gereken durumlarda kullanılabilir (Koltan vd., 2010).

#### **2.4. Tersanelerde Risk Analizi**

Yapılan çalışma kapsamında literatürde araştırması yapılarak tersanelerde iş sağlığı ve güvenliği risk analizinde kullanılan yöntemler belirlenmiştir. Bu kapsamda;

Okumuş ve Barlas (2016) tarafından Tuzla’da bir özel tersanenin sac işleme CNC atölyesi ile ön imalat atölyesi için 5x5 risk değerlendirme matrisi yöntemi ve Fine-Kinney yöntemi kullanılarak bir risk değerlendirmesi çalışması gerçekleştirilmiştir. Çalışma neticesinde elektrik donanımlarından kaynaklanan tehlikeler ile cırcır, kurt ağzı ve kriko kullanımından kaynaklanan riskler, yetkisiz kişiler tarafından bakım yapılması ve tezgâhtaki

sacın kesimi esnasında oluşan sıcak çapakların göz ile teması riskleri, kabul edilemez riskler olarak belirlenmiştir. Ağır malzemelerin elle taşınması ve kaynak dumanına maruz kalma riskleri ise orta derecede riskli durumlar olarak belirlenmiştir. Aynı çalışmanın sonucu olarak geçmiş kazaların da değerlendirmeye alınmış olmasından ötürü Fine-Kinney yönteminin daha ayrıntılı sonuçlar verdiği belirtilmiştir.

Güler (2015) tarafından Fine-Kinney yönteminin kullanıldığı bir çalışmada tersanelerde kullanılan kimyasal maddelerin oluşturduğu tehlikeler saptanarak söz konusu tehlikelerden kaynaklı riskler tespit edilmiş ve çözüm önerileri sunulmuştur. Gemi inşa süresindeki kimyasal tehlike ve riskler 9 alt sürece prosese ayrılmış ve toplamda 221 risk tespit edilmiştir. Buna göre en yüksek risk unsuru taşıyan kapalı alanlarda yapılan sıcak çalışmalar sürecinde ortaya çıkan risklerin %86 oranında tolerans gösterilemez olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, dış yüzeyin raspalaması ve boyanması işlemleri sırası ile %50 ve %35 oranlarında tolerans gösterilemez olarak belirlenmiştir.

1976 Kinney tarafından literatüre sokulan bu yöntem risklerin derecelendirilmesi sonrasında hangi işlem adımlarına öncelik verilmesi ve dolayısı ile eldeki kaynakların ne şekilde değerlendirilmesi gerektiği sonucuna ulaştıran bir yöntemdir. Esasen deterministik ve kalitatif bir yöntem olan Fine-Kinney yönteminde risk skoru; riskin oluşma olasılığı, riskin oluşma sıklığı ve riskin şiddeti olarak sıralan üç faktör kullanılarak hesaplama gerçekleştirilir. Bu yöntemde işletmeye ait olan geçmiş veriler ve geleceğe ait olan öngörülerin yanı sıra çalışanların tehlikeye maruz kalma sıklığı da kullanılabilir (Oturakçı ve Dağsuyu,2017).

Monforte vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada, bir tersane ortamının hatalarının haritanlanması için Hata Ağacı Analizi yöntemi diğer çeşitli yöntemlerle birlikte kullanılmıştır. Çalışma sonucunda tersanenin en kritik iş faaliyetinin kaynak işleri olduğu ve en çok kaza olaylarının da bu aşamada gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu kapsamda eğitimsizliğin ve güvenlik önlemlerine riayet etmemenin etkisinin büyük olduğu belirtilmiştir.

Hata Ağacı Analizi, Watson (1961) tarafından geliştirilen sistemdeki hatalar ile istenmeyen olaylar arasındaki bağlantıyı çeşitli diyagramlar kullanılarak ortaya çıkaran deterministik ve hibrit bir yöntemdir. Genellikle çok karmaşık sistemler için kullanılan, ayrıntılı ve etkili risk değerlendirme yöntemlerinden birisidir (Erdoğan, 2015). Hata Ağacı Analizi yönteminde genel olarak tek bir kaza olayına odaklanılır ve bu olayın risklerinin tespit edilmesine yönelik olarak adımlar atılır. Ortaya çıkan analiz sonucunda elde eden sonuçlardan en ciddi etkiye sahip olan olay *en yüksek olay* (top event) olarak belirlenir. Yöntem, teknik

hatalar ile insan hatalarını ilişkilendirebildiğinden, bu ilişkilerin en yüksek olaya götüren yol yolları da belirlenebilmektedir (Erdoğan, 2015).

Lee vd. (2009) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada Güney Kore'deki büyük gemi inşaat projelerinin risk değerlendirmesi Bayes Ağı gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında 11 farklı firmada çalışan 252 uzmandan alınan görüşler analiz edilerek 26 adet temel risk unsuru tespit edilmiştir. Bu risklerden en öne çıkanları tasarım, işgücü, hammadde temini, üretim aşaması riskleri ve harici riskler olarak gruplandırılmıştır. Ayrıca büyük firmalar ile küçük firmaların barındırdığı riskler karşılaştırılmıştır. Büyük firmalar için teslimatlarda yaşanan gecikme riskinin ve küçük firmalarda ise bütçe aşımı riskinin en önemli riskler olarak ortaya çıktığı görülmüştür.

Bir diğer çalışmada, Basuki vd. (2014) tarafından tersane sektörü için bir Bayes yöntemi önerilmiştir. Çalışma gemi inşası süreci tasarım, malzeme ve üretim olmak üzere üç segmente ayrılmış ve her segmentin kendine has olan riskleri ortaya konulmuştur. Çalışma neticesinde, malzeme temini ve gövde imalatı aşamalarının üretimde gecikmeye neden olabilecek en yüksek seviyede riskler barındırdığı belirlenmiştir. Analiz sonucunda elde edilen rakamlara göre gemi tasarım aşamasındaki risklerin %5, malzeme temini ile ilgili risklerin %65 ve üretim aşamasındaki risklerin ise %30 oranında gecikmeye neden olabileceği belirlenmiştir.

Bayes ağları (Bayesian Networks) kullanılarak gerçekleştirilen risk analizi yöntemi stokastik ve diyagram kullanılarak uygulanan bir kaza tahmin yöntemidir. Yöntemde, *değişkenler* düğüm olarak ve *değişkenler* arasındaki olasılıksal *bağlantılar* yönlü oklar ile gösterilir ve bir ağ yapısı oluşturulur. Bayes Ağlarının risk analizinde kullanılırken sadece tek bir çıktıya değil sistemdeki tüm değişkenlerin birbirleriyle olan olasılıksal bağımlılığı göz önünde bulundurulur. Dolayısı ile bu yöntem, özellikle belirsizliklere sahip olan karmaşık sistemlerin analizinde büyük bir avantaj sağlamaktadır (Çinicioğlu vd., 2013).

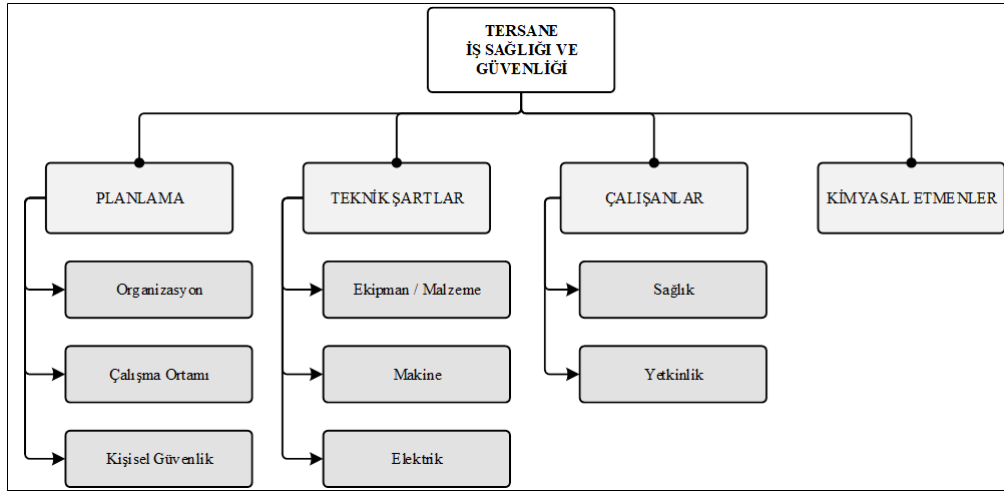
Genel itibarıyla tersanelerde iş sağlığı ve güvenliği risk analizinde bu çalışmada kullanılan analiz yöntemlerinin yanı sıra Fine-Kinney, Hata Ağacı Analizi, Bayes Ağları gibi yöntemler kullanılmaktadır.

### **3. YENİ BİR RİSK DEĞERLENDİRME YÖNTEMİ İLE TERSANE İŞLETMELERİNİN SINIFLANDIRILMASI: UYGULAMA**

Bu çalışmada; çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierachy Process) (AHP) ve uzmanlar tarafından en çok tercih edilen 5x5 Tipi (L

Tipi) Risk Değerlendirme Metodundan (Koltan vd., 2010) yararlanılarak yeni bir risk değerlendirme yönteminin 3 adet tersaneye uygulanması denenmiştir.

Çalışma kapsamında tüm tersanelerde karşımıza çıkabilecek iş sağlığı ve güvenliğine yönelik risklere ilişkin 381 tehlike tanımlaması yapılmıştır. Sonrasında ise *Planlama*, *Teknik Şartlar*, *Çalışanlar* ve *Kimyasal Etmenler* olmak üzere 4 adet ana kriter ve bu bunlara bağlı 8 adet alt kriter belirlenmiş ve tersanelere ilişkin AHP kapsamında Şekil 2.'de sunulan AHP Hiyerarşisi oluşturulmuştur.



Şekil 2. AHP Hiyerarşisi

Söz konusu AHP Hiyerarşisi oluşturulmasına müteakip tespit edilmiş olan 381 adet tehlike tanımlaması (T.001, T.002 .... T.381) AHP Hiyerarşisine uygun olarak ana kriter ve alt kriterlere ayrılmıştır.

Tehlikelerin ana ve alt kriterlere ayrılması işleminden sonra önlem alternatifleri belirlenmiş (Çizelge 8) ve her bir tehlike maddesine alınması gereken önlem alternatiflerinin ataması yapılmıştır. Çalışmada İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanı (İSGU) tarafından istenmesi durumunda bir tehlike maddesine daha fazla sayıda önlem alternatifi atamasına imkân tanınmıştır.

**Çizelge 8. Önlem Alternatifleri ve Atanan Puanlar**

ALTERNATİF KODU	ÖNLEM	PUAN
A1	İç Eğitim	6
A2	Dış Eğitim	6
A3	Tatbikat	4
A4	Uyarı İkaz Levhaları	4
A5	Makine- Ekipman Yenileme	9
A6	Toplu Koruma Teşkili	9
A7	KKD Kullanımı	9
A8	Ergonomik Düzenleme	3
A9	Saha Kontrolü	12
A10	Alternatif Malzeme / Kimyasal (İkame)	3
A11	İş Uygulama Planlamaları	10
A12	Periyodik Sağlık Kontrolü	3
A13	İş İzin Sistemi	12
A14	Bakım / Periyodik Kontrol	10

Bu işleme müteakip, önlem alternatiflerine ilişkin puanlama sistemi oluşturulmuş ve her bir tehlike maddesi için öngörülen önlem alternatiflerinin puanlanması yapılmıştır. Burada da İSGU'lara verilen puanlar üzerinde değişiklik yapma ve/veya yeni bir önlem alternatifi ekleme imkânı tanınmıştır.

Sonrasında, incelenen tersane tarafından her bir tehlike maddesine karşı alınan önlem alternatifleri modele girilmiştir. Daha sonra ise tersanenin aldığı önlem alternatiflerinin puan dereceleri oluşturulmuştur. Tüm önlem alternatiflerine atanan puan değerlerinin toplamının 100 olması esastır. Örneğin Z Tersanesi için “Takarya konumlandırma planının yapılmaması/uygun yerleştirilmemesi” tehlike maddesi için A1, A9, A11 ve A13 olmak üzere 4 adet önlem alternatifi belirlenmiş, bu önlem alternatiflerine sırasıyla 6, 12, 10 ve 12 olmak üzere toplam 30 puan derecesi atanmıştır. Sonrasında tersanenin incelenen tehlike maddesi için belirlenmiş önlem alternatiflerini uygulayıp uygulamadığına bakılmış ve tersanenin 4 önlem alternatifini de uyguladığı tespit edilmiştir. Geliştirilen modelde her bir tehlike maddesi için alınan önlem alternatifi sayısı farklı olacağı ve bu farklılığının tehlikenin puanlamasında eşitsizliğe ve tutarsızlığa sebep olacağından her bir tehlike için belirlenmiş önlem alternatifleri için atanan puan dereceleri yüzdeler dilim üzerinden yeniden belirlenmiştir. Bu örnekte incelenen tehlike maddesi için belirlenmiş önlem alternatiflerine atanmış toplam 40 puanlık puan derecesi 100 eşitlenmiş ve belirlenen her bir alternatife yüzdeler dilim üzerinden yeni bir puan derecesi atanmıştır (15, 30, 25 ve 30).

Bu aşamadan sonra her bir tersanede yaşanan iş kazaları verileri alınmış, iş kazalarına ait kök nedenler AHP Hiyerarşi tablosunda belirtilen ana kriter ve alt kriterlere ayrılmıştır. Ana ve alt kriterler kriterler için 1-9 önem dereceleri skalası (Çizelge 2) kullanılarak karşılaştırma matrisi (Şekil 3) oluşturulmuştur.

	Planlama	Çalışanlar	Teknik Şartlar	Kimyasal Etmenler
Planlama	1,00	3,00	5,00	7,00
Çalışanlar	0,33	1,00	3,00	5,00
Teknik Şartlar	0,20	0,33	1,00	3,00
Kimyasal Etmenler	0,14	0,20	0,33	1,00
Toplam	1,68	4,53	9,33	16,00

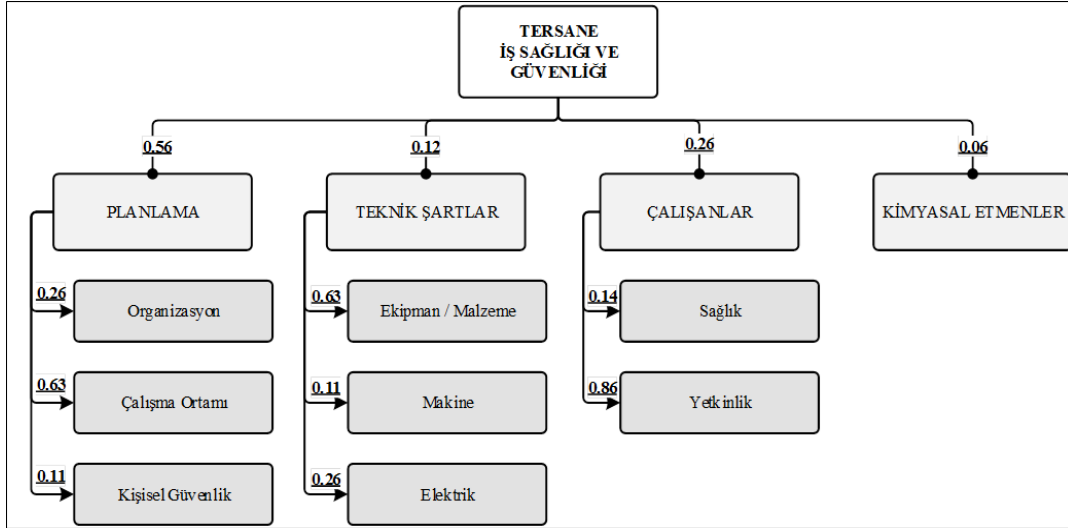
Şekil 3. Ana Kriterler İçin Karşılaştırma Matrisi (Z Tersanesi)

Daha sonra bahse konu karşılaştırma matrisleri normalize edilmiş ve öncelik vektörleri (ağırlık) hesaplanmıştır (Şekil 4). Karşılaştırma matrisini normalize etmek için matristeki her bir sütunun toplam değeri 1'e eşitlenmiş ve oran orantı kullanılarak her bir sütundaki her elemanın değeri yeniden hesaplanmıştır. Öncelik Vektörünü hesaplamak için ise normalize edilmiş matristeki satırların ortalama değeri bulunmuştur.

	Planlama	Çalışanlar	Teknik Şartlar	Kimyasal Etmenler	Öncelik Vektörü (Ağırlık)
Planlama	0,60	0,66	0,54	0,44	0,56
Çalışanlar	0,20	0,22	0,32	0,31	0,26
Teknik Şartlar	0,12	0,07	0,11	0,19	0,12
Kimyasal Etmenler	0,09	0,04	0,04	0,06	0,06

Şekil 4. Ana Kriterler İçin Normalize Edilmiş Karşılaştırma Matrisi Ve Öncelik Vektörü (Z Tersanesi)

Benzer şekilde alt kriterler için de karşılaştırma matrisleri oluşturulmuş, sonrasında söz konusu matrisler normalize edilmiş ve öncelik vektörleri (ağırlık) hesaplanmıştır. Bu işlem sonrasında her bir tersane için (X, Y, Z) AHP hiyerarşisindeki her bir ana ve alt kriterin ağırlıkları belirlenmiştir. Ağırlıklandırılmış AHP hiyerarşisi Şekil 5'de sunulmuştur.



Şekil 5. Z Tersanesinin Ağırlıklandırılmış AHP Hiyerarşisi

Sonrasında hesaplanan ana kriter ve alt kriter ağırlık değerlerine uygun olarak her bir tehlike maddesine AHP değerleri atanmıştır. Örneğin Z tersanesi için kimyasalın ağırlığı 0,06 hesaplanmış ve belirlenmiş 381 adet tehlikenin sadece 12 tanesi kimyasal ana kriterinde değerlendirilmiştir. Buradan  $0,06/12$ 'den her bir kimyasal tehlikenin ağırlığı 0,005 olarak hesaplanmıştır.

Çalışmada belirtilen 381 adet tehlike maddesinden (T.001, T.002 .... T.381) bir grubun (birkaçının) tersanede bulunmaması durumunda madde kodunun kaldırılmasına olanak tanınmıştır. Tehlikenin tersanede olmadığı var sayıldığında her bir tehlike maddesinin AHP ağırlık dağılımlarının değiştiği göz önünde bulundurulmuştur.

Geliştirilen modelde üç farklı tersane modele sokulmuştur. Belirlenen tehlike maddelerinin ağırlıkları hesaplanırken modele sokulan üç tersanenin iş kazaları verilerinden yararlanılmıştır. Söz konusu kaza verileri AHP hiyerarşisinde belirlenmiş kriter ve alt kriterler göre sınıflandırılmış ve ilişkili olduğu tehlike maddesinin AHP ağırlığı hesaplanırken dikkate alınmıştır. Modelde kazaların ilişkili olduğu tehlike maddelerine daha yüksek AHP ağırlığı verilmiştir.

Bundan sonra ise her bir tehlike için İSGU'lar tarafından belirlenmiş olasılık ve şiddet faktörleri ile planlama birimi tarafından standardizasyonun sağlanması için faaliyet süresi modele girilmiştir. Burada olasılık ve şiddet faktörlerinin derecelendirilmesinde 5x5 Tipi (L Tipi) Karar Matrisi Metodundan faydalanılmıştır.

Bu aşama sonrasında aşağıdaki denklem ile değerlendirme yapılan tersane için her bir tehlikenin tehlike risk skoru hesaplanmıştır.



$$\text{"Tehlike Risk Skoru"} = \text{"Olasılık"} * \text{"Şiddet"} * \text{"AHP"} * \frac{\text{"Uygulanmayan Önlem"}}{\text{"Toplam Önlem"}} * \frac{\text{"Toplam Çalışma Süresi"}}{\text{"Faaliyet Süresi"}} \quad (3.1)$$

Her bir tehlike için hesaplanan risk skorları toplanarak incelenen tersanenin genel risk skoru hesaplanmıştır.

$$\text{"Tersane Genel Risk Skoru"} = R1 + R2 + R3 + \dots + R381 \quad (3.2)$$

Ayrıca karar vericinin kriterler arasında karşılaştırma yaparken tutarlı davranıp davranmadığının belirlenmesi amacıyla karşılaştırma matrisinin tutarlılık (*CR*) değerinin hesaplanması gerekmektedir. Bu maksatla ana ve alt kriterler için karşılaştırma matrisleri ile öncelik vektörleri bölünerek temel değerler (*E*) elde edilmiştir.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (3.3)$$

Temel değerlerin de aritmetik ortalaması alınarak karşılaştırmaya ilişkin temel değer elde ( $\lambda$ ) edilmiştir.

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (3.4)$$

$\lambda$  hesaplandıktan sonra tutarlılık göstergesi (*CI*) aşağıda belirtilen denklemden yararlanarak hesaplanmıştır.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (3.5)$$

Bu aşamadan sonra karşılaştırma matrislerinin tutarlılık (*CR*) değeri hesaplanmalıdır. Bu değer ise;

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3.6)$$

denklemleri ile hesaplanmaktadır. *RI* değerleri için Çizelge 3.'deki tutarlılık indeks değerleri kullanılmıştır. Bu işlemin sonucunda Z tersanesinin *CR* değerleri ana kriterler için 0.043, planlama ana kriterinin alt kriterleri için 0.036, teknik şartlar ana kriterinin alt kriterleri için 0.033 ve çalışanlar ana kriterinin alt kriterleri için 0 bulunmuştur. Bu değerler 0.10'dan küçük olması sebebiyle modelde karar vericilerin yani uzmanların tutarlı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Sonuç olarak geliştirilen model X, Y, Z tersaneleri için uygulanmış ve söz konusu tersanelerin Tersane Genel Risk Skorları sırasıyla %33,7 %1,1, %8,1 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara istinaden X tersanesi en yüksek riske, Y tersanesi ise en az riske sahip tersane olarak sıralanmıştır. Ayrıca risk skorları incelendiğinde X tersanesi için en yüksek

riske sahip olan tehlikenin %2.651 Risk skoru ile “T.022- Dış yüzey su jeti ile yıkama işlemlerinin personeller tarafından bilinmemesi / yetkin personelin görevlendirilmemesi”, Y tersanesi için en yüksek riske sahip olan tehlikenin %0.04 Risk skoru ile “T.380 - Çalışanların, uzun süre aynı pozisyonda kalması veya fiziksel anlamda zorlayıcı hareketlerde bulunması.” ve Z tersanesi için en yüksek riske sahip olan tehlikenin %1.4 Risk skoru ile “T.250- İşe başlamadan önce platform ve ekipmanının (kumanda, sepet vb.) genel kontrolünün yapılmaması” olduğu tespit edilmiştir.

#### **4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME**

Yapılan çalışma ile çok kriterli karar verme yöntemi dikkate alınarak tersaneler için yeni bir risk analiz yöntemi oluşturulmuştur. Bu yöntemde Analitik Hiyerarşi Süreci’nden (AHP) ağırlıklandırmadan faydalanılmıştır. Ayrıca uzman değerlendirmelerinin yöntemine ithal edilmesi için L-Tipi (5x5) Risk Değerlendirme Matrisi (RADM) kullanılmıştır.

Geliştirilen yöntemde tersaneler için belirlenen her bir tehlike için önlem alternatifleri ortaya konulmuş, incelenen tersanelerin söz konusu önlem alternatiflerini uygulayıp uygulamadığı ve önceki dönemlerde meydana gelmiş olan kazalara ilişkin veriler dikkate alınmıştır.

Bunun yanı sıra yöntemde her bir tehlike için, tehlikenin önlenmesi amacıyla ayrılan süre göz ardı edilmemiştir. Böylece her bir tehlikenin tek başına oluşturduğu risk konusunda gerçekçi bir veri ortaya konmuştur. Ayrıca iş sağlığı ve güvenliği uzmanlarına modele girilen olasılık, şiddet, önlem alternatifleri gibi veriler üzerinde değişiklik yapma hakkı tanınarak tecrübe/görüşlerini modele yansıtma imkânı sağlanmıştır.

Ayrıca her bir tehlikenin oluşturduğu risk toplanarak tersanenin genel risk skoru elde edilmiştir. Bu da tersaneler arasında risk sıralaması yapılabilmesine olanak tanımaktadır. Yapılan çalışmada X, Y ve Z tersanelerin geliştirilen yöntemle genel risk skorları hesaplanmıştır. Çalışma neticesinde yapılan sıralamada X tersanesi en riskli, Y tersanesi en az riske sahip tersane olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmada;

- Tersanelerin iş sağlığı ve güvenliği riski analizinde, çok kriterli karar verme yöntemlerinin uygulanmasının risk değerlendirmesini daha gerçekçi sonuca yaklaştıracığı,

- L-Tipi (5x5) Risk Değerlendirme Matrisi (RADM) yöntemine iş kazaları neticesinde elde edilen AHP ağırlıklandırmasının entegre edilmesinin risk skorunu değiştireceği,
- Tehlike büyüklüklerinin ağırlıklandırılması ile risklerin önceliklendirmesini değiştirebileceği,
- Her bir tehlike büyüklüklerinin belirlenmesi ile tersanelerde alınacak iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin doğru kurgulanması, önceliklendirilmesi ve bu sayede önemli derecede istihdam sağlayan ve ülke ekonomisine katkıda bulunan tersanelerin iş sağlığı ve güvenliği giderlerinin doğru yönetilmesine katkı sağlayacağı,
- Karar vericilerin tutarlılığının test edilmesinin çalışma sonuçlarına olan güveni artıracığı sonucuna varılmıştır.

Geliştirilen model ile bir tersanenin iş sağlığı ve güvenliği açısından taşıdığı risk tehlike bazında ve tersanenin bütünü için değerlendirilebilmektedir. Böylece karar vericilere hangi alanda ve hangi tehlikeye yönelik önlem almaları gerektiği konusunda yardımcı olacak gerçekçi bir yöntem sunulmaktadır.

Genel itibari ile tersanelerde iş sağlığı ve güvenliği konusunda risk analizine ilişkin çalışmalarda AHP ve 5x5 Tipi (L Tipi) Risk değerlendirme matrisinin birlikte kullanıldığı modele rastlanmamaktadır. Bu modelde, AHP'nin sağladığı nitel/nicel görüş/düşüncelerin dikkate alınması avantajı ile 5x5 Tipi (L Tipi) Risk değerlendirme matrisinin sadelik, anlaşılabilirlik ve kolay uygulanabilme gibi avantajları birleştirilmiştir. Böylece tersanelerin risk değerlendirilmesinde kullanılacak güvenilir ve pratik bir model oluşturulması hedeflenmiştir.

Tersanelerde risk analizine ilişkin yapılan çalışmalarda genel olarak Fine-Kinney, Hata Ağacı Analizi ve Bayes Ağı yöntemleri kullanıldığı gözlenmiştir. Fine-Kinney yönteminde meydana gelmiş iş kazasının sıklığı risk hesabına katıldığından 5x5 Tipi (L Tipi) Risk değerlendirme matrisine göre daha güvenilir sonuç verdiği söylenebilir. Ancak geliştirilen modelde AHP ağırlıklandırması sürecinde meydana gelmiş kazaların dikkate alınmasından dolayı bu eksikliğin giderildiği değerlendirilmektedir.

Tek bir kaza olayına odaklanan Hata Ağacı Analizi bir tehlikeyi ayrıntılı bir olarak analiz etmeyi imkân verir; ancak tersanelerin kendi aralarında sıralanmasını sağlayacak sayısal veri ortaya koymamaktadır. Bu nedenle çalışmada ulaşılmaması istenen amaçlardan biri

olan tersaneler arasında karşılaştırma yapılması açısından geliştirilen modelin Hata Ağacı Analizine nazaran daha uygun olduğu değerlendirilmektedir.

Tüm değişkenlerin birbirleriyle olan olasılıksal bağımlılığı göz önünde bulunduran Bayes Ağları ile risk Analizi yöntemine göre bu çalışmada geliştirilen modelin daha sade ve kolay olduğu değerlendirilmektedir.

Gelecek dönem çalışmacıların; benzer tipte bir çalışmayı diğer sektörlerde uygulayarak seçtikleri sektörler içerisinde iş sağlığı ve güvenliği açısından işletmeleri risk skorlarına göre sıralayabileceği önerilebilir. Ayrıca literatür taramalarında da görüldüğü üzere inşaat ve maden gibi riskli bulunan sektörlerde çok sayıda çalışmalar mevcuttur. Ancak; istihdamın en yoğun olduğu, ülke ekonomisine oldukça büyük katkıları olan ve endüstriyel potansiyeli yüksek olan Gemi İnşaat sanayisinde alan çalışmalarının artırılması çalışmanın geliştirilmesi bakımından önem taşımaktadır.

## **KAYNAKÇA**

Accola, W.L. (1994), "Assessing Risk And Uncertainty In New Technology Investments", Accounting Horizons, 8 (3), 19-35.

Aminbakhsh, S., M. Gündüz ve R. Sönmez. (2013), "Safety Risk Assessment Using Analytic Hierarchy Process (AHP) During Planning And Budgeting Of Construction Projects", Journal of Safety Research, 46, 99-105.

Barlas, B. (2012), "Shipyard fatalities in Turkey", Safety Science, 50, 1247-1252.

Basuki, M., Djauhar, M., Nugroho, S., Dinariyana, A.A.B., (2014), "Probabilistic risk assessment of the shipyard Industry using the Bayesian Method", International Journal of Technology. 1, 88-97.

Burgazoğlu, H. (2015), "Macbeth", B. F. Yıldırım, E. Önder (Ed.), Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, Bursa, Dora Yayınları.

Ceylan, H. and V.S. Başhelvacı (2011), "Risk Analysis With Risk Assessment Matrix Method: An Application", International Journal of Engineering Research and Development, 3, 25- 33.

Chen S.J. and C.L. Hwang (1992), "Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Methods. In: Fuzzy Multiple Attribute Decision Making", Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, 375, Springer, Berlin, Heidelberg.

Çelikaş, B. and N. Ünlü (2018), "Creating An Exemplary Risk Assesment Report By Using Risk Assessment Decision Matrix Method", International Journal of Social Science, 65, 483-504.

Çinicioğlu, E. N., Atalay, M., Yorulmaz, H. (2013), "Trafik Kazaları Analizi için Bayes Ağları Modeli", Bilişim Teknolojileri Dergisi, 6(2), 41-52.

Department of Defence (DoD), (2000), *Standard Practice for System Safety*, MILSTD-882D.

Erdoğan, A., (2015), "Hata Ağacı Analizi, Literatür Araştırması ve Orta Ölçekli Bir İşletmede Uygulama", ÇSGB Çalışma Dünyası Dergisi, 3(1), 106-122.

Eroğlu, E. ve F. Lorcu (2007), "Veri Zarflama Analitik Hiyerarşi Prosesi (VZAHP) İle Sayısal Karar Verme", İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme Dergisi, 36 (2), 30-53.

European Comission Statistics Institute (2018), [https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=sdg\\_08\\_60](https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=sdg_08_60). Erişim Tarihi: Ağustos, 2018.

Güler, A. (2015), "Gemi Bakım Onarım Sektöründe Kimyasal Risk Değerlendirmesi", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Güner, H. (2005), “Bulanık AHP ve Bir İşletme İçin Tedarikçi Seçimi Problemine Uygulaması”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi - Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Güner, R. (2013), “Tersane Sektöründe Meydana Gelen İş Sağlığı ve Güvenliği Değişimi (2003-2013)”, Mühendis ve Makine, 54 (642), 24-28.

Hafeez K., N. Malak and Y. Zhang (2007), “Outsourcing Non-Core Assets and Competences of A Firm Using Analytic Hierarchy Process”, Computers and Operations Research, 34 (12): 3592-3608.

Koltan, Orhon, ve ark. (2010), “Risk Değerlendirmede Kullanılan L Tipi Karar Matrisi Yönteminin İşçi Sağlığı Uygunluğunun Değerlendirilmesi”, Türk Tabipler Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi, 4, 38- 43

Lee, E., Park, Y., Shin, J.G., (2009), “Large Engineering Project Risk Management using a Bayesian Belief Network”, Expert Systems with Application, 36(3), 5880-5887.

Millet, I. and Wedley, W.C. (2002), “Modelling Risk And Uncertainty With The Analytic Hierarchy Process”, Journal of Multi-Criteria Decision Analysis, 11, 97-107.

Monforte, P. M., Oliveirab, U. R., Rochaa, H. M., (2015), “Failure Mapping Process: An Applied Study In A Shipyards Facility”, Brazilian Journal of Operations & Production Management, 12, 124-134.

Mustafa, M.A. and J.F. Al-Bahar (1991), “Project Risk Assessment Using The Analytic Hierarchy Process”, IEEE Transactions on Engineering Management, 38 (1), 46-52.

Myers, J.H. and M.I. Alpert (1968), “Determinant Buying Attitudes: Meaning and Measurement”, Journal of Marketing, 32 (July), 13-20.

Okumuş, D., Barlas, B., (2016), “Gemi İnşaatı Sektöründe 5x5 Analiz Matrisi ve Fine-Kinney Yöntemlerinin Uygulamalı Bir Karşılaştırması”, Gemi ve Deniz Teknolojisi Dergisi, 22(204-205), 95-106.

Oturakçı, M., Dağsuyu, C., (2017), “Risk Değerlendirmesinde Bulanık Fine-Kinney Yöntemi ve Uygulaması”, Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, 1(1), 17-25.

Özkılıç, Ö. (2005), “İş Sağlığı ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri”, Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu (TİSK), Ankara, 219.

Remolina, F. (2017), “Shipyards Project Management”, Project Managers, 1st Ed.

Saaty, T.L. (1980), The Analytic Hierarchy Process, New York: Mc Graw Hill.

Sanchez, Pérez ve ark. (2014), “The Shipbuilding and Naval Repair Sector in the Atlantic Area”, Journal of Maritime Research, 11 (1), 99-107.

Sarul L.S. and Ö. Eren (2016), “The comparison of MCDM Methods Including AHP, TOPSIS and MAUT with an Application on Gender Inequality Index”, European Journal of Interdisciplinary Studies, 4(2), 181-194.

Senger, Ö. ve Ö. Karadağ Albayrak (2016), “Gri İlişki Analizi Yöntemi İle Personel Değerlendirme Üzerine Bir Çalışma”, Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, 17, 235-258.

Stoneburner, G., A.Y. Goguen, and A. Feringa (2002), Sp 800-30, Risk Management Guide for Information Technology Systems

Sum, R. (2015), “Risk Prioritisation Using The Analytic Hierarchy Process”, Proceedings of the and Innovation and Analytics Conference & Exhibition.

T.C. Ekonomi Bakanlığı (2016), Gemi İnşa Sektörü, [https://ticaret.gov.tr/data/5b87000813b8761450e18d7b/Gemi\\_%C4%B0nsa\\_Sanayi.pdf](https://ticaret.gov.tr/data/5b87000813b8761450e18d7b/Gemi_%C4%B0nsa_Sanayi.pdf), Erişim Tarihi : 28 Eylül 2018.

Watson, H. A. (1961), “Lunch Control Safety Study”, Section VII Vol. 1, Bell Labs., Murray Hill, NJ, 1961.

Zahedi, F. (1986), “The Analytic Hierarchy Process- A Survey of The Method And Its Applacitions”, Interfaces, 16 (4).