

## GEMİ GERİ DÖNÜŞÜM TESİSLERİ VE RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Ayhan MENTEŞ, Mehmet YİĞİT

\* İstanbul Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi  
[mentes@itu.edu.tr](mailto:mentes@itu.edu.tr), [yigitmeh35@gmail.com](mailto:yigitmeh35@gmail.com)

### ÖZET

Dünyada çevre koruma bilinci artarken, geri dönüşüm endüstrileri de önem kazanmaktadır. Deniz endüstrisinde, hizmet süresini dolduran gemiler geri dönüşüm tesislerinde işlenerek sektörün ihtiyacı olan malzeme tedarikine katkı sağlarlar. Gemi geri dönüşüm endüstrisi, ekonomilere olumlu katma değer sağlarken, sağlık ve güvenlik açısından ciddi riskler içerir. Bu endüstride, potansiyel riskleri önlemek veya en azından azaltabilmek için risk analizi yapmak ve operasyonlardaki emniyet gereksinimlerini karşılamak gerekir.

Bu çalışmada, başlangıçta gemi geri dönüşüm endüstrisindeki mevcut kural & düzenlemeler incelenmekte ve sektörün Türkiye’de durumu değerlendirilmektedir. İzmir Aliğa’da, bir gemi geri dönüşüm tesisi saha operasyonlarında ortaya çıkan potansiyel riskler Hata Modları ve Etkileri Analizi (FMEA) yaklaşımıyla incelenmektedir. Daha sonra, her potansiyel risk için risk öncelik sayısı (RPN) hesaplanmakta ve RPN değerlerinden elde edilen kritik riskleri önlemeye ya da en azından azaltmaya dönük bir takım çıkarımlar yapılmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Gemi geri dönüşümü; risk değerlendirmesi; emniyet analizi; hata modları ve etkileri analizi; risk öncelik sayısı.

### 1. Giriş

Deniz endüstrisinde, gemilere ekonomik olarak artık karlı olamadığı veya teknik olarak artık hizmet veremeyeceği bir tasarım ömrü verilir. Ekonomik ömrünü dolduran gemiler, turizm gibi farklı amaçlara hizmet verebilir veya gemi geri dönüşüm tesislerinde geri dönüştürülebilir. 2009 yılında dünyada yaklaşık 4,7 milyon tonluk gemi sökümü yapılmıştır. 2009 yılında tonaj olarak en fazla gemi söküm işleminin yapıldığı ülkeler sırasıyla Bangladeş (%50), Hindistan (%28), Türkiye (%13), Çin (%3) ve Pakistan (%2)’dir (Bois, 2020).

Gemi geri dönüşüm endüstrisinin ana ürünü çeliktir. Çeliğin yanı sıra motorlar, vinçler, cankurtaran botları, kurtarma botları, kompresörler, yangın söndürme sistemleri, separatörler, deniz suyu ve balast pompaları ve santraller gibi donanımlar gemi inşa endüstrisine yeniden kazandırılır ve yeniden kullanılır. Ayrıca, pirinç, krom ve bakır hurdaları da geri dönüştürülür. Geri dönüşümle elde edilen malzeme, sadece söküm işleminin gerçekleştiği ülkede iç ihtiyacı sağlamakla kalmaz, aynı zamanda ihraç da edilir (T.C. Cumhurbaşkanlığı Devlet Denetleme Kurulu, 2008).

Gemi geri dönüşüm sektörü, karbon ve oksijen kullanım miktarını azaltarak daha çevreci bir dünyaya katkıda bulunur. Bu endüstri, Uluslararası Denizcilik Örgütü tarafından "yeşil endüstri"

olarak kabul edilir. Gemi geri dönüşümü ile çelik üretimi sadece çevre dostu değil, aynı zamanda daha ekonomiktir. Cevheri çıkarma, eritme ve haddeleme gibi geleneksel yöntemleri kullanarak çelik üretmek büyük miktarda enerji tüketimine sebep olur ve daha yeşil teknolojilerle çelişir. Ayrıca, kömür ve kireç taşı gibi çelik üretimi için kullanılan demir cevherleri veya diğer mineraller, yeryüzündeki geniş alanları tahrip eden yeraltı madenlerinden çıkarılır. Gemi geri dönüşümünden çelik üretimi, atmosfere salınan sera gazı miktarını azaltmaya da yardımcı olur. Bir ton hematit madenini endüstriyel dökme demire dönüştürmek için 7400 MJ gereklidir ve süreçte atmosfere 2200 kg CO<sub>2</sub> salınır. Gemi geri dönüşümü ile aynı miktarda dökme demir üretmek için sadece 1350 MJ enerjiye ihtiyaç duyulur ve atmosfere 280 kg CO<sub>2</sub> salınır (Gemi Geri Dönüşüm Sanayicileri Derneği, 2018).

Cevherden üretmek yerine hurda çeliği geri dönüştürerek;

- % 74 'e kadar enerji tasarrufu,
- % 40 'a kadar daha az su kullanımı,
- % 76'ya kadar su kirliliği azaltımı,
- Hava kirliliğinde % 86 azalma,
- Mineral atıklarda % 97 oranında azalma gözlenmektedir.

Gemi geri dönüşüm endüstrisinin ekonomi ve sürdürülebilir üretim üzerinde çok olumlu etkileri vardır. Geleneksel yöntemler yerine geri dönüşümden çelik üreterek karbondioksit salınımı ve enerji açısından kazanç sağlanabilir. Bununla birlikte, endüstride gemi sökme işlemlerinde ana olumsuz etki çevreye salınan toksik maddelerdir.

Bu çalışmada, gemi geri dönüşüm endüstrisi için sektörde geçerli kural ve düzenlemeler incelenmekte, Türkiye gemi geri dönüşüm tesisleri konusunda bilgi verilmekte ve İzmir Aliğa'da bir gemi geri dönüşüm sahasında potansiyel riskler Hata Modları ve Etkileri Analizi (FMEA) yaklaşımıyla incelenmektedir. FMEA, potansiyel risklerin tayini, risk parametrelerinin değerlendirilmesi ve emniyet gereksinimlerinin yerine getirilmesine yardımcı olan bir yaklaşımdır. FMEA'da, potansiyel risklerin şiddet, tespit edilebilirlik ve oluşma sıklıkları kullanılarak Risk Öncelik Sayıları (RPN) hesaplanır. Uzmanlar, hesaplanan RPN değerlerinden kritik riskleri tespit ederek bu riskleri ortadan kaldıracak ya da en azından etkisini azaltacak eylem planları gerçekleştirirler.

## 2. Gemi Geri Dönüşüm Endüstrisi Düzenlemeleri

Çevre sağlığı ile ilgili küresel farkındalığın artmasıyla, gemi geri dönüşüm endüstrisi çalışanlarının sağlık ve güvenlik koşullarını arttıran, toksik maddelerin kullanım ve taşınmasına kısıtlamalar getiren bazı düzenlemeler yapılmıştır. Basel Konvansiyonu, 178 ülke tarafından imzalanan, gemi geri dönüşümü ve toksik atıkların yönetimi hakkındaki ilk küresel sözleşmedir. 22 Mart 1989'da imzalanmış ve 1992'den itibaren yürürlüğe girmiştir. Sözleşmenin temel amacı, insan sağlığını ve çevreyi korurken, tehlikeli atıkların üretim, taşınma ve imha süreçlerini yönetmektir. Basel Sözleşmesi tehlikeli maddelerin taşınmasına kısıtlamalar getirir. Bu protokolde, "Önceden bildirilmiş onay" adı verilen taşımacılık ile ilgili bir prosedür uygulanırken taşıma belirli koşullarda yasaklanır. Tehlikeli atıkların taşınmasını yasaklayan koşullar şunlardır (Kaya, 2012):

- Tehlikeli atık ithalatını yasaklayan bir ülkeye,
- Tehlikeli atıkları güvenli bir şekilde yönetemeyen bir ülkeye,
- Sözleşmeyi imzalamayan bir ülkeye,
- 60<sup>0</sup> güney paralelinin güneyinde olan bir yere.

Basel Konvansiyonu, gemi geri dönüşümü hakkında herhangi bir şeyden bahsetmemektedir. Tehlikeli maddelerin yönetilmesi amacına sahiptir, ancak çoğu gemi tehlikeli maddeler içerdiğinden sektörde dolaylı olarak gemi geri dönüşüm düzenlemesi olarak kabul edilmektedir. 2004 yılında Basel sözleşmesi, hurda gemileri içine alarak tehlikeli maddelerin tanımını genişletmiştir. Bu nedenle, hurdaya taşınan gemiler için "önceden bildirilmiş onay" zorunludur. Ayrıca, hurda gemiyi ithal eden ülkelere, gemilerdeki toksik maddeler hakkında bilgiler verilmesi konusunda gemi sahiplerini zorlamaktadır.

15 Mayıs 2009 tarihinde kabul edilen Hong Kong Uluslararası Konvansiyonu, hurdaya çıkarılmak üzere satılan gemilerin asbest, ağır metaller, hidrokarbonlar, ozon tabakasına zarar veren maddeler ve diğerleri gibi çevre için tehlikeli maddeler içerebilmesi de dahil olmak üzere gemi geri dönüşümü ile ilgili tüm konuları ele almayı amaçlamaktadır. Ayrıca, dünyanın gemi geri dönüşüm yerlerinin çoğunda çalışma ve çevre koşulları ile ilgili endişeleri de ele almaktadır. Hong Kong Konvansiyonu metni, Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) üye devletleri ve ilgili sivil toplum kuruluşlarının katkılarıyla ve Uluslararası Çalışma Örgütü ve Basel Sözleşmesinin Tarafları ile işbirliği içinde üç buçuk yılda geliştirilmiştir. Yeni sözleşmedeki düzenlemeler şunları kapsamaktadır:

- Gemilerin güvenliğinden ve operasyonel verimliliğinden ödün vermeden güvenli ve çevreye duyarlı geri dönüşümü kolaylaştıran gemilerin tasarımı, yapımı, işletimi ve hazırlanması,
- Gemi geri dönüşüm tesislerinin güvenli ve çevreye duyarlı bir şekilde işletilmesi,
- Belgelendirme ve raporlama gerekliliklerini içeren gemi geri dönüşümü için uygun bir yaptırım mekanizmasının oluşturulması.

Hong Kong Sözleşmesi'nin yürürlüğe girmesinden sonra, geri dönüşüme gönderilecek gemilerin her bir gemiye özgü tehlikeli maddeler envanterini taşıması gerekecektir. Sözleşme'nin ekinde, kurulumu veya kullanımı tersanelerde, gemi onarım sahalarında ve sözleşmeye taraf olanların gemilerinde yasaklanmış veya kısıtlanmış tehlikeli maddelerin bir listesi verilmektedir. Bu sözleşme ile gemilerden, tehlikeli maddelerin envanterini doğrulamak için bir ilk denetleme, geminin ömrü boyunca ek denetleme ve geri dönüşümden önce bir denetleme yapılması istenmektedir. Gemi geri dönüşüm tesislerinin, özelliklerine ve envanterine bağlı olarak, her geminin geri dönüşüm şeklini belirten bir "Gemi Geri Dönüşüm Planı" sağlaması gerekecektir. Tarafların kendi yetki alanlarındaki gemi geri dönüşüm tesislerinin sözleşmeye uygun olmasını sağlamak için etkili önlemler almaları istenecektir. Devletlere sözleşmenin teknik standartlarının erken uygulanmasında yardımcı olmak için aşağıdaki yönergeler geliştirilmiş ve kabul edilmiştir (IMO, 2020):

- MEPC.196 (62) sayılı kararla kabul edilen, 2011 Gemi Geri Dönüşüm Planının Geliştirilmesine Yönelik Kılavuz İlkeler,
- 2012 MEPC.210 (63) sayılı kararla kabul edilen, Güvenli ve Çevreye Duyarlı Gemi Geri Dönüşüm Kılavuzları,
- 2012 MEPC.211 (63) sayılı kararla kabul edilen, Gemi Geri Dönüşüm Tesislerinin Yetkilendirilmesine İlişkin Kılavuz ve

- 2015 MEPC.269 (68) sayılı kararla kabul edilen, Tehlikeli Maddeler Envanterinin Geliştirilmesine İlişkin Kılavuz.

Ayrıca, Devletlerin Sözleşme'nin yürürlüğe girmesinden sonra uygulanmasına yardımcı olmak için iki kılavuz daha geliştirilmiş ve kabul edilmiştir:

- 2012 MEPC.222 (64) sayılı kararla kabul edilen Hong Kong Konvansiyonu kapsamındaki gemilerin araştırılması ve belgelendirilmesine ilişkin Kılavuzlar ve
- 2012 Hong Kong Konvansiyonu kapsamındaki gemilerin denetimi için MEPC.223 (64) sayılı kararla kabul edilmiştir.

20 Kasım 2013 tarihinde, Avrupa Parlamentosu 30 Aralık 2013'e kadar yürürlüğe giren Avrupa Birliği (AB) Gemi Geri Dönüşüm Yönetmeliğini kabul etmiştir. Hong Kong Konvansiyonu ile aynı doğrultuda, bu yönetmeliğin gemi geri dönüşüm sahalarındaki sağlık ve güvenlik koşullarını artırma ve çevre kirliliği önleme amacı bulunmaktadır. Ayrıca, güvenli geri dönüşüm hakkında çok az şey yapan ve çevreyi kirleten tesislerde gemi geri dönüşüm operasyonlarını da engeller (The European Parliament, 2013).

Avrupa Parlamentosu tarafından tanımlanan tehlikeli maddelerin listesi;

- Asbest,
- Poliklor Bifeniller (PCB)
- Tribitül Kalay
- Perfloro oktan sülfonik asitler (PFOS)
- Kirlenme önleyici sistemler
- Ozon Tabakasını İncelten Maddeler (ODS)
- Benzin Çamurları.

olarak verilmektedir. Mevcut riskleri azaltmak için komisyon, AB işaretli gemilerin yalnızca sertifikalı gemi geri dönüşüm tesislerinde geri dönüşüm operasyonları yapılmasına izin vermektedir. AB bayraklı gemileri, tehlikeli madde belgeleri envanterine sahip olmaya zorlarken, gemi geri dönüşüm işlemi başlamadan önce gemi içindeki tüm tehlikeli maddeleri azaltmayı amaçlamaktadır.

### 3. Risk & Risk Analizi

Risk, tehlikeli bir olayın ya da belirsizliğin hedefler üzerindeki etkisinin birleşimidir. Belirsizlik, hedef başarısızlığı veya gecikme yaratabilecek iç ve dış faktörlerden kaynaklanmaktadır. Risk yönetimi, hedeflere ulaşma olasılığını arttıracak tüm optimizasyon sürecini kapsar. Net bir fayda artışı sağlamak için, riskin önlenmesi, riskin büyüklüğünü veya olasılığını azaltmaya yönelik tüm eylemleri kapsar (Purdy, 2010). Risk analizi, her bir riski, sonuçlarını ve bu sonuçların olasılığını anlama ile ilgilidir. Risk analizi, mevcut kontrolleri ve varsa kontrol boşluklarını dikkate alırken nicel, nitel veya yarı nicel şekillerde ifade edilebilir (ISO, 2018).

Risk analiz yöntemleri; temelde nicel ve nitel yöntemler diye ikiye ayrılır. Nicel risk analiz yöntemi, matematiksel bir model kurmak için her kayıp bileşenin bilinen ve varsayılan karakteristiklerini kullanır ve bunun içinde aşağıda sıralanan bilgilerin bir kısmını veya tamamını birleştirir:

- Hata oranları,
- Tamir oranları,
- Hedeflenen zaman,
- Sistem mantığı,
- Tamir zamanlamaları,
- İnsan hatası.

Nicel risk analizi, risk hesaplarında sayısal yöntemlere başvurur. Nicel risk analizinde tehdidin olma ihtimali, tehdidin etkisi gibi değerlere sayısal değerler verilir ve bu değerler matematik ve mantık metodları ile işlenip risk değeri bulunur. Nicel risk değeri;

$$\text{Risk} = \text{Tehdidin Olma İhtimali} \times \text{Tehdidin Etkisi}$$

formülü kullanılarak hesaplanır.

Nitel risk analizi ise, olası risk faktörlerini belirlemek ve olası risk faktörlerinin sonuçlarını veya sıklıklarını azaltmak için uygun tedbirleri saptamak için kullanılır. Bu teknik üzerinde düşünülen sistemin potansiyel kayıplarının bir listesini üretmeyi amaçlar. Bu nedenle yöntem bir giriş verisi olarak kayıp veriler yerine, mühendislik tahminlerine ve geçmiş tecrübelerine dayanır. Nitel risk analizinde, risk değerini hesaplarken ve/veya ifade ederken sayısal değerler yerine yüksek, çok yüksek gibi tanımlayıcı sözel değerler kullanılır (Mentes, 2010).

**Tablo 1.** Hata Modu ve Etkileri Analizi Hazırlık Tablosu

Parça / Fonksiyon	Potansiyel Hata(lar)	Hata Etkileri	Şiddet	Hata Sebepleri	Olasılık	Mevcut Süreç Kontrol	Saptanabilirlik	RPN	Önerilen Faaliyetler	Sorumluluk ve Hedef Bitiş Tarihi	Yapılan Faaliyetler	Yeni Şiddet	Yeni Olasılık	Yeni Saptanabilirlik	Yeni RPN

Hata modları ve etkileri analizi (FMEA), bir sistemin ve alt sistemlerinin potansiyel tüm hata türlerini ve etkilerini detaylı ve sistematik bir şekilde inceleyen güçlü bir analiz tekniğidir. FMEA’da hata olarak tanımlanan bir durum; bir sistemin ve/veya sistem bileşenlerinin fonksiyonlarını kaybetmesi ya da sistemin emniyetini ve güvenliğini tehlikeye atacaktır şekilde fonksiyonlarının bozulmasıdır. Ayrıca, güvenliğin tehlikeye girmesi, hem personel hem de çevre güvenliği açısından da risk oluşturur. FMEA yaklaşımında, potansiyel hataların

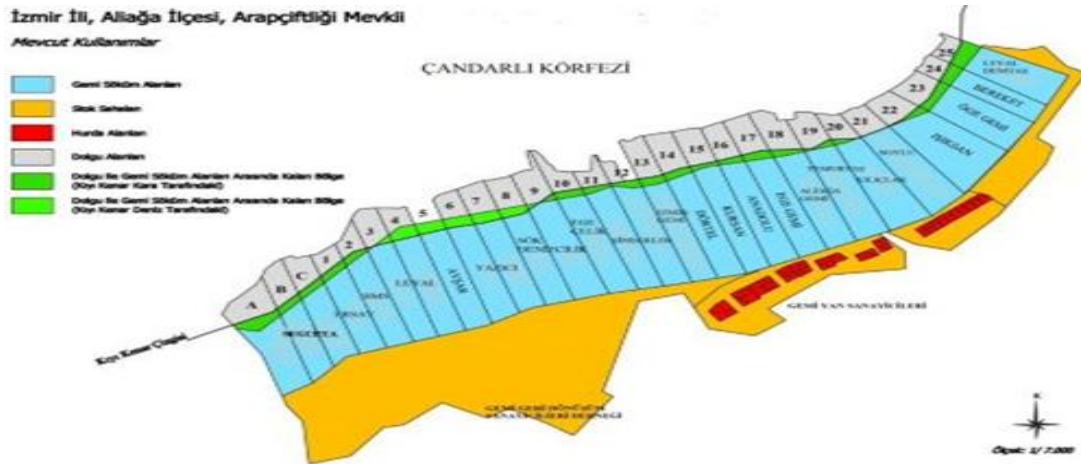
değerlendirmesinde ve hataların önem derecelerinin belirlenmesinde Risk Öncelik Sayıları (RPN) dikkate alınır. RPN değeri; şiddet (severity), oluşma sıklığı (occurrence) ve saptanabilirlik (detection) parametrelerinin çarpımıyla elde edilir.

$$RPN = \text{Şiddet} \times \text{Oluşma Sıklığı} \times \text{Saptanabilirlik}$$

FMEA tekniğinde tablolar kullanılır. Klasik bir FMEA tablosu; (1) Parça/Fonksiyon, (2) Potansiyel Hata(lar), (3) Hata Etkileri, (4) Hata Sebepleri, (5) Mevcut Süreç Kontrolleri, (6) Olasılık, (7) Şiddet, (8) Saptanabilirlik, (9) Risk Öncelik Sayısı, (10) Önerilen Faaliyetler, (11) Sorumluluk ve Hedef Bitiş Tarihi (12) Yapılan Faaliyetler, (13) Yeni Olasılık, Şiddet ve Saptanabilirlik değerleri (14) Faaliyet Sonrası Risk Öncelik Sayısı vb. içermektedir (Tablo 1).

#### 4. Türkiye Gemi Geri Dönüşüm Endüstrisi

Türkiye, OECD ülkeleri içerisinde gemileri geri dönüştürebilen nadir ülkelerden biridir. İzmir Aliağa'da, hurda gemi sökümü ile yılda 250.000 ton çelik geri kazanılırken sektörde binlerce işçi istihdam edilmektedir. İzmir Aliağa'da 07.10.1974 tarihli Bakanlar Kurulu Kararı ve 7/8951 sayılı Kanun ile gemi geri dönüşümü için lisanslı 22 şirket bulunmaktadır Aliağa, İzmir gemi söküm tesisleri (Gemi Geri Dönüşüm Sanayicileri Derneği, 2019) (Şekil 1, Tablo 2). Türkiye, dünyadaki en büyük onuncu çelik üreticisi olarak kabul edilirken, gemi geri dönüşüm tesislerinden gelen hurda demirinin % 2'si, dünyadaki gemi filosunun yaklaşık% 4'ü geri dönüştürülmektedir. Toplam 29 parsel arazide, yıllık 250.000 ton çelik geri dönüştürülmekte, alt sanayi dahil 2.4 milyar \$ ekonomiye geri kazanılmaktadır. Bu durum, Türkiye ye katma değer yaratıyor olsa da, gelişmiş ülkelerin Türkiye'yi toksik bir atık alanı olarak kullandığını da göstermektedir. Bu endüstrinin ana tüketim malzemesi çoğunlukla 20 yaşından büyük gemiler olduğundan, içerdikleri toksik madde miktarı Greenpeace gibi kurumların da dikkatini çekmektedir. Asbest ve PCB gibi tehlike içeren maddelerin uygun bir şekilde imha edilmeden Türkiye'ye sökülme üzere gönderildiği ileri sürülmektedir. Greenpeace, gemi geri dönüşüm sürecinin hem çevre hem de insanlar için daha güvenilir bir hale getirilmesi için, söküm tesislerinde hükümetler tarafından önleyici tedbirlerin alınması gerektiğini savunmaktadır (Vardar ve Harjano, 2002).



Şekil 1. Aliağa, İzmir gemi söküm tesisleri (Gemi Geri Dönüşüm Sanayicileri Derneği, 2019).

**Tablo 2.** Aliğa, İzmir Yıllık Gemi Geri Dönüşüm Kapasitesi

	<b>Aliğa Gemi Söküm Bölgesinde Faaliyet Gösteren Şirketler</b>	<b>Yıllık kapasite (×1000 ton)</b>
1	Anadolu Gemi Geri Dönüşüm	40
2	Avşar Gemi Geri Dönüşüm	40
3	Butoni Gemi Geri Dönüşüm	40
4	Bereket Gemi Geri Dönüşüm	40
5	Cemsan Gemi Geri Dönüşüm	30
6	Demtaş Gemi Geri Dönüşüm	30
7	Dörtel Gemi Geri Dönüşüm	40
8	Ege Gemi Geri Dönüşüm	40
9	Aliğa Gemi Geri Dönüşüm	40
10	Gürsoy Gemi Geri Dönüşüm	25
11	Işıksan Gemi Geri Dönüşüm	50
12	Kalkavan Gemi Geri Dönüşüm	60
13	Karahhüseyinoğlu Gemi Geri Dönüşüm	40
14	Kursan Gemi Geri Dönüşüm	40
15	Leyal Gemi Geri Dönüşüm	55
16	İnmet Gemi Geri Dönüşüm	50
17	Cemaş Gemi Geri Dönüşüm	45
18	Öge Gemi Geri Dönüşüm	60
19	Sök Gemi Geri Dönüşüm	60
20	Şimşekler Gemi Geri Dönüşüm	60
21	Yazıcı Gemi Geri Dönüşüm	35
22	Resa Gemi Geri Dönüşüm	35
	<b>Toplam kapasite</b>	<b>955</b>

Türkiye, Akdeniz bölgesinde bir sanayi dalı olarak gemi geri dönüşümü yapan tek ülkedir. AB bayraklı gemilerin yaklaşık % 85'i Türkiye'de geri dönüştürülmektedir. Türkiye'nin başlıca avantajları;

- Pazara yakın olma,
- Tüm geri dönüşüm tesislerinin aynı bölgede bulunması (İzmir Aliğa),

- OECD'nin geri dönüşüm endüstrisine sahip üyesi olması,
- Nitelikli iş gücüne kolay erişim,
- Merkezi atık yönetim sisteminin olması.

Türkiye’de bir geminin geri dönüşüm ve kesiminde genelde aşağıdaki süreç takip edilir.

- Gemi Söküm Planının (SRP) hazırlanması (SRP’de geminin söküm yapılacak bölgeye varışından söküm işleminin tamamen bitişine kadar tüm işlem aşamalarının nasıl gerçekleşeceği ve geminin nasıl kesileceği detaylı bir şekilde belirtilmelidir).
  - Geminin gemi söküm bölgesine römorkörler yardımıyla getirilmesi,
  - Gümrük Müdürlüğü, Deniz Polisi, Liman Başkanlığı, Gümrük Muhafaza ve Survey kontrolleri – yakıt atıklarının tespiti,
  - Liman Başkanlığı’ndan gemi karaya yanaşma izin belgesinin alımı,
  - Geminin ilk kontrollerinin gerçekleştirilmesi,
    - Radyasyon, oksijen ve diğer gazların ölçümleri, asbest varlığının tespiti, asbestli bölgelerin işaretlenmesi, yetkili kişiler tarafından zararlı maddeler envanterinin oluşturulması (Gemi Sanayicileri Derneği),
    - Gemi envanterinde listelenmeyen ekipmanların ithalat kontrolleri ve tanımları (TV setleri, spor aletleri, forklift v.b.) (Gümrük Müdürlüğü, Liman Başkanlığı, Gümrük Muhafaza, Deniz Ticaret Odası, Gemi Tetkik Kurulu Uzmanları),
  - Çevre Bakanlığı’nın ve Gemi Sanayicileri Derneği’nin Tehlikeli Madde Envanterinde yer almayan diğer tüm tehlikeli madde ve atıkları incelemesi ve kontrolü (Tehlikeli madde envanterinin onayı için),
  - Notifikasyon onayı (Gemi söküm planı, tanık raporu, gemi envanter kaydı, tehlikeli madde tanımlama raporu),
  - Liman yetkililerinin söküm izni,
  - Gümrük ithalat prosedürü bitimi,
  - Asbest ve diğer tehlikeli maddenin gemiden sökümü ve lisanslı atık işleme tesislerine naklinin gerçekleştirilmesi (Gemi Sanayicileri Derneği),
  - SRP’ye göre gemi sökümüne başlanması ve devam ettirilmesi,
  - Mütimmim cüz malzemenin Gümrük Müdürlüğü’ne teslimi.
  - Geminin metalik kısmı dışındaki tüm atıkların ayrıştırılması, depolanması ve lisanslı firmalara nakliyesi,
  - Metalik aksamın demir çelik sektörünün istediği ebatlarda kesilmesi, yüklenmesi, tartım işleminin yapılması ve alıcıya ulaştırılmak üzere sevk edilmesi,
  - Geminin tavan kesimine başlanmadan önce gerekli izinlerin alınması (Gümrük Müdürlüğü),
  - Tavanın temizlenmesi, çıkan atığın Gemi Sanayicileri Derneği tarafından lisanslı firmalara sevki,
  - Tavanın parçalanma işleminin gerçekleştirilmesi,
- Gemi söküm bitiş raporunun hazırlanarak ilgili kurumlara bildirilmesi.

## 5. Gemi Geri Dönüşüm Tesisi Risk Yönetimi

Bu çalışmada, İzmir Aliğa’da gemi geri dönüşüm hizmeti veren bir şirketin gemi söküm/kesim operasyonu yaptığı sahada meydana gelen riskler değerlendirilmiş, kritik öneme sahip risklerin analizi ve değerlendirmesi yapılmıştır. Bu kapsamda hata modları ve etkileri analizi (FMEA) yöntemi kullanılmıştır. Gemi geri dönüşüm alanında kantitatif güvenlik analizi yapmak için



önce uzmanlardan oluşan bir ekip ile kalitatif analiz yapılmıştır. Saha yöneticisi liderliğinde toplanan ve teknik müdür, çevre mühendisi, 3 işçi temsilcisi, A Sınıfı HSE uzmanı, şirket doktoru ve işveren temsilcisinden oluşan bir risk değerlendirme ekibi bu analize katılmıştır. FMEA analizinin gerçekleştirilmesinde aşağıdaki işlemler yapılmıştır.

- Gemi geri dönüşüm süreç tanımlaması,
- Süreç için temel kuralların oluşturulması,
- Proses ve alt proseslerin belirlenmesi,
- Tehlike ve risklerin belirlenmesi, etkilerinin tanımlanması,
- Şiddet, oluşma sıklığı ve saptanabilirlik değerleri ataması,
- RPN değerlerinin hesaplanması,
- Kritik riskler için düzeltici/önleyici önlemlerin alınması,
- Yeni RPN değerlerinin hesabı ve sonuç derlemesi.

Potansiyel riskler için olasılık, şiddet ve frekans değerlerine puan verilmesinde Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5 kullanılmıştır.

**Tablo 3.** Olasılık Değerleri

Olasılık (zararın gerçekleşme olasılığı)	Olasılık Değeri
Zararın gerçekleşmesi beklenir, neredeyse kesin	10
Gerçekleşme ihtimali yüksek / oldukça mümkün	6
Gerçekleşme ihtimali olası	3
Gerçekleşme ihtimali mümkün, fakat oldukça düşük	1
Zararın gerçekleşmesi beklenmez fakat yine de mümkün	0,5
Zararın gerçekleşmesi beklenmez, imkansıza yakın	0,2

**Tablo 4.** Şiddet Değerleri

Şiddet (İnsan üzerinde yaratacağı tahmini zarar)	Şiddet Değeri
Birden fazla ölümlü kaza	100
Ölümlü kaza	40
Kalıcı hasar / yaralanma, iş kaybı	15
Önemli hasar / yaralanma, dış ilkyardım ihtiyacı	7
Küçük hasar / yaralanma, dahili ilkyardım	3
Ucuz atlama	1

**Tablo 5.** Frekans Değerleri

Frekans (Tehlikeye zaman içerisinde maruz kalma miktarı)		Frekans
Rutin olmayan işler	Rutin işler	
Hemen hemen sürekli	bir saatte birkaç defa	10
Sık	günde bir veya birkaç defa	6
Ara sıra	haftada bir veya birkaç defa	3
Sık değil	ayda bir veya birkaç defa	2
Seyrek	yılda birkaç defa	1
Çok seyrek	yılda bir veya daha seyrek	0,5

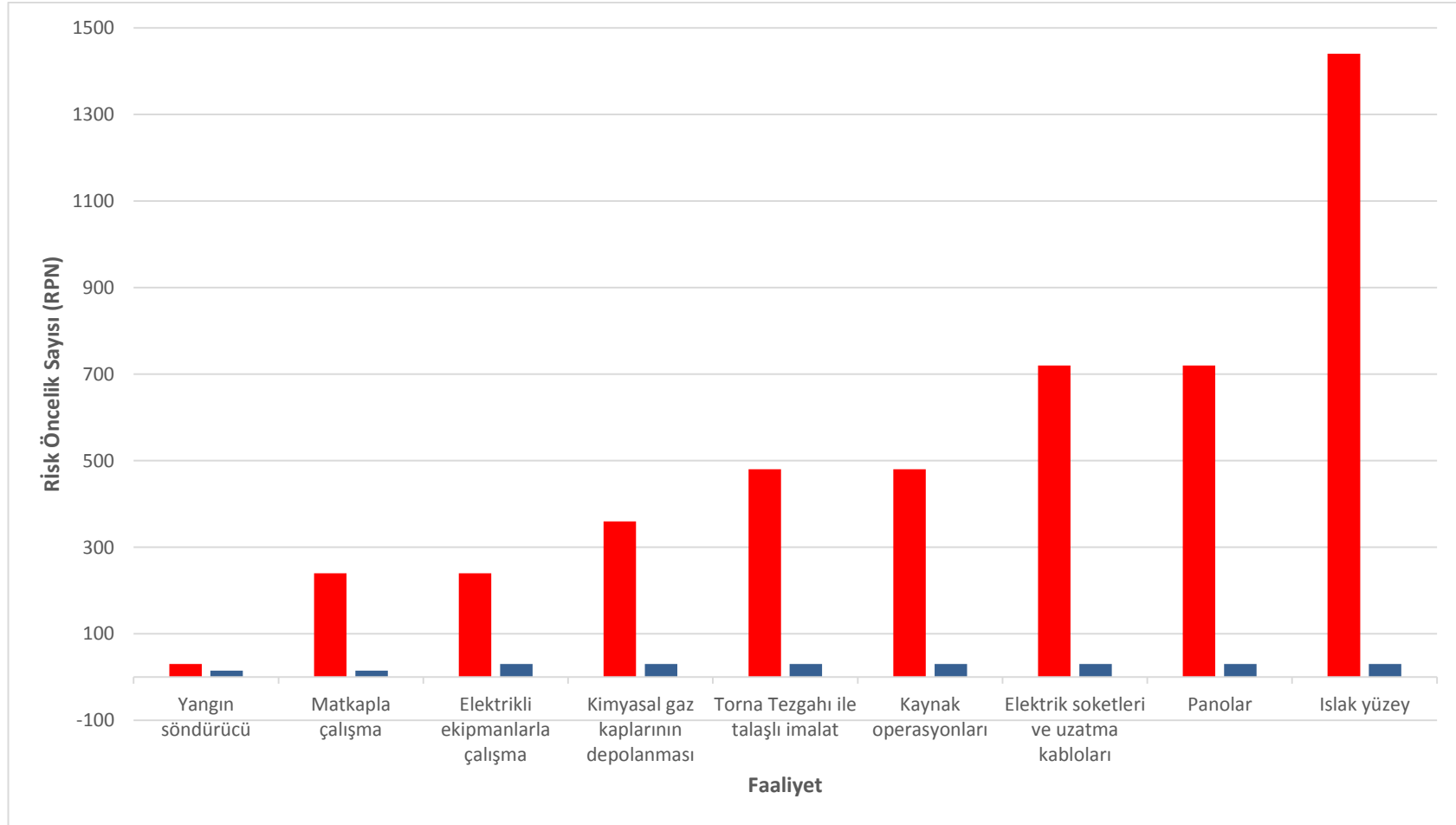
Risk ekibi tarafından saha operasyonlarında saptanan en kritik potansiyel riskler Tablo 6’da verilmektedir. Tablo 6’da görüldüğü gibi en fazla riskin meydana geldiği ve en yüksek RPN değerine sahip olan durum ıslak zemin çalışmalarıdır. Bunu elektrik soketleri, uzatma kabloları ve elektrik panoları ile ilgili faaliyetler izlemektedir. Ekip tarafından Tablo 6’da yer alan dokuz kritik riskin ortadan kaldırılması ya da en azından etkisinin azaltılması için bir takım önlemler alınmıştır. Bu önlemler ve alınan önlemler sonucu yeniden hesaplanan RPN değerleri Tablo 7’de verilmektedir. Yangın söndürme faaliyetinde sahada sürekli 6 kg yangın söndürücü bulunması riski azaltmaya ciddi katkı sağlayacaktır. Matkap ile çalışırken ortamda uyarı işaretlerinin olması ve güvenlik gözlüklerinin kullanılması gereklidir. Elektrikli ekipmanlarla çalışılırken 80db ve üzerinde gürültüye maruz kalan tüm işçilere kulaklık verilmesi personelde geçici ya da kalıcı işitme kayıplarının önüne geçecektir. Kimyasal gaz kaplarının depolanması sırasında gaz kaplarını çevrelemek için katı malzemeler kullanılmalıdır. Torna tezgâhı ile talaşlı imalat faaliyetinde riskleri azaltmak için personele düzenli eğitimler vermek ve çalışma sahasında işletme talimatları bulundurmak gerekmektedir. Kaynak operasyonları sırasında çalışma zemini izole edilmelidir. Röle elektrik devresine bağlı olmalıdır. Elektrik soketleri ve uzatma kablolarında standartlara uygun ekipman kullanılması önen arz etmektedir. Elektrik panoları fonksiyonunda, elektrik beslemesi mobil tablolardan alınmalıdır. Islak yüzeye sahip saha çalışmalarında elektrik işleri yapılması yasaklanmalıdır. Operasyon sahasında bu tip önlemlerin alınması, risklerin etkilerinin azaltılmasına ve risk öncelik sayılarının küçültülmesine ciddi katkı sağlamaktadır (Şekil 2).

**Tablo 6.** Geri Dönüşüm Sahası Riskleri ve RPN değerleri.

Faaliyet	Tehlike	Risk	Oluşma Sıklığı	Şiddet	Saptanabilirlik	RPN
Yangın söndürücü	Potansiyel yangını önleme eksikliği	Yangın, patlama, elektrik çarpması	1	15	2	30
Matkapla çalışma	Koruyucu gözlük kullanmama	Kıvılcım veya çapağın göze zarar vermesi	2	40	3	240
Elektrikli ekipmanlarla çalışma	Kulaklık takmama	İşitme kaybı	3	40	2	240
Kimyasal gaz kaplarının depolanması	Gaz kaplarının hareketsiz hale getirilmemesi	Yangın, patlama, zehirli gaz salınımı	3	40	3	360
Torna Tezgahı ile talaşlı imalat	Parçanın iyi bağlanamama sonucu fırlaması	Parça fırlama sonucu yaralanma, ölüm	6	40	2	480
Kaynak operasyonları	Yalıtımsız kaynak ekipmanları	Yangın, patlama, zehirlenme, ölüm	2	40	6	480
Elektrik soketleri ve uzatma kabloları	Standartlara uymayan elektrik aktarım elemanlarının kullanımı	Yangın, patlama, elektrik çarpması	3	40	6	720
Panolar	Standarta uygun olmayan panoların kullanımı	Yangın, patlama, zehirli gaz salınımı	6	40	3	720
Islak yüzey	Islak zeminde çalışma	İş kazaları, elektrik şok,	6	40	6	1440

**Tablo 7.** Geri Dönüşüm Sahasında Alınacak Düzeltici / Önleyici Tedbirler Sonrası RPN değerleri.

<b>Faaliyet</b>	<b>Düzeltici / Önleyici Tedbirler</b>	<b>Risk</b>	<b>Oluşma Sıklığı</b>	<b>Şiddet</b>	<b>Saptanabilirlik</b>
Yangın söndürücü	Sahada sürekli 6 kg yangın söndürücü bulunmalıdır.	1	15	1	15
Matkapla çalışma	Ortamda sürekli uyarı işareti bulundurulmalı, güvenlik gözlükleri kullanılmalıdır.	1	15	1	15
Elektrikli ekipmanlarla çalışma	80db alanda kalan tüm işçilere kulaklık verilmelidir.	1	15	2	30
Kimyasal gaz kaplarının depolanması	Gaz kaplarını çevrelemek için katı malzemeler kullanılmalıdır.	1	15	2	30
Torna Tezgahı ile talaşlı imalat	Personele düzenli eğitimler verilmeli ve ortamda işletme talimatı mevcut olmalıdır.	1	15	2	30
Kaynak operasyonları	Çalışma zemini izole edilmelidir. Röle elektrik devresine bağlı olmalıdır.	1	15	2	30
Elektrik soketleri ve uzatma kabloları	Standartlara uygun ekipman kullanılmalıdır.	1	15	2	30
Panolar	Elektrik beslemesi mobil tablolardan alınmalıdır.	1	15	2	30
Islak yüzey	Islak alanlarda, yağmur veya kar yağarken elektrik işleri yapılmamalıdır.	1	15	2	30



Şekil 2. Geri Dönüşüm Tesisi Sahasında Gerçekleştirilen Faaliyetlerde RPN değişimi.

## 6. Sonuçlar

Bu çalışmada, gemi geri dönüşüm endüstrisindeki mevcut kural & düzenlemeler incelenmiş ve sektörün Türkiye’de durumu değerlendirilmiştir. Türkiye de gemi geri dönüşüm tesislerindeki potansiyel tehlikelere dikkat çekmek amacıyla, İzmir Aliağa da faaliyetlerine devam eden bir gemi geri dönüşüm firmasının saha operasyonları incelenmiştir. Saha operasyonlarında ortaya çıkan kritik riskler değerlendirmiş ve bu kapsamda FMEA yöntemi kullanılmıştır. FMEA, sadece tesislerdeki potansiyel risklerin belirlenmesine yardımcı olmakla kalmayıp, aynı zamanda riskleri önem sırasına koyarak önleyici ölçümler almaya da olanak verir.

İşçi sağlığını korumak, çevre güvenliğini arttırmak ve operasyon bölgelerindeki riskleri azaltmak için gemi geri dönüşüm tesislerine ilişkin kural ve düzenlemeler geliştirilmektedir. Hong Kong ve Avrupa Birliği Gemi Geri Dönüşüm Yönetmelikleri hurdaya çıkarma sürecinde izlenmesi gereken temel yükümlülükleri ortaya koymaktadır.

Gemi geri dönüşüm operasyonları ekonomilere ciddi faydalar sağlamaktadır. Gemi hurdaya çıkarma işlemleri pazara geri dönüştürülmüş çelik tedarik etmekte, böylece dünya çapında binlerce işçiyi istihdam ederken karbon, enerji ve oksijen kullanımını azaltmaktadır.

İzmir Aliağa’da 35.000 metrekarelik alanda faaliyet gösteren firmalar, eski gemileri geri dönüştürerek farklı endüstrilere ekipman ve çelik tedarik hizmeti vermektedir. Gelecekte, bu endüstri kolunda hizmet veren kurum ve kuruluşlara dönük yapılacak daha etkin ve yatırım gücü daha yüksek düzenlemeler ve yükümlülükler ile daha çevreci, daha güvenilir ve katma değeri daha yüksek geri dönüşüm endüstrileri ülkelere kazandıracaktır.

## Referanslar

- [1] Bois, Robin Des, February 2020. Overview: from October 1 to December 31, 2019 + Overview 2019. Shipbreaking, Bulletin of Information and Analysis on Ship Demolition, # 58.
- [2] Firma Yerleşim Planı. <https://www.gemisander.com/firma-yerlesim-plani/>
- [3] Erişim Tarihi: 15.11.2019.
- [4] Gemi Geri Dönüşüm Sanayicileri Derneği, 2018. 2018 Yılı Gemi Geri Dönüşüm Sanayicileri Derneği Sektör Raporu.
- [5] IMO, 2020. Recycling of ships, The development of the Hong Kong Convention, IMO. <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/ShipRecycling/Pages/Default.aspx> (Erişim tarihi: 08.04.2020).
- [6] Mentés, A., 2010. Application of Fuzzy Multi Attribute Decision Making Methods in Offshore Mooring Systems Design, Ph.D. Thesis, Istanbul Technical University, Institute of Science and Technology, Istanbul, Turkey (in Turkish).
- [7] Purdy, G. ,2010. Setting a New Standard for Risk Management, ISO 31000:2009.

- [8] ISO 31000:2018. ISO, July 2019, [www.iso.org/standard/65694.html](http://www.iso.org/standard/65694.html). Erişim Tarihi: 1 Aralık 2019.
- [9] T.C. Cumhurbaşkanlığı Devlet Denetleme Kurulu, (2008). Tersanecilik Sektörü ile İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Tuzla Tersaneler Bölgesinin İncelenmesi ve Değerlendirilmesi Hakkında Araştırma Raporu, Yayın No:2008-1, Ankara.
- [10] The European Parliament, 2013. Regulation (EU) No 1257/2013 OF The European Parliament and of the Council of 20 November 2013 on Ship Recycling and Amending Regulation (EC) No 1013/2006 and Directive 2009/16/EC.
- [11] Vardar, E. Harjano M., 2002. Greenpeace Report on Environmental, Health and Safety Conditions in Aliaga Shipbreaking Yards,

