

Gemilerde Kapalı Alanlarda Yapılan Çalışmalar ve İş Kazalarının Analizi

Adem Viran¹, Barış Barlas²

viranadem@yahoo.com¹, barlas@itu.edu.tr²

¹ Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü, İstanbul, Türkiye

² İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

ÖZET

Bu çalışmada gemi inşaatı sektöründe kapalı alanlarda yapılan çalışmaların iş sağlığı ve güvenliği yönünden incelenmesi amaçlanmıştır. Tersanelerde yeni inşa ya da tamir bakım çalışmalarında kapalı alanlarda yapılan faaliyetleri sıralanarak karşılaşılan riskler ve nedenleri irdelenmiştir. Ulusal ve uluslararası mevzuatta bu konu ile ilgili düzenlemelere kısaca yer verilmiştir. Kapalı alanlarda gerçekleşen kaza verileri örnek bir kaza üzerinden Biçimsel Güvenlik Değerlendirmesi yöntemi ile analiz edilerek risk faktörlerinin azaltılmasına yönelik tespitler ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Gemi inşaatı, kapalı çalışma alanı, yangın, patlama, risk analizi, biçimsel güvenlik değerlendirmesi.

Makale geçmişi: Geliş 18/08/2018 – Kabul 04/09/2018

Confined Spaces in Ships and Analysis of Occupational Accidents

Adem Viran¹, Barış Barlas²

viranadem@yahoo.com¹, barlas@itu.edu.tr²

¹ Directorate General of Coastal Safety, Istanbul, Turkey

² Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey

ABSTRACT

In this study, it is aimed to analyze the occupational health and safety in confined spaces in shipbuilding industry. Confined spaces in new construction, repair and maintenance are summarized and the risks are analyzed. In national and international legislations, regulations related to occupational health and safety are briefly mentioned. A specific confined space accident example were analyzed by using the Formal Safety Assessment method to identify the determinants of reducing risk factors.

Keywords: Shipbuilding, confined spaces, fire, explosion, risk analysis, formal safety assessment.

Article history: Received 18/08/2018 – Accepted 04/09/2018

1. Giriş

Tersaneler, yani deniz araçlarının üretim sanayisi küresel çapta birçok iş kolu ile doğrudan bağlantılı olmakla birlikte, direkt olarak sağladığı işgücü potansiyeli açısından da oldukça büyük bir hacme sahiptir. 2014 yılındaki ülkemiz tersanelerinin gemi inşa kapasitesi 4.2 milyon DWT seviyesinde olup, bu tarihteki 20.334 çalışan sayısı ile 2008 küresel krizi öncesi 34.000 civarında olan istihdam sayısını henüz yakalayamamıştır (GİSBİR, 2014). Başta çelik olmak üzere; makine, elektrik-elektronik, boya, iklimlendirme gibi sanayi kolları gemi inşa sektörünün ana bileşenleridir. Bu durum tersanelerde aynı anda yapılması gereken komplike ve kalabalık bir çalışma ortamını zorunlu kılmaktadır. Birçok sektörle alakalı gemi inşa sanayinin ortaya çıkarmış olduğu büyük istihdam hacmi beraberinde bir takım sorunları da getirmektedir. Tersanelerde ticari anlamda zaman ve kontratlar açısından belirlenen yükümlülükler, işveren ve çalışanlar üzerinde baskı oluşturarak iş sağlığı ve güvenliği kontrollerinin aksamasına yol açarak yaralanmalı ve ölümlü iş kazalarına yol açabilmektedir. Yeni gemi inşa ve tamir bakım projelerinde iş prosesleri içerisinde oldukça büyük tehlike potansiyeline sahip birçok çalışma beraberinde birçok iş kazasını meydana getirmiştir. Bu durum, medyada oldukça fazla gündem oluşturarak dikkatleri üzerine çekmektedir. Türkiye tersanelerinde 2004-2014 yılları arasında 126 adet ölümlü iş kazasının beş ana sebebi olarak; yüksekten düşme, elektrik çarpması, yangın ve patlama, malzeme çarpması ya da düşmesi ve sıkışmadır. Yaşanan bu kazalar içerisinde yüksekten düşme % 30.2,

malzeme çarpması % 23.0, yangın ve patlama % 16.7, elektrik çarpması % 13.5 ve sıkışma ise % 11. 1 ağırlık oranına sahiptir (Barlas ve İzci, 2018).

Genel olarak diğer sanayi kollarına ait çalışmalarda ve tersanelerde kapalı alanlarda gerçekleşen iş kazalarının analizine yönelik literatürde hazırlanmış çeşitli tez, makale ve raporlamalara rastlamak mümkündür. Bu çalışmalardan önemlilerini şu şekilde sıralayabiliriz: Pettit ve Linn (1987) kapalı alanlarda güvenlik önlemleri ile alakalı bir kılavuz yayınlamıştır. Michael ve diğ. (2007) kapalı ve sınırlı alanlarda çalışırken metal ark kaynağı dumanına maruz kalan kaynakçılarda ortaya çıkan manganez maruziyetinin kontrol edilmesinde çeşitli havalandırma sistemlerinin etkinlikleri değerlendirilmiştir. Stojkovic (2013) tehlikeli kapalı alanların tanımı içerdiği riskler açısından yapılarak çalışma alanı güvenlik ölçütleri sıralanmıştır. Yılmaz ve diğ. (2014) Türkiye tersanelerinde yaşanan iş kazaları analiz edilerek sebepleri ortaya konulmuş ve risklerin azaltılmasına yönelik bir yönetim sistemi hazırlanmıştır. Işık (2016) gemi bakım ve onarımı yapan tersanelerinde kapalı alanlarda yapılan çalışmalarda iş kazasına ve meslek hastalığına sebep olabilecek tehlike ve risklerin unsurları tespit edilerek çözüm önerileri getirilmiştir. Chinniah ve diğ. (2017) kapalı alan tanımı yapılarak kural ve standartlar ışığında risk analizlerinin geliştirilmesine yönelik tespitler ortaya konulmuştur. Barlas ve İzci (2017) gemi inşaatı sektöründe kapalı alanlarda yapılan çalışmalar ile ilgili genel bir değerlendirme yapılarak gerekli izin prosedürleri ve mevzuat uygulamaları irdelenmiştir. Barlas ve İzci (2018) bir diğer çalışmada 2004 ve 2014 yılları arasında Türkiye tersanelerinde gerçekleşen ölümcül iş kazaları ile bireysel ve çalışma alanları arasındaki bağlantıları incelemiştir.

Bu çalışmada tersanelerde özellikle yetersiz oksijen, yangın ve patlama kaynaklı iş kazalarının meydana geldiği kapalı alanlardaki çalışma ortamlarının barındırdığı tehlike unsurlarının iş sağlığı ve güvenliği yönünden analiz edilmesi amaçlanmıştır. Bu alanlarda gerçekleşen iş kazaları kazanın yaşandığı bölge ile sınırlı kalmayıp geniş bir alanı etkileme potansiyeline sahiptir. Bu sebeple bu çalışmada kapalı ortamlardaki tehlikeli durum ve davranışların uygun risk analizleri ile belirlenerek değerlendirilmesi ve buna göre alınması gereken önlemleri gerçekleşen iş kazaları ve mevzuat yönüyle de ele alınmaya çalışılmıştır.

2. Kapalı Çalışma Alan Tanımı ve İlgili Yasal Düzenlemeler

Kapalı çalışma alan tanımı, birçok sanayi kolunda mevcut olup temel özellik olarak üç gruba ayırmamız mümkündür. Yeterince büyük ve çalışanın tamamıyla girebileceği çalışma alanları, sınırlı ve kısıtlı giriş ya da çıkışa sahip çalışma alanları ve önceliği sürekli insan kullanımı için tasarlanmamış çalışma alanları olarak sıralayabiliriz. Bu tanımlar, benzer olarak birçok ülkede değişik formlarda kullanılmaktadır. Bu ülkelerdeki düzenlemeler alanın içindeki tehlike varlığına göre önemli ölçüde değişiklik göstermektedir (Chinniah ve diğ., 2017). Giriş için izin gerektirmeyen kapalı alanların özelliklerini, giriş için izin gerekli olan kapalı alanların özelliklerinin tersi olarak anlamak mümkündür. Şekil 1'de gemilerde bulunan kapalı alan örnekleri verilmiştir. Örneği verilen yeni inşa edilmekte olan gemilerde kapalı alanlarda gerçekleştirilen kaynak, yüzey hazırlama, raspa, boya, boru donatım, teçhiz, elektrik ve ekipman montajı gibi işler beraberinde çok ciddi tehlikeleri barındırmakta olup iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının farklı bir perspektifle ele alınmasını zorunlu kılmaktadır. Yine bu alanları bütün fiziksel tehlikelerin yok edilip uzaklaştırıldığı alanlar olarak da anlamamız mümkündür. Giriş için izin gerektiren kapalı alanlar ise tehlikeli atmosfer içeren veya içerme potansiyeline sahip, tuzaklar, boğulma, yutulma gibi ciddi tehlikeler barındırmaktadır (OSHA, 2015).

En çok rastlanılan kapalı çalışma alanlarını; tanklar, gemi kargo ve balast tankları, silolar, depolama alanları, basınçlı kaplar, kazanlar, kapalı kanallar, borular, derin çukur ve kuyular şeklindedir. Yine kapalı çalışma alanları, içerisinde barındırdığı tehlike unsurları sebebiyle giriş ve çıkışlar için özel izinlerin

gerektiği, kontrol edildiği ve diğer çalışanların yapılan çalışma ile ilgili bilgilendirildiği alanlar olarak tanımlanabilir (Washington Administration Code, 2018). Yine ülkemizde geçerli olan 2004 tarihli gemi inşa tamir bakım ve söküm işlerinde gazdan arındırma yönetmeliğine göre kapalı alanlar aşağıda tanımlanmıştır (Gazdan Arındırma Yönetmeliği, 2004):

-İnsan yaşamına ve sağlığına acil tehlike barındıran alanlar,

-İnsan sağlığına acil tehdit içermeyen fakat bu potansiyele sahip alanlar,

-İnsan sağlığına acil olarak oluşturmayacak oranda tehlike içeren veya bu potansiyele sahip alanlar,

-Diğer alanlardan daha az potansiyel tehlike içeren alanlar



Şekil 1. Gemilerde kapalı alan örnekleri.

Çok tehlikeli çalışma ortamına sahip gemileri, atmosfere açık güverteleri hariç bir bütün olarak büyük bir kapalı alan olarak tanımlamak mümkündür. Daha küçük ölçekte ise dip ve yan balast, kargo, yakıt, temiz ve kirli yağ, sintine, tatlı su, pis su, asma vb. tankları ve koferdamları kısıtlı giriş çıkışa sahip kapalı alanlardır. Yine kumanya ve yedek parça depolama alanları, yaşam mahalli, makine dairesi, ön göğüs ve baş altı bölmeleri ve güvertelerin atmosfere açılan kısımları ise nispeten ulaşılması daha kolay kapalı alanlar olarak sıralanabilir. Gemiler işletmeye alındığında tehlikeli madde taşınan tank bölgelerine giriş ve çıkışlar izin gerektiren alanlar olarak dikkate alınacaktır.

Kapalı ortamlarda yapılan çalışmalar ile ilgili yasal düzenlemeler incelendiğinde yıllara göre tespit edilen eksikliklere göre gerekli güncellemelerin yapıldığını görebiliriz. Kapalı ortamlardaki çalışanlar üzerindeki kişisel ortam maruziyetleri ile ilgili düzenlemelerin temel dayanağının Türkiye'nin de taraf olduğu Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) ve OSHA gibi kuruluşlar tarafından oluşturulduğunu görmek

mümkün. Düzenlemelerin tüm sanayi kollarını kapsayacak şekilde hazırlandığını görmekteyiz. Ülkemizde kapalı çalışma ortamında iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili temel düzenlemeler 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve ilgili yönetmelikleri ile kontrol altına alınmıştır. Örneğin, yapı işleri ile alakalı yürürlükte olan 5 Ekim 2013 yürürlük tarihli Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği'nin alt maddelerinde kapalı alanlarda alınması gereken tedbirlere yer verilmiştir. Yönetmeliğin EK-4 Bölümünde Kapalı Mekanlardaki Çalışma Yerleri ile alakalı bazı maddeler aşağıda sıralanmıştır (Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği, 2013):

Ek-4 Madde 37– *Zehirli veya zararlı madde bulunması muhtemel veya oksijen düzeyi yetersiz veya parlayıcı olabilecek bir ortama girmek zorunda kalan çalışanların, herhangi bir tehlikeye maruz kalmalarını önlemek üzere kapalı ortam havası kontrol edilir ve gerekli tedbirler alınır.*

Ek-4 Madde 38– *Çalışanlar, sınırlı hava hacmine sahip yüksek riskli ortamlarda çalıştırılmazlar. Zorunlu hallerde, her türlü tedbir alındıktan sonra çalıştırılabilirler. Bu durumlarda çalışanlar dışarıdan sürekli izlenir ve gerektiğinde derhal yardım yapılması için bütün tedbirler alınır.*

30 Nisan 2013 yürürlük tarihli Çalışanların Patlayıcı Ortamların Tehlikelerinden Korunması Hakkında Yönetmelik ve ekleri, sağlık ve güvenlik yönünden işyerlerinde oluşabilecek patlayıcı ortamların tehlikelerinden korunmak için alınması gereken önlemlere ilişkin usul ve esasları düzenlemektedir. Bu yönetmeliğe göre tehlikeli yerler, patlayıcı ortam oluşma sıklığı ve bu ortamın devam etme süresi esas alınarak, bölgeler halinde sınıflandırılmaktadır. Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği (19.09.2013) ve Kimyasal Maddelerde Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği (12.08.2013) gibi düzenlemelerde kapalı ortamlarda yapılacak çalışmalara ilişkin düzenlemeler bulunmaktadır.

Denizcilik sektörü ile alakalı gemi inşa, tamir ve söküm işlerinde ise Gemi ve Deniz Araçlarının İnşa, Tadilat, Bakım, Onarım ve Söküm İşlemlerinde Gazdan Arındırma Yönetmeliği (21.12.2004) bulunmaktadır. Bu yönetmeliğin amacı, gemi veya deniz araçlarında Birleşmiş Milletler (BM) Tehlikeli Ürünlerin Sınıflandırılması ile ilgili direktifte belirtilen; katı sıvı, gaz, aerosol haldeki parlayıcı, patlayıcı ve zehirli maddelerin depolandığı tanklar ve kapalı mahaller ile ilgili bu gibi yerlerin bitişiğinde bulunan bölmeler ve boru devrelerinde, inşa, tadilat, bakım veya söküm işlemlerine başlamadan önce ve devamında yapılacak işlemler ile can, mal ve çevre güvenliği bakımından, işlem yapılacak tehlikeli mahalle güvenli giriş ve buralarda veya sıcak çalışma yapılması amacıyla ölçüm yapan, yaptıran görevlilerin sorumluluklarının belirlenmesi olarak belirlenmiştir. Kapalı bölmelerin tanımları yapılarak bu mahallere giriş öncesi uyulması gereken kurallar sıralanarak çeşitli formların düzenlenmesi talimatlandırılmıştır.

3. Tersanelerde Gerçekleştirilen Faaliyetler

Tersanelerde inşa edilen gemilerin inşa süreçleri; dizayn, kabuk imalatı, boya, teçhiz donatım, boru donatım, güverte ekipmanlarının yerleşimi, yaşam mahalli kamara donatımları, makine dairesi ve sek sistemi ekipmanlarının yerleşimleri, elektrik, elektronik, seyir ve haberleşme cihazlarının yerleşimi, izolasyon, havalandırma, klas otoritesi test ve gözetimleri, denize indirme ve seyir tecrübeleri olarak sıralanabilir. İnşa sürecinde, gemi kabuğunun şekillenmesiyle birlikte diğer faaliyetlerin yoğunluğu da artarak devam etmektedir. Gemi yapısı gereği oluşan kapalı alanlarda bu çalışmaların birçoğu beraber yürütülmektedir.

Kabuk imalatı, yeni inşa projelerinde sözleşme üzerinden ilk olarak geminin ana boyutları ve performans kriterleri hesaplanarak tasarım planları oluşturulur. Klas tarafında onaylanan bu planlara göre ihtiyaç duyulan sac miktarları gerekli kalınlıklar gözetilerek sipariş geçilir. Mukavemet testlerinden

geçtikten sonra saclar, nesting planlarına uygun olarak CNC tezgahlarında kesilir. Blok poz numaralarına göre daha önce bitirilmesi gereken kısımlardan başlanarak imalat süreci gerçekleştirilir. Kesilen parçalarda bulunan cüruf ve keskin köşeler elden geçirilerek ön imalat işlemleri tamamlanır. Ön imalat işleminden geçen konstrüksiyon elemanları daha geniş yüzey alanlarına sahip dış kaplama, güverte ve perdeler üzerine kaynatılarak panel imalatı tamamlanır. Panel imalatı tamamlanan kısımların birleştirilmesiyle bloklar ortaya çıkmaktadır. Gemi kabuğu, kızak üzerinde blokların birleştirilmesi ile kaynak ve boya öncesi yüzey hazırlıkları tamamlanarak klas kontrollerine uygun hale getirilir.

İnşa sürecinde sac üzerinde bulunan pas, kir, yağ, vb. maddeler mekanik ve çeşitli sert materyallerin metal yüzeye püskürtülerek uzaklaştırılması ile temizlenir. Bu uygulamadan sonra geminin çalışma şartlarına uygun özellikte deniz boyalar seçilerek su altı, su üstü, güverteler, balast tankları, kargo tankları ve yaşam mahalleri boyanır. Geminin su ile direkt olarak temas eden karina bölgesinde astar, ara bağlayıcı ve son kat uygulamaları korozyon ve deniz canlılarının tutunmasını önleyecek özellikte boylarla uygulanır. Yine kargo yüklerinin taşınacağı kargo tankları ve balast suyunun alınacağı balast tankları uygun özellikte yüzey kaplamaları ile boyanır. Gemi kabuğu ile birlikte tank içi ve güverte iniş çıkış merdivenleri, ekipman fondeşinleri, menhol, kaporta, su geçmez kapılar, vardevela, yürüme yolları, cam, havalandırma manikaları, kinistin süzgeçleri, baş-vasat-kıç kana rakamları ve tutyalar gibi teçhiz işlemleri tamamlanır.

Yine boru donatım planları üzerinden atölye sahasında ön imatları tamamlanan boru devreleri ilk konulan dip blokların imalatı ile birlikte balast devreleri yerinde montajlanarak tamamlanır. Boruların malzeme cinsi ve et kalınlıkları, içerisinden geçecek olan sıvı ve gazın özelliklerine göre değişmektedir. Deniz suyu sistemine ait borular özel olarak galvanizleme işlemine tabi tutulur. Gemi boyutu büyüdükçe izometrik çizimler üzerinden imalatlar süreci hızlandırmaktadır. Yine boru devreleri yerinde montajdan önce basınç testlerine tabi tutulur. Son olarak tank ve ekipman bağlantıları yapılan boru devrelerinde imalat sürecinden kalan parçaların uzaklaştırılması için flushing işlemi uygulanır. Gemi kabuğu ile birlikte elektrik yük balans hesabına göre belirlenen güç tüketicilerinin kablolmasına geçilir. Kabloların düzenli ilerlemesi tava şeklinde kablo yollarının gemi boyunca döşenmesi ile sağlanır. Gemi çalışma enerjisi doğrultusunda atölyelerde yalıtım testlerinden geçerek imal edilen ana dağıtıcı güç panoları uygun elektrik teçhizatıyla donatılarak gemiye monte edilir. Ekipman ve panolarının pano bağlantıları tamamlanır. Gemide elektrik ve elektronik donanımın en çok bulunduğu bölgeler, makine dairesi kontrol odası ve köprüüstü mahalleridir. Seyir ve haberleşme cihazlarının yerleşimlerine köprüüstü mahallinin tamamlanmasıyla başlanır, yerleşimleri tamamlanan cihazların start-up işlemleri gerçekleştirilir.

Gemilerde izolasyon ve havalandırma işleri en yoğun olarak yaşam mahalli bölmelerinde ve makine dairesinde uygulanır. Uygulama genel olarak; izolasyon çivileri, sıkılaştırılmış cam elyafı, ses yalıtımı ve kaplama malzemesi şeklinde uygulanır. Makine dairesi ve alabandaları uygun yangın geciktirici özellikte izolasyon malzemeleri ile kaplanır. Yine egzoz boruları uygun izolasyon malzemeleri ile kaplanır. Uygun kesitte hava kanallarının fanlar ile montajları tamamlanır. Makine dairesi ve güverte ekipmanları önceden hazırlanan fondeşinler üzerine oturtularak sabitlenir. Ekipmanların elektrik ve boru devre bağlantıları ile birlikte ana makine, jeneratör, insinatör ve kazanların egzoz bağlantıları yapılır. Gemilerin inşa süreci denize indirme sonrası yapılan seyir ve kabul testleri ile tamamlanarak klas gözetimine alınır. Gemilerin tamir bakım işleri, iskele ve rıhtımlarda, beton ve yüzer havuzlarda ya da kızak üzerine alınarak gerçekleştirilir. Periyodik kontrol dönemlerinde gemilerde, güverte ve makine bakım-tutumları, onarımları, ilave ekipman ve mahal montajları, boy uzatma, kalınlık kontrolleri sonrasında zayıf yerlerin sac değişimleri ve yüzey temizliği ve boya uygulaması gibi çalışmaları gerçekleştirilir.

4. Kapalı Alanlarda Karşılaşılan Riskler ve Alınması Gereken Tedbirler

Tersanelerde ve gemilerde kapalı alanlarda yapılan çalışmalarda oluşabilecek temel riskler aşağıdaki sınıflandırılabilir. Aşağıdaki riskler yanında cisimle çarpışma, cisim düşmesi, gürültü, ıslak alanlara bağlı elektrik çarpmaları, kaygan zeminler ve sıcaklık değişimleri gibi fiziksel riskler de bulunmaktadır:

- Oksijen konsantrasyonuna bağlı riskler,
- Tutuşabilir ve alevlenebilir maddelerden kaynaklı riskler,
- Zehirli ve korozif maddelerin oluşturduğu riskler.

4.1 Oksijen konsantrasyonuna bağlı riskler

Vücuttaki oksijen dengesi yaşam için hayati öneme sahiptir. Solunum fizyolojisinde, akciğerlerde kılcal damarlar ve alveoller arasında bulunan zar şeklinde bariyer sayesinde kan ile alveol içindeki hava arasında gaz değişimi olur. Bu gaz değişimi, gazların yoğun olduğu bölgeden daha az yoğun olduğu bölgeye geçme özelliğiyle gerçekleşir. Buna difüzyon denir. Vücutta kullanıldıktan sonra akciğerlere dönen oksijeni az, karbondioksiti fazla kan alveol çevresindeki kılcal damar ağına geldiğinde, kanda fazla olan karbondioksit alveole ve alveolde fazla olan oksijen de kılcal damarlar içindeki kana geçer. Buradan da önce kalbe, oradan da tüm vücuda dağılır. Yaşamın sağlık içinde devam edebilmesi için, solunum ve dolaşım sisteminin düzgün çalışmasıyla kandaki oksijen ve karbondioksit düzeyi belirli limitler içinde tutulmalıdır (Toklu ve Mirasoğlu, 2015).

Kapalı mahallerde yapılan kaynak, oksijenle kesme, taşlama ve boya gibi çalışmalar neticesinde ortamda bulunan oksijen seviyesi düşer. Tersanelerde yapılan kaynak türleri zararlı metal dumanı ve yan gaz ürünlerini içeren görünür duman üretirler. Argon, azot, karbon dioksit, karbon monoksit ve hidrojen florür gazları genellikle kaynak sırasında ortaya çıkar. Yine kimyasal maddelerin reaksiyonları ve oksijenin, karbon dioksit, karbon monoksit veya nitrojen gibi gazlarla yer değişimi neticesinde ortamdaki konsantrasyonu düşebilir. Kapalı ortamlarda oksijenin diğer gazlarla yer değiştirmesi neticesinde çalışanlarda önce bilinç kaybı, baş dönmesi, mide bulantısı sonrasında ise ölüm gibi sonuçlar ortaya çıkabilir.

Kapalı mahallerde oksijen (O₂) konsantrasyonunu %19.5 seviyesinin altına düşüğünde ilave teneffüs aparatı olmadan giriş yapılmayacağı belirtilmektedir. % 18-12 arasında solunum sıklaşır, nabız artar, % 14-9 arasında soluk alma sık ve eksiktir. Bulantı, halsizlik, kulak uğultusu ve çınlama başlar. % 10-6 arasında yukarıdaki belirtiler artar. Bayımlar görülebilir ve kısa zamanda komaya girilir, % 5-0 arasında yaşam olası değildir. Kapalı ortamlarda kabul görmüş oksijen seviyesi ve buna bağlı oluşabilecek riskler Tablo 1’de belirtilmiştir (Pettit ve Linn, 1987).

Tablo 1. Kapalı ortam oksijen konsantrasyonu ve riskleri.

| Oksijen seviyesi | Açıklama |
|------------------|---|
| %21 | Oksijen bakımından zengin |
| % 19.5 | Oksijen yetersizliğinin başlangıç seviyesi |
| % 16 | Karar verme ve teneffüs bozukluğu |
| % 14 | Hatalı karar verme ve hızlı yorulma |
| % 6 | Teneffüs güçlüğü ve birkaç dakika içinde ölme |

Tablo 1'e göre özellikle düşük konsantrasyonlarda dahi yaşamı tehdit eden karbon monoksit (CO) ve karbon dioksit (CO₂) gibi gazların kapalı ortamlarda birikmesi sonucunda oksijen konsantrasyonuna bağlı olarak can kayıpları yaşanabilmektedir. Kaynak dumanında mevcut olan ve sinsi olarak hareket eden CO renksiz, kokusuz ve tatsız bir gazdır. Kimyasal boğucu gaz grubunda yer alan CO, çok düşük konsantrasyonlarda dahi, kandaki hemoglobini bağlayabilme özelliğine sahiptir. Bu da boğulma ve zehirlenmelere yol açmaktadır. Yine kaynak dumanında da yer alan renksiz, hafif asit kokusunda ve tadında olan CO₂ boğucu bir gaz olup, ortamda % 1 konsantrasyonunda bulunduğu soluk almayı güçleştirir. Soluk alma sıklığı % 3'te iki kat ve % 5'te üç kat artar ve zorlaşır. % 10 civarında CO₂ konsantrasyonunda komaya girilir. % 20 ve üstünde ise ölüm kaçınılmazdır. Yine kapalı alanlarda yangınların söndürülmesinden sonra ortamın karbon dioksit gazı ile dolmasına bağlı olarak oksijen eksikliği veya düşük yüzdesine göre boğulma vakaları ile karşılaşmaktadır.

Kapalı alanlarda çalışmaya başlamadan önce ortamda korozyon, paslanma, kimyasalların tepkimesi, yeni boyama veya bitişik alanlardan ya da borulardan sızıntı olup olmadığı kontrol edilmelidir. Korozyon veya paslanma oksijen ile tepkimeye girdiğinden ortamdaki oksijen seviyesi hızla düşer. Kapalı alanlara bitişik alanlardan sızıntı veya kimyasalların tepkimesi sonucu ortamdaki oksijen miktarı azalabilir ya da zehirli gaz miktarı artabilir (Işık, 2016).

4.2 Tutuşabilir ve alevlenebilir maddelerden kaynaklı riskler










Tersanelerde kapalı ortamlarda ölümlü iş kazalarının en çok yaşandığı risk grubu yangın ve buna bağlı patlamalardır. Ortamda bulunan zengin oksijen seviyesi ile birlikte ortamda bulunan gaz ve sıvılar yangın ve patlamaların kaynağıdır. Atmosferin yanıcı hale gelebilmesi için ortamda, havada oksijen ile uygun karışımda yanıcı gaz, buhar, kimyasal reaksiyon sonucu ortaya çıkan toz bulutunun bulunması gerekir. Farklı gazlar farklı yanıcı aralıklara sahiptir. Bir tutuşma kaynağı (örneğin; bir kıvılcım veya elektrikli alet, statik elektrik, kum püskürtme) yanıcı bir atmosfer içeren bir alana sokulursa, patlamaya neden olur. Oksijence zengin bir atmosfer (% 22'nin üzerinde), giyim ve saç gibi yanıcı maddelerin şiddetle yanarak tutuşmasına neden olacaktır. Oksijen seviyesinin artması çalışma elbisesi gibi giysilerin çabuk tutuşmasını arttırır. Bu nedenle, kapalı bir alanı havalandırmak için asla saf oksijen kullanılmamalı, normal hava ile havalandırılmalıdır (IACS Confined Space Safe Practice, 2000).

Bazı dökme yükler, özellikle kargo elleçleme ve temizlik sırasında patlayıcı tehlike oluşturabilecek toksik tozları üretebilir. Yine tersanelerde genel olarak oksi-gaz kaynaklarında kullanılan gaz propan, doğal gaz ve asetilen kapalı mahallerde birikerek yangın ve patlama riskleri oluşturmaktadır. Gemi boru devrelerinde basınç altında bulunan gazlar ve tehlikeli sıvılar üzerinde yapılan çalışmalar esnasında özellikle tamir-bakım çalışmalarında yetersiz iş güvenliği uygulamaları, yangın ve patlamalara sebep olabilmektedir. Tablo 2'de bulunan bütün gazlar tehlikeli olup iş sağlığı ve güvenliğini tehdit etmektedir. Bu gazlar, kapalı ortamlarda özellikle gemilerin çok fazla elemanla desteklenmiş tank yapılarında fark edilmeden oksijeni bastırarak birikerek boğulma, patlama ve yangınlara sebep olmaktadır (Stojkovic, 2013).

Patlama hızlı gelişen ve yüksek basınç meydana gelmesiyle oluşan bir yanma çeşididir. Tersanelerde hem yeni gemi inşasında hem de bakım ve onarım yapılırken yoğun bir şekilde boya işleri yapılmakta ve birçok muhtelif yanıcı, patlayıcı kimyasallar ve gazlar kullanılmaktadır. Kaynak işlerinde ve de kesme işlerinde yakıcı özellikteki oksijen kaynağı da yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Havada mevcut olan oksijen de yangının unsurları açısından yeterli düzeydedir. Üçüncü unsur olan ısının ise yaz aylarında yanma olayının gerçekleşmesi açısından uygun seviyelere ulaşması patlama kabiliyetini artmaktadır. Bütün bu nedenlerden dolayı yanma ve patlama sonucu meydana gelen kazaların en çok yaz aylarında

meydana gelmesi beklenmektedir. Kapalı ortamlarda gerçekleşen kazalar bize bu durumu açıklamaktadır (Yavuz, 2012).

Tablo 2. Kapalı ortamda bulunan zehirli gazlar ve özellikleri.

| Gaz | Molekül yapısı | Özelliği |
|----------------------------|---|---|
| Oksijen (O_2) |  | 19.5 % altı ortamca az, 23.5 % üzeri zengin |
| Metan (CH_4) |  | Boğucu, oksijen seviyesi 19.5 % üzerinde olmalı |
| Hidrojen Sülfür (H_2S) |  | Çok Tehlikeli, havadan daha ağır, birikme özelliği, yanıcı, LEL 4 % |
| Karbon Monoksit (CO) |  | Boğucu, 8 saatlik süre için ortalama PEL değeri 50 ppm |
| Nitrojen (N_2) |  | Boğucu, oksijeni havada değiştiren inert ajan olarak kullanılır |
| Amonyum (NH_3) |  | Solunum, deri ve göze zarar verir, 8 saatlik süre için ortalama PEL değeri 50 ppm |
| Asetilen (C_2H_2) |  | Havadan daha hafif, son derece yanıcı, oksigaz kaynağı için kullanılır, LEL 2.5 % |
| Karbon Dioksit (CO_2) |  | Boğucu, 8 saatlik süre için ortalama PEL değeri 5.000 ppm |
| Klorin (Cl_2) |  | Keskin kokulu, yeşilimsi sarı renk, 8 saatlik süre için ortalama PEL değeri 1 ppm |

Toplam gerçekleşen 151 adet ölümlü iş kazasının, 26 adedi kapalı ortam ve benzeri bölgelerde gerçekleşen iş kazalarıdır. Bunlardan 18'i gemi içerisindeki kapalı alan iş kazaları, kalan 8 adedi ise tersane üretim sahasında gerçekleşen kapalı alan iş kazalarıdır. Tablo 3'te tersanelerimizde 2000 ve 2014 yılları arasında meydana gelmiş olan yangın ve/veya patlama ve zehirlenme kazalarının sayısal verileri sunulmuştur. Bu tablodan da görüleceği üzere, yangın ve/veya patlama ve zehirlenme kazaları neticesinde, yaş aralıkları 23 ile 53 arasında olan 26 çalışmamız hayatını kaybetmiştir. Ağırlıklı olarak yangın ve/veya patlama ve zehirlenme kazaları neticesinde hayatını kaybeden çalışanların meslek grupları incelendiğinde, kaynakçı, raspa ve boya işçisi, tav işçisi, boru montaj işçisi oldukları görülmüştür.

Tablo 3. Tersanelerimizde Ocak 2000 ve Aralık 2014 yılları arasında yangın ve/veya patlama ve zehirlenme kazalarının sınıflandırılması.

| Kaza tipi | Ölümlü kaza sayısı |
|-------------------|--------------------|
| Patlama ve yangın | 23 |
| Yangın | 1 |
| Zehirlenme | 2 |
| Toplam | 26 |

4.3 Zehirli ve korozif maddelerin oluşturduğu riskler

Kapalı alanlardaki bir diğer önemli tehlike unsuru zehirlenme vakalarıdır. Kapalı alanlarda zehirlenmeye sebep olabilecek gazlar atık, sıvı buharlaşması, ortamda yapılan işten kaynaklı veya bitişik alanlardan sızıntı şeklinde ortaya çıkabilir. Yakıt tankı gibi içinde sıvı kalıntıların bulunduğu kapalı alanlardaki

sıvıların buharlaşması sonucu tehlikeli gazlar açığa çıkar. Korozyona maruz kalmış kapalı ortamlarda hidrojen sülfür (H_2S) salınımı gerçekleşir.

Kapalı alanlarda zehirlenme vakalarının üçte biri çalışma esnasında açığa çıkan zehirli gazlar ya da oksijenin azalması sonucu meydana gelmektedir. Taşlama, pürüzlü yüzeylerin giderilmesi için yapılan yüzey temizlikleri, raspa, boyama işleri, kaynak, oksit-kesme işleri ya da içten yanmalı ana makine ve jeneratörlerin kullanımı sonucunda ortamda zehirli hava birikmesi meydana gelir. Zehirli gazların belirli yoğunluktaki maruziyetleri yaşam ve sağlık için tehlikelidir. Bu seviyelerde çalışanlar üzerinde kısa maruziyetlerde dahi kapalı alanlardan kaçışı engelleyecek sağlık sorunlarına neden olabilir. Kapalı alanlarda bulunabilecek zehirli gazlar ve yaşam ve sağlık için ani tehlike meydana getiren konsantrasyon değerleri Tablo 4'de gösterilmiştir (Işık, 2016).

Tablo 4. Kapalı alanlarda bulunan gazlar ve ani tehlike konsantrasyonları.

| Kimyasal Madde | Tehlike | Kokusu, rengi | IDHL (ppm) |
|----------------------------|---|---|------------|
| Karbon dioksit (CO_2) | Oksijenin yerini alır. Zehirleyicidir. Zeminde birikir | Renksizdir. Kokusuzdur. | 40,000 |
| Karbon monoksit (CO) | Zehirleyicidir. Boğulmaya neden olur | Renksizdir. Kokusuzdur. | 1,200 |
| Benzin buharı | Yangın ve patlamaya neden olur. Zeminde birikir | Renksizdir. Tatlı kokuludur. | - |
| Hidrojen Sülfür (H_2S) | Aşırı zehirleyici ve alevlenebilir özelliğe sahiptir. Akciğer yetmezliğine neden olabilir. Zeminde birikir. | Renksizdir. Çürük yumurta kokuludur. | 100 |
| Sülfür dioksit (SO_2) | Zehirleyicidir. Ciddi akciğer tahrişine neden olur. Zeminde birikir. | Renksizdir. Çürük, boğucu kokuludur. | 100 |
| Klor (Cl_2) | Zehirleyicidir. Akciğer ve göz tahrişine neden olur. Zeminde birikir | Yeşilimsi sarı renklidir. Keskin kokuludur. | 10 |
| Azot dioksit (NO_2) | Zehirleyicidir. Akciğer tahrişlerine neden olur. Zeminde birikir | Kırmızımsı kahverengidir. Keskin kokuludur. | 20 |

5. Örnek Kaza Analizi ve Risk Değerlendirmesi

Kaynaklar metin içinde yazar soyadı ve tarih belirtilerek parantez içinde verilir. Tek yazarlı kaynaklar (Boran, 2003), ikiden fazla yazarı olan kaynaklar (Day et al., 2011) şeklinde, iki yazarlı makaleler ise (Perera and Soares, 2012) şeklinde gösterilir. Cümleye birden fazla atıf verilecekse kaynaklar (Szlupczynski and Szlupczynska, 2015; Tam et al., 2009) şeklinde verilir.

Ülkemiz tersane ve gemi söküm yerlerinde kapalı çalışma ortamlarında çeşitli kazalar yaşanmakta olup büyük bir bölümünde ölümler gerçekleşmektedir. Yaşanan kaza olaylarının analizi yapılarak gerekli iş sağlığı ve güvenlik tedbirlerinin tekrar gözden geçirilmesi gerekmektedir. Çünkü yaşanan bu kazalar incelendiğinde, ortamdaki tehlike unsurlarının hemen hemen benzer olduğu ve buna karşın çalışanlar tarafından sergilenen dikkatsiz ve özensiz davranışların tüm kazalarda ortak olarak bulunduğu görülmüştür. Kapalı ortamlarda meydana gelen ve raporlanan bazı kazalar incelenmiştir. Tuzla Tersaneler Bölgesinde bulunan bir özel sektör tersanesinde, 05.04.2012 tarihinde meydana gelen iş

kazasında yeni inşa geminin balast tankında meydana gelen patlama sonucun 2 işçi hayatını kaybetmiş, 6 işçi de çeşitli yerlerinden yaralanmıştır. Olay, yeni inşa gemi üzerinde bozuk yüzeylerin düzlenmesi amacıyla yapılan tavlama işi esnasında gerçekleşmiştir. Ortaya konan raporlar patlamaya kapalı tank içerisinde açık unutulmuş oksijen-gaz kesme lambasından sızan gazın sebep olduğu belirtilmektedir. Diğer yaralı işçilerin bir kısmı patlamanın yaşandığı tanka yakın bölgelerde çalışma yapan işçilerdir.

Yine Tuzla Tersaneler bölgesinde bir diğer tamir tersanesinde, 05.06.2005 tarihinde meydana gelen olayda, LPG tanker gemisinin tamir bakımı esnasında kış tarafta bulunan sabit yangın söndürme sisteminin odasının (CO₂) değişimi esnasında meydana gelen patlama sonucu 2 çalışan ağır yaralanarak hastaneye kaldırılmış sonrasında ise yanığa bağlı olarak hayatlarını kaybetmişlerdir. Yine yaşam mahallinin farklı bölgelerinde bulunan işçilerde çeşitli yerlerinden yaralanmışlardır.

Çalışmamızın bu bölümünde gemi üzerinde bulunan kapalı alanlardaki tehlike unsurları örnek bir kaza üzerinden risk analizi yapılarak ele alınmıştır. Örnek olarak, İzmir Aliğa Gemi Söküm Bölgesinde faaliyet gösteren bir işletmede 2013 yılında meydana gelen bir iş kazası olayı incelenmiştir. Olay, söküm için tesise yansıtılan geminin makine dairesinde bulunan suyun benzin motorları ile dışarıya tahliyesi esnasında gerçekleşmiştir. Tahliye esnasında oluşan karbonmonoksit (CO) gazı zehirlenmesi sebebiyle olay yerinde bulunan 3 işçiden 2'si hayatını kaybetmiştir. Kaza ile ilgili hususlar şu şekildedir:

-Söküm için bekleyen gemi daha önce uzun süre atıl vaziyette denizde bekletildiğinden dolayı yıpranmış ve eskimiştir. Bu yüzden Aliğa'ya yolculuk sırasında gemi su almaya başlamıştır.

-Normal koşullarda geminin müteammim cüz heyetinin kontrolü, sömür heyetinin kontrolü, gaz free kontrolü vb. işlemleri açıkta yapılırken, geminin su almasından dolayı bu işlemlerin gemi karaya çekildikten sonra yapılmasına karar verilmiştir.

-Gemi üzerinde müteammim cüz ve sömür heyetleri çalışmalarını yaparak tutanak altına almışlardır. Fakat bayram tatili dolayısıyla geminin gaz free işleminin yapılmadığı belirtilmiştir.

-Baştankara gemi karaya vurduktan sonra da su almaya devam etmiş ve yaklaşık 27 derece yan yatmıştır.

-Saha sorumlusu olan çalışan bayram tatili dolayısıyla işyerinde başka bir yetkili olmadığından saha sorumlusu yetki ve inisiyatifini kullanarak gemiye müdahale kararı almıştır.

-Tahliye operasyonunda henüz SGK işe giriş bildirimleri bayram tatili dolayısıyla yapılmayan 3 kazazede bulunmaktadır.

-Gemi üzerinde enerji bulunmadığından karanlık bölgelerde seyyar aydınlatmalar kullanılmıştır.

-Kaza geminin makine dairesinde gerçekleşmiştir. Burada bulunan suyun yüksekliğinin yaklaşık 1.5 m olduğu belirtilmektedir.

-Tahliye operasyonu iki adet seyyar benzinli motor ile yapılmış, motorları egzozu dışarı yerine kapalı ortama verilmiştir. Yine motorların, yanma esnasında ortamda bulunan oksijeni kullanarak seviyesini azalttığı ve ortaya çıkan karbon monoksit seviyesinin arttığı tespit edilmiştir.

-Motorların üzerinde "Egzoz gazı zehirlenmesine karşı kapalı mekanlarda kesinlikle kullanmayın" uyarı levhasının bulunduğu raporlanmıştır. Fakat bu durum görülmemiş ve dikkate alınmamıştır.

-Motorların kurulumunu yapan iki çalışan, tamirini yapan bir çalışan, bir ekip başı ve bir yardımcısından hiçbirinin kişisel koruyucu donanım kullanmadıkları tespit edilmiştir.

-İlk gün tahliye operasyonu iki çalışan tarafından yapılmış, ikinci gün ise bir çalışan daha operasyona katılmış, bu çalışan bir süre sonra rahatsızlanmıştır. Bunun üzerine çalışanın temiz havaya çıkartıldığı ve yoğun, ayran vb. şeylerin içirildiği belirtilmiştir.

-Olay günü olan üçüncü gün ise bu üç çalışanın tahliye işlemine devam ettikleri, bu ekibe tahliye için bir adet elektrikli dalgıç pompasının kurulumun yapılması için iki yeni çalışanın da katıldığı belirtilmiştir.

-Elektrikli dalgıç pompasının suya yerleştirilmesi sırasında çalışanlardan birinin ayağı bir şeye takılarak halsiz düşmüş, diğer çalışan kendisine yardım etmek isterken yine halsiz düşerek yardım istemiş, yardım istenilen diğer üçüncü bir çalışan aşağı inerek onları dışarı çıkarmaya çalışmış fakat başarılı olamamıştır. Ekibe sonradan katılan diğer iki çalışan arkadaşlarını kurtaramayarak telefonla kara ekibinden yardım istemiştir.

-Olay yerine gelen yardım ekipleri çalışanlardan birini makine dairesi çıkış merdivenine sarılı vaziyette, diğerini oturur vaziyette, bir diğerini ise suda sırt üstü yüzer vaziyette bilinci kapalı olarak bulmuşlardır. Yardıma giden 15 kişinin yardım sırasında gazdan zehirlenerek çeşitli hastanelere sevk edildiği tespit edilmiştir.

-Yardım amacıyla gelen kişilerden bazıları; gemi içinde bulunan ve muhtelif yerlerden temin edilen eski, kontrol tarihi geçmiş maske ve oksijen tüplerini kullanmış fakat işe yaramamış ve yine ortamdaki gazdan etkilenerek çeşitli hastanelere kaldırılmıştır. Genel olarak hiç kimse, kişisel koruyucu donanım olarak çalışır vaziyette ve uygun nitelikte gaz maskesi ve/veya pozitif basınçlı oksijen maskesi kullanmamıştır.

-Kaza neticesinde 2 çalışan hayatını kaybetmiştir. Adli Tıp Kurumu tarafından yapılan otopsi sonucunda çalışanların kanlarında, 47.6% ve 44.8% oranında COHb (karboksi hemoglobin) bulunduğu ve ölüm nedenlerinin CO (karbon monoksit) zehirlenmesi olduğu belirtilmiştir.

-İşyerinde incelenen evraklar sonucunda su tahliye işini yapan çalışanlara su tahliyesi ile ilgili yazılı talimat verildiği, ancak su tahliyesi konusunda herhangi bir eğitim almadıkları tespit edilmiştir. İşyeri risk analizinin kapalı ortamlarda çalışma ve gemiden su tahliyesi gibi konuları kapsamadığı tespit edilmiştir.

-İşyerinde acil durum planının olmadığı ve ekiplerinin oluşturulmadığı ve eğitim verilmediği tespit edilmiştir.

-Çalışanların bazılarında İSG eğitimi verildiği halde sertifika verilmediği ve bazılarında ise işe giriş öncesi çok tehlikeli işlerde çalışabilir raporlarının verilmediği tespit edilmiştir.

-Operasyon için uygun ekipman ve bu ekipman göre uygun kurulumun yapılmadığı tespit edilmiştir.

5.1 Biçimsel güvenlik değerlendirmesi yöntemi

Çalışmamızın bu bölümünde, denizcilik endüstrisinde emniyet analizi konusundaki çalışmalarda yararlanılan Biçimsel Güvenlik Değerlendirmesi (BGD) yöntemi kullanılarak yukarıda detayları verilen kapalı alan iş kazası örneği üzerinden risk değerlendirme yapılmış ve sonuçları analiz edilmiştir. BGD ile bir kazanın ya da istenmeyen bir olayın oluşmasından önce gerekli olan her türlü önlemin alınmış olduğu dikkate alınarak bu önlemlerin kontrol edilmesine yönelik bir dizi işlemler yapılır. BGD, mevcut ve oluşabilecek riskleri değerlendiren IMO'nun bu riskleri azaltması ve/veya ortadan kaldırması için uygulayacağı seçeneklerin fayda/maliyet analizini yaparak karar verme aşamasında yardımcı olmak amacıyla geliştirilen bir risk değerlendirme yöntemidir (Akyıldız, vd., 2012).

Bu yöntemin uygulanması sırasında izlenmesi gereken beş adım mevcuttur. Bunlar sırayla;

- Tehlikelerin tanımlanması
- Risk değerlendirilmesi
- Risk kontrol seçenekleri
- Maliyet-Fayda değerlendirilmesi
- Karar alma önerileri şeklindedir.

Tehlikelerin tanımlanması bu analiz yönteminde risk yönetiminde en önemli adım olup sistem ve organizasyonda potansiyel zarar ve zarara neden olabilecek etkilerin analiz edilmesidir. Senaryolar üzerinde tanımlanan tehlike kaynaklarına göre olasılıklar ortaya konarak risk faktörleri belirlenir. Risk faktörlerini tamamen ortadan kaldırmak veya gerçekleşme olasılığını azaltmak için risk kontrol seçenekleri oluşturulur. Bu seçeneklerin uygulanması bir maliyet ve fayda değerlendirilmesi karşılaştırması yapılarak sınıflandırılır. Maliyet-Fayda analizi tüm olası risk azaltma seçeneklerinin ve maliyetlerinin etkililiğine dayalı risk azaltma seçeneklerinin karşılaştırılmasını içermelidir. Bu karşılaştırmanın sonucunda, kabul edilebilir veya ihmal edilebilir sonuçlar karar alıcılara sunulur (Kontovas, 2005).

Ülkemiz gemi inşa sanayisinde kapalı mahallerde gerçekleşen kazalar incelendiğinde istatistiki verilere göre en çok rastlanılan kaza tipleri; patlama ve yangın, yangın, zehirlenme, takılma ve yüksekte düşme, malzeme düşmesi ve çarpması olarak sıralanabilir. Çalışmamızda kapalı mahallerde gerçekleşen zehirlenme tipi kazalar ele alınmış Tablo 5'te verilen şiddet ve sıklık ölçeği kullanılarak değerlendirilmiştir. Buna göre şiddet (S); S1=Önemsiz, S2=Önemli, S3=Ciddi, S4=Çok Ciddi, S5=Felaket şeklinde, gerçekleşme sıklığı (F) ise; F1= Nadir, F2=Seyrek, F3=Arada Sırada, F4=Sıklıkla, F5=Çok Sık şeklindedir.

Tablo 5. Sıklık ve Şiddet Ölçeği.

| Sıklık (F)/Şiddet (S) | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 |
|-----------------------|----|----|----|----|----|
| S1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| S2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| S3 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| S4 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| S5 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

Bu ölçeğe göre önemsiz kazaları; hafif maddi hasarın yaşandığı, herhangi bir can kaybı ve yaralanmanın gerçekleşmediği kazalar, Önemli kazaları; orta derecede maddi hasarın ve iş kaybının yaşandığı ve küçük hasar ve ilk yardımlar ile çalışanların kurtarıldığı kazalar, Ciddi kazaları; çalışanların yaralandığı, iş kaybının ağır maddi hasarın yaşandığı kazalar, Çok Ciddi kazaları; ölüm ve uzuv kaybı gibi yaralanmalar ile sonuçlanan, çok ciddi çevresel etkilerin yaşandığı kazalar, Felaket ile sonuçlanan kazaları ise; 1 den fazla ölümlerin ve önemli maddi felaketlerin yaşandığı kazalar olarak tanımlayabiliriz.

5.2 Risk değerlendirilmesi

Yukarıda izah edilen kaza olayı, kapalı alanlarda gerçekleşebilecek zehirlenme ve bağlı durumlarına uygun bir örnektir. Kaza olayı için risk analizi BGD yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. Yöntemin ilk aşaması tehlike kaynaklarının tespit edilmesidir. Buna göre bu kazaya aşağıda belirtilen potansiyel

tehlike kaynaklarının sebep olduğunu söylemek mümkündür. Kaza öncesinde gemi açıkta iken denetim ve kontrol işleri kapsamında kapalı tankların ve mahallerin gazdan arındırma işlemlerinin yerine getirilmediği, çalışanların karbon monoksit zehirlenmesi geçirmelerine rağmen farkında olmadıkları, zehirlenme vakası ile ilgili çalışanlarda bilinç ve farkındalık oluşturması gereken eğitimlerin verilmediği anlaşılmaktadır.

Tehlike kaynaklarının tespiti: Yine kazanın yaşandığı gemi söküm tesisi çok tehlikeli sınıfta yer alan ağır işlerin yerine getirildiği bir işletmedir. Bayram tatili dolayısıyla ağır hizmet faaliyetlerinin sunulmasında güvenlik talimatları ve yetki devirleri ilgili talimatların ihmal edildiği görülmektedir. Çalışanların yanlış ekipman seçimi ve eğitim eksikliği kaynaklı geminin makine dairesindeki suyu daha güvenli ve egzoz çıkışı olmayan elektrikli dalgıç pompa yerine seyyar benzinli motor ile tahliye etmeleri çok ciddi sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Yine olay yerine gelen diğer çalışanların, acil müdahale konusunda eğitilmiş ve donanımlı olmadıkları, yanlış müdahale ile kazazedelerle birlikte olaydan etkilenerek olayın kazanın sonuçlarını çok daha kötüleştirdikleri görülmektedir.

-Yetersiz ortam havalandırması

-Gaz kaçak ve sızıntıları

-İnsan Hatası (Hatalı müdahale ve yanlış ekipman seçimi)

-Eksik gözetim ve denetim

-Hatalı acil durum müdahalesi

Risk Değerlendirmesi: Gemi söküm işlerinde kaza tiplerinin yaşandığı konumları bu kaza olayındaki gemi için ele aldığımızda; açıkta ve yan yatarak su almış iken ve karaya yanaşık söküm işleri yapılırken olarak tanımlayabiliriz.

Tablo 6. Örnek kaza olayının risk değerlendirilmesi

| Sıklık (F)/Şiddet (Ş) | Yan yatmış, su almış gemi | Karada söküm esnasında |
|-------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Yetersiz ortam havalandırması | S3F3=5 | S4F3=6 |
| Gaz kaçak ve sızıntıları | S1F4=4 | S5F3=7 |
| İnsan Hatası | S2F3=4 | S5F4=8 |
| Eksik gözetim ve denetim | S2F2=3 | S4F3=6 |
| Hatalı acil durum müdahalesi | S1F1=1 | S3F2=4 |

Tablo 6'ya göre en yüksek risk skoruna insan hatası kaynaklı tehlikelerin sahip olduğu görülmektedir. Karada yoğun söküm faaliyetlerinin başlamasıyla birlikte ortamdaki tehlike unsurlarının artması insan kaynaklı hataların da artmasını tetiklemektedir. Elektrikli dalgıç tipi pompa yerine benzinli motor kullanarak suyu tahliye etmek insan kaynaklı yanlış bir tercihtir. Bu durum karbon monoksit (CO) gazının ortama verilmesine sebep olmuştur. Yine Tablo 6'ya göre çok ciddi ve felaket şeklinde kazaların her iki durumda ara sıra yaşanabileceği gözlemlenmiştir.

Risk Kontrol Seçeneklerinin Değerlendirilmesi: Bütün kaza tipleri için Kaza Nedeni - Olay -Kaza - Kaza Sonucu olay örgüsü kurulmuş ve Tablo 7'de gösterilmiştir (Akyıldız ve diğ., 2012).

Tablo 7. Örnek kaza için olay örgüsü.

| Kaza Nedeni | Olay | Kaza tipi | Sonuç |
|-------------------------------|--------------------------------------|------------------|----------------------------|
| Yetersiz ortam havalandırması | Ortamdaki oksijenin azalması | Zehirlenme | Bilinç kaybı, halsizlik |
| Gaz kaçak ve sızıntıları | Egzoz tahliyesinin ortama verilmesi | | |
| İnsan Hatası | Hatalı müdahale ve ekipman seçimi | | Personel kaybı |
| Eksik gözetim ve denetim | Gazdan arındırma ve eğitim eksikliği | | Yaralanma, maddi hasar |
| Hatalı acil durum müdahalesi | Yetersiz KKD ve eğitimsiz personel | | |

Risk kontrol seçeneklerine bakılarak kaza nedeni, olay, kaza ve sonucun yaşanmaması için ne gibi müdahale seçenekleri ve tedbirlerin alınması gerektiği tespit edilebilir. Zehirlenme için bunları sıralayacak olursak;

Kaza nedeni oluşmadan önce için yapılması gerekenler;

- Çalışanlara İSG ve işyeri prosedürleri konusunda gerekli eğitimler
- Tecrübeli personel istihdamı
- Şirket kalite kontrol ve yönetim prosedürlerinin iyileştirilmesi
- Gemi üzerinde etkili kontrol ve denetim
- İşe giriş öncesi yasal sürece uygunluk

Olayın yaşanmaması için öncesinde yapılması gerekenler;

- Gemi söküm işinde yetkin ve sertifikalı personel istihdamı
- Gemi söküm esnasında karşılaşılan özel problemlere yönelik eğitimler
- Ekipman seçimi ve kullanımı konusunda pratik eğitimler
- Kapalı ortam kazalarına yönelik İSG eğitimleri

Kazanın yaşanmaması için öncesinde yapılması gerekenler;

- Su tahliyesinin elektrikli dalgıç pompa ile yapılması
- Kapalı ortam iş prosedürlerinin sıkı denetim ve kontrolü
- Çalışanlarla etkili iletişim
- Kapalı ortamdaki çalışanların sağlık durumlarının takibi

Sonuçların önlenmesine yönelik yapılması gerekenler;

- Yeterli yardımcı ekipman ve kişisel koruyucu donanım
- Acil müdahale ve sağlık hizmeti konusunda eğitim
- Kaza olayının yetkili birimlere haber verilmesi
- Gemi söküm iş planlamalarının iyileştirilmesi

Fayda/Maliyet Analizi: Risk matrisinde en yüksek puana sahip tehlikeler fayda-maliyet analizi açısından en uygun kontrol tedbirlerinin bilgilerini sağlar. Risk kontrol seçeneklerine göre alınacak kontrol tedbirlerinin sağlayacağı fayda ve bunun maliyeti, en düşükten en yükseğe 1 ile 5 arasında puanlandırılarak Tablo 8’de verilmiştir. Fayda maliyet analizinde insan kaynaklı hataların önlenmesine yönelik eğitim, denetim ve iletişim gibi risk azaltma yollarının en efektif çözümler olduğu gözükmektedir. Yetkin personel istihdamı, ekipman tedariki, kişisel koruyucu donanım ve iş planlamalarının iyileştirilmesi gibi risk azaltma tedbirlerinin ise fayda/maliyet açısından efektif olmadıkları görülmektedir.

Tablo 8. Zehirlenme vakası için maliyet/fayda analizi.

| Kaza nedeni oluşmadan önce için yapılması gerekenler; | Maliyet | Fayda | Puan |
|--|----------------|--------------|-------------|
| Çalışanlara İSG ve işyeri prosedürleri konusunda gerekli eğitimler | 3 | 2 | 1.50 |
| Tecrübeli personel istihdamı | 3 | 4 | 0.75 |
| Şirket kalite kontrol ve yönetim prosedürlerinin iyileştirilmesi | 2 | 4 | 0.50 |
| Gemi üzerinde etkili kontrol ve denetim | 3 | 3 | 1.00 |
| İşe giriş öncesi yasal sürece uygunluk | 2 | 1 | 2.00 |
| Olayın yaşanmaması için öncesinde yapılması gerekenler; | Maliyet | Fayda | Puan |
| Gemi söküm işinde yetkin ve sertifikalı personel istihdamı | 3 | 5 | 0.60 |
| Gemi söküm esnasında karşılaşılan özel problemlere yönelik eğitimler | 4 | 2 | 2.00 |
| Ekipman seçimi ve kullanımı konusunda pratik eğitimler | 5 | 3 | 1.66 |
| Kapalı ortam kazalarına yönelik İSG eğitimleri | 5 | 2 | 2.50 |
| Kazanın yaşanmaması için öncesinde yapılması gerekenler; | Maliyet | Fayda | Puan |
| Su tahliyesinin elektrikli dalgıç pompa ile yapılması | 4 | 4 | 1.00 |
| Kapalı ortam iş prosedürlerinin sıkı denetim ve kontrolü | 4 | 2 | 2.00 |
| Çalışanlarla etkili iletişim | 3 | 1 | 3.00 |
| Kapalı ortamdaki çalışanların sağlık durumlarının takibi | 4 | 2 | 2.00 |
| Sonuçların önlenmesine yönelik yapılması gerekenler; | Maliyet | Fayda | Puan |
| Yeterli yardımcı ekipman ve kişisel koruyucu donanım | 4 | 5 | 0.80 |
| Acil müdahale ve sağlık hizmeti konusunda eğitim | 4 | 3 | 1.33 |
| Kaza olayının yetkili birimlere haber verilmesi | 3 | 1 | 3.00 |
| Gemi söküm iş planlamalarının iyileştirilmesi | 2 | 5 | 0.40 |

6. Sonuç

Gemi söküm işlerinde kaza olasılığı yüksek birçok tehlikeli durum söz konusudur. Çalışanlara hem genel iş sağlığı ve güvenliği hem de mesleki anlamda tecrübe ve farkındalığı arttıracak eğitimlerin periyodik olarak sunulması gerekmektedir. Özellikle mesleki yeterlilik sertifikasyonu temelli istihdam kazaların önlenmesinde kaza öncesi önleyici tedbirlerin başında gelmektedir. Yaşanan örnek kaza olayında bayram tatili dolayısıyla işe giriş bildirimleri resmi olarak yapılmamış ve mesleki anlamda yetkin olmayan birkaç personelin kendi başlarına inisiyatif alarak işe başlamaları tehlike potansiyeli arttırmıştır. Bu tür işletmelerde iş proseslerinin işletme tarafından işe başlamadan önce belirlenmiş

olması gerekir. Yapılacak faaliyetin bu plan uygun ilerleyip ilerlemediği sürekli kontrol edilmelidir. Örnek kaza olayında çalışanlar zehirlenme vakası geçirmelerine rağmen ilk gün bunun farkına varamamışlardır. Bu konuda farkındalık eğitimlerinin artırılması gerekir. Buna sebep olan yanlış ekipman seçimi kazanın temel sebeplerindedir. Yapılacak işe uygun ekipman seçiminin ve çeşitliliğinin çalışanlara sunulması gerekir. Ortamda biriken zehirli gazın tahliyesi konusunda yeterli ekipman sağlanması gerekir. İşe başlamadan önce denetim ve kontrollerin bu doğrultuda yapılması gerekmektedir. Özellikle kaçak ve sızıntı ihtimali yüksek olan kapalı mahallerde iş öncesi bu kontrollerin uygun aletlerle ölçülmesi lazımdır.

Acil müdahale ve tıbbi yardımın eksikliği, kazanın sonuçlarını daha da vahim hale getirebilir. Bu konuda çalışan sayısına göre uzman personel istihdamı gerekir. Yine çalışanlar arasından bazılarının acil müdahale ve ilk yardım konusunda ileri eğitimlerin verilmesi kötü sonuçların ortaya çıkmasını engelleyebilir. Yine maliyet açısından düşük fakat fayda açısından yüksek verimliliğe sahip iletişim çeşitliliği, kazaların önlenmesinde önemli bir önleyici faktördür. İş ile alakalı teknik ve idari kademelerde çalışanlar arasında oluşacak etkili iletişim ve koordinasyon bu tür tehlikeli faaliyetlerin yapıldığı gemi söküm işlerinde kritik bir öneme sahiptir.

Tersanelerde kapalı alanlarda yapılan çalışmalarda iş sağlığı ve güvenlik tedbirlerinin farklı bir perspektifle ele alınması gerekmekte olup ortamdaki oksijen yetersizliği, yangın ve patlama gibi tehlike kaynaklarının çok ciddi sonuçlara sebebiyet verebilecek olması, yapılacak olan risk analizinin önemini, risklerin ortamdaki uzaklaştırılması ya da bertaraf edilmesi açısından daha da arttırmaktadır. Kapalı alanlarda gerçekleşen ölüm ve yaralanma ile sonuçlanan iş kazalarının azaltılmasına yönelik eğitim, denetim ve kontrol tedbirlerinin çalışma alanlarında etkin bir şekilde uygulanması ve takip edilmesi gerektiği değerlendirilmektedir.

7. Kaynaklar

Akyıldız, H., Menten, A., Helvacıoğlu, İ.H. (2012). Formal Safety Assessment of Cargo Ships at Coasts and Open Seas of Turkey. Proceedings of the ASME 31st International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering, Rio de Janeiro, Brazil.

Barlas, B., İzci, F.B. (2017). Gemi İnşaatı Sektöründe Kapalı Alanlarda Çalışmalar, İzin Prosedürleri ve Mevzuat Uygulamaları, İstanbul Teknik Üniversitesi 2. İş Sağlığı ve Güvenliği Çalıştayı, İTÜ Vakfı Yayınları, İstanbul, s. 117-126.

Barlas, B., İzci, F.B. (2018). Individual and workplace factors related to fatal occupational accidents among shipyard workers in Turkey, Safety Science (101):173–179.

Chinniah, Y., Bahloul, A., Bulet-Vienney, D., Roberge, B. (2017). Development of a Confined Space Risk Analysis and Work Categorization Tool, IRSST Studies and Research Projects, R-955.

Gazdan Arındırma Yönetmeliği (2004). Gemi ve Deniz Araçlarının İnşa, Tadilat, Bakım, Onarım ve Söküm İşlemlerinde Gazdan Arındırma Yönetmeliği, Kabul Tarihi: 21.12.2004

GİSBİR, (2014). Gemi İnşa, Bakım-Onarım Sektör Raporu, GİSBİR Yayınları, İstanbul.

IACS Confined Space Safe Practice (2000), Rec. 2000/Rev.2 2007/Corr.1 2017

Işık, M. K. (2016). Gemi Bakım Ve Onarım Sektörü Kapalı Alanlarında İş Sağlığı Ve Güvenliği, ÇSGB İş Sağlığı ve Güvenliği İstanbul Uzmanlık Tezi.

Kontovas, C. A. (2005). Formal Safety Assessment Critical Review and Future Role, (Yüksek

LisansTezi/MSc thesis), School of Naval Architecture and Marine Engineering, National Technical University of Athens.

Michael, K. H., William, M. E., William, L., Christopher, D., Michael, D. M., Richard, H.&R. S. (2007). Manganese Exposures During Shielded Metal Arc Welding (SMAW) in an Enclosed Space, Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 2(8):375-382.

OSHA, (2015). 29 CFR Part 1926 Confined Spaces in Construction; Final Rule.

Pettit, T., Linn, H. (1987). A Guide to Safety in Confined Spaces., Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 87-113, s.1-20.

Stojkovic, A. (2013). Occupational Safety In Hazardous Confined Space, Safety Engineering, (3):137-144

Toklu, A.S., Mirasoğlu, B. (2015). Çeken Akıntılar ve Suda Boğulmalar, Editörler: S.Beji ve B.Barlas, İstanbul Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı, İstanbul, s. 46-56.

Washington Administration Code, (2018). Chapter 296-809 WAC, Safety Standards for Confined Spaces, s. 1-11.

Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği, (2013).EK-4, Kabul Tarihi: 05.10.2013

Yavuz, K. (2012). Tersanelerde Kazaların Önlenmesi ve İş Güvenliği: Tuzla Tersaneleri, (Yüksek LisansTezi/MSc thesis), Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yılmaz, A.İ., Yılmaz F., Celebi, U.B. (2014). Analysis of Shipyard Accidents in Turkey, British Journal of Applied Science & Technology, (5): 472-481.