

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GEMİ HAVUZLAMA
VE HAVUZLAMA SIRASINDA
OLUŞAN KAZALARIN ANALİZİ

Hayri YAĞLI

Ağustos, 2021
İZMİR

GEMİ HAVUZLAMA VE HAVUZLAMA SIRASINDA OLUŞAN KAZALARIN ANALİZİ

**Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Anabilim Dalı,
Gemi İnşaatı Programı**

Hayri YAĞLI

Ağustos, 2021

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

HAYRİ YAĞLI, tarafından **PROF. DR. KADRİ TURGUT GÜRSEL** yönetiminde hazırlanan “**GEMİ HAVUZLAMA VE HAVUZLAMA SIRASINDA OLUŞAN KAZALARIN ANALİZİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

.....
Prof. Dr. K. Turgut GÜRSEL

Yönetici

.....
Prof. Dr. Gökdeniz NEŞER

Jüri Üyesi

.....
Prof. Dr. Uğur Buğra ÇELEBİ

Jüri Üyesi

.....
Prof. Dr. Özgür ÖZÇELİK

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamda yardımlarını esirgemeyen ve yüksek enerjisiyle moral veren danışman Hocam Prof. Dr. Kadri Turgut GÜRSEL'e ve beni daima destekleyen aileme teşekkürlerimi borç bilirim.

Hayri YAĞLI



GEMİ HAVUZLAMA VE HAVUZLAMA SIRASINDA OLUŞAN KAZALARIN ANALİZİ

ÖZ

Yaklaşık M.Ö. 4000’li yıllardan günümüze kadar başlangıçta ahşap konstrüksiyonlu, sanayi devrimi ile birlikte önce perçin, daha sonra da kaynak konstrüksiyonlu çelik gemiler inşa edilmiştir. Günümüzde bu gemilerin yanı sıra alüminyum ve çeşitli kompozit malzemelerin kullanıldığı tekneler de üretilmektedir. Hangi malzeme ile inşa edilmiş olursa olsun her gemi, işletme ve maruz kaldığı deniz koşullarına göre belirli periyotlarla mutlaka bakıma ve onarıma alınmak zorundadır. Bu gemilerin rutin planlı bakım faaliyetleri nedeniyle ya da pervane, şaft, şaft yatağı, karina sac ve mukavemet elemanı deformasyonları gibi plansız arızaları sebebiyle havuza alınması işlemine havuzlama faaliyeti denilmektedir.

Gemilere yüzer ve kuru (taş) havuz platformlarında havuzlama işlemi uygulanır. Gemi havuzlama faaliyeti öncesinde geminin dip formuna ve posta-tülani düzenine uygun olarak havuz güvertesine metal bloklar üzerine meşe ve çam dolgular yerleştirilir. Geminin dip formunu alan bu metal bloklar üzerindeki meşe ve çam dolgunun tümü takarya olarak isimlendirilir.

Çalışmanın ilk bölümünde gemilerin havuzlama aşaması detayları ile birlikte ele alınmış, bir geminin havuzlama planı hazırlanarak takarya mukavemet hesabı yapılmıştır. Daha sonra havuzlama öncesinde ve sonrasında tersane ve gemi ilgililerinin uyması gereken prosedür ile havuzlama operasyonu sırasında gerçekleşen manevralar ele alınmıştır. İzleyen bölümde ise, havuzlama sırasında oluşan can ve mal kayıplarına neden olmuş, gemide patlama, yangın, alabora olma, kırılma şeklindeki tipik ve istisnai kazaların analizleri yapılmış, kaza oluşum nedenleri ayrıntılı olarak ele alınmıştır. İncelemenin sonuç kısmında, geçmişte oluşan kazaların tekrar yaşanmaması için alınması gereken önlemler tartışılmış, havuzlama kazalarının tümüyle önlenmesi amacıyla uygulanması gereken teknik yöntem ve kontroller ayrıntılı olarak sıralanmıştır.

Anahtar kelimeler: Havuzlama, gemi stabilitesi, havuzlama kazaları

DRY-DOCKING OF A SHIP AND ANALYSIS OF ACCIDENTS OCCURRED DURING THE DRY-DOCKING OF SHIPS

ABSTRACT

From about 4000 BC until today, first wooden ships and, after the industrial revolution, steel ships with rivets and, in the 20th century, with welded construction, have been built. Today, in addition to these ships, boats are also produced using aluminum and various composite materials. Regardless of what material is built, every ship must be maintained and repaired at certain intervals, depending on the operation and the sea conditions which the ship is exposed to. Docking of these ships is required due to routine planned maintenance processes or unplanned malfunctions and/or deformations at propeller, shaft, shaft bearing, hull plates and strength elements.

Ships are docked on floating or dry dock platforms. Before the docking of ships, wooden fillings are placed on the metal blocks lined up on the deck of the dock in accordance with the bottom form of the ship. The entire oak wooden filling on this metal block, which takes the form of the bottom of the ship, is called as keel block.

In the first part of the study, the docking stage of the ships was discussed in details, the docking plan of a ship was prepared, and the keel block's strength calculation was performed. Then, before and after docking, the procedures to be followed by authorities of the shipyard and the ship and the maneuvers during the docking operation were discussed. In the second part, typical and exceptional accidents in the form of explosion, fire, capsizing, breakage in the ship that causes loss of life and property during docking were analyzed, and the reasons for these accidents were discussed in detail. In the conclusion part of the study, the precautions to be taken to prevent the accidents experienced in the past were discussed, and the methods of control that should be applied in order to avoid docking accidents completely, were listed in detail.

Keywords: Docking, ship stability, docking accidents

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLolar LİSTESİ	ix
BÖLÜM BİR - GİRİŞ.....	1
1.1 Tezin Amacı	5
1.2 Literatür Taraması	5
BÖLÜM İKİ – GEMİ HAVUZLAMA.....	7
2.1 Örnek Bir Gemiye Ait Endaze Resmi Üzerinden Havuzlama Projesi Oluşturulması ve Takaryaların Dayanım Hesabı	7
2.2 Gemi Havuzlama ve Havuz Periyodunda Yapılan İşler.....	10
2.2.1 Havuzun ve Geminin Dalışa Hazırlanması.....	10
2.2.2 Havuzlama Operasyonu ve Havuzlama Manevrası	13
2.2.3 Geminin Havuzdan Çıkışı	15
2.2.4 Havuzlama Periyodunda Yapılan İşler	17
2.3 Yaralı Bir Geminin Havuzlama İşlemi ve Stabilite Hesabı	21

BÖLÜM ÜÇ – GEMİ HAVUZLAMA SIRASINDA GERÇEKLEŞEN KAZALARIN ANALİZİ	23
3.1 Gemi Dahilinde Oluşan Problemler Sonucu Gerçekleşen Kazalar	23
3.1.1 Delta Romorkörüne Ait Havuzlama Kazasının Analizi	23
3.1.1.1 Geminin Havuzlama Öncesi Durumu	23
3.1.1.2 Gemi Havuzlaması ve Havuz Sürecindeki Durumu	24
3.1.1.3 Geminin Havuzdan İnişi ve Meyil Yaparak Alabora Olması Durumu.....	25
3.1.2 Hindistan Donanma Tersanesi INS BETWA Gemisinin Havuzlama Kazası..	28
3.2 Havuz/Tersane Dahilinde Oluşan Problemler Sonucu Gerçekleşen Kazalar..	30
3.2.1 Y. Tersanesi Yüzer Havuz Kazası Analizi	30
BÖLÜM DÖRT – SONUÇLAR.....	35
4.1 Delta Romorkörüne Ait Havuzlama Kazasının Analiz Sonucu	35
4.2 Hindistan Donanma Tersanesi INS BETWA Gemisinin Havuzlama Kazasının Analiz Sonucu	36
4.3 Y. Tersanesi Yüzer Havuz Kazasının Analiz Sonucu	36
KAYNAKLAR	39

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 Gemilerin yüzer ve taş havuzlarda havuzlaması.....	2
Şekil 1.2 Gemilerin çekici vasıtalarla havuzlama konumlarına getirilmesi.....	2
Şekil 1.3 Havuzlama işlemi tamamlanmış bir gemi.....	2
Şekil 1.4 Taş havuz ve kapağı.....	3
Şekil 1.5 Çekerek yerine alınmış bir gemi.....	3
Şekil 1.6 Bir geminin kreyn vasıtasıyla karaya alınma işlemi.....	4
Şekil 2.1 Havuzlama planı oluşturulurken kullanılan Fire Boat gemisine ait endaze planı.....	7
Şekil 2.2 Fire Boat gemisine ait endaze planı üzerinden hazırlanmış havuzlama planı.....	8
Şekil 2.3 Dalma derinliği.....	9
Şekil 2.4 Açmaz ve çapraz halatlar	12
Şekil 2.5 Gemi havuzlamada halat planı.....	12
Şekil 2.6 Havuzlama operasyonu bitmiş ve kuruya çıkmış bir gemi	13
Şekil 2.7 Valf iç mekanizması ve bakımı.....	17
Şekil 2.8 Şaft bakımı öncesi ve sonrası.....	18
Şekil 2.9 Lavra tapası yuvası ve kinistin ızgaraları.....	18
Şekil 2.10 Gemi havuzlama işleminde merkezden meyilli tarafa kaydırılması gereken mesafe.....	20
Şekil 3.1 Delta gemisine eklenen ve çıkan ağırlıklar	23
Şekil 3.2 Delta gemisinin sancak tarafa alabora olmuş hali.....	26
Şekil 3.3 INS BETWA'nın kaza sonrası baştan görünüşü.....	27
Şekil 3.4 INS BETWA'nın kaza sonrası kıçtan görünüşü	28
Şekil 3.5 S ve R gemilerinin havuz yerleşim planı	29
Şekil 3.6 Kaza sonrası gemiler ve yüzer havuz.....	30
Şekil 3.7 Yüzer havuzun kırıldığı bölge	30
Şekil 3.8 Yüzer havuz için moment diyagramı	31

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 2.1 Havuz giriş kontrol listesi.....	12
Tablo 2.2 Havuz çıkış kontrol listesi.....	16
Tablo 3.1 Delta römorkörünün ana boyutları.....	24
Tablo 3.2 INS BETWA gemisinin ana boyutları.....	29
Tablo 3.3 Yüzer havuzun ana boyutları.....	31
Tablo 3.4 S ve R gemilerinin ana boyutları.....	31
Tablo 4.1 Kazaların analiz sonuçları.....	38



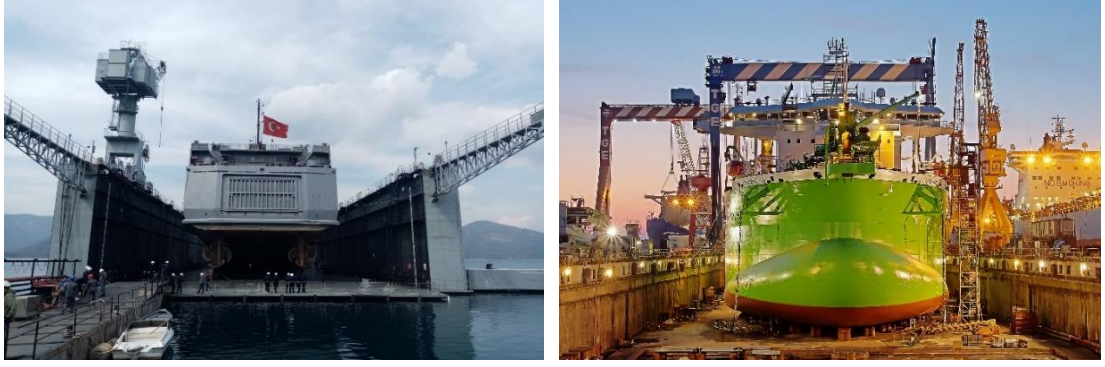
BÖLÜM 1

GİRİŞ

Yaklaşık M.Ö. 4000’li yıllardan günümüze kadar ahşap konstrüksiyonlu ve sanayi devrimi ile birlikte önce perçin, daha sonra da kaynak konstrüksiyonlu çelik gemiler inşa edilmiştir. Günümüzde bu gemilerin yanı sıra alüminyum ve çeşitli kompozit malzemelerin kullanıldığı tekneler de üretilmektedir. Hangi malzeme ile yapılmış olursa olsun her gemi, işletme ve maruz kaldığı deniz koşullarına göre belirli periyotlarla mutlaka bakıma ve onarıma alınmak zorundadır. Bu kapsamda gemiler, karina kısımlarında raspalama yapılarak, boya ve inşa materyali yenilemesine, ana makina, jeneratör ve tüm donanımların bakım ve yenileme işlemlerine tabi tutulmaktadırlar.

Gemilerin rutin planlı bakım faaliyetleri ile pervane, şaft, şaft yatağı, karina sac ve mukavemet elemanı deformasyonları vb. gibi plansız arızaları sebebiyle havuza alınması işlemine havuzlama faaliyeti denilmektedir.

Gemiler, havuzlama faaliyeti için yüzer veya taş havuzlara alınmaktadırlar (Şekil 1.1). Yüzer havuzlar, pontonlardan meydana gelen çelik bir yapı olup, bünyelerindeki tanklara su alarak belirli derinliğe dalarlar. Gemiler, çekici vasıtalarla manevra yaparak havuz içinde havuzlama projesinde belirlenmiş konumlarına getirilirler (Şekil 1.2). Daha sonra yüzer havuz, balast tanklarına almış olduğu suyu pompalar vasıtasıyla boşaltarak çıkış vaziyetine geçer. Çıkış işlemi tamamlanmış bir gemi Şekil 1.3’de görülmektedir. Taş havuzlar ise, kıyı kesimlerde belirli bir bölge kazılarak oluşturulmuş, gemilerin giriş ve çıkışı için deniz tarafına açılır-kapanır kapaklar konumlandırılmış yapılardır (Şekil 1.4). Ayrıca bazen gemiler, tonaj ve uygunluklarına göre çekek yerlerine ve kreyn vasıtasıyla karaya alınabilmektedirler. Çekerek yerine alınmış gemi örneği Şekil 1.5 ’de ve kreyn vasıtasıyla bir geminin karaya alınma işlemi Şekil 1.6’da görülmektedir.



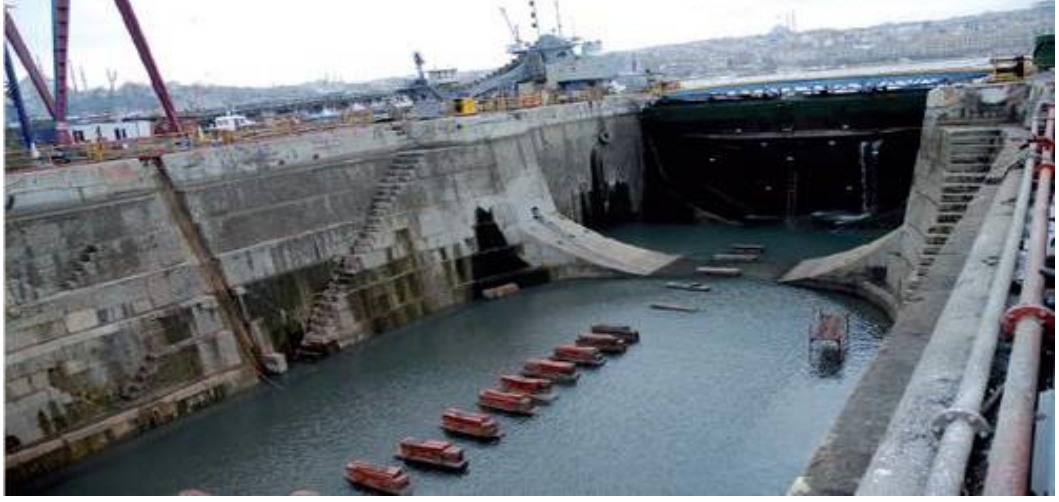
Şekil 1.1 Gemileri yüzer (sol) ve taş havuzlarda (sağ) havuzlama (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 1.2 Gemilerin çekici vasıtalarla havuzlama konumlarına getirilmesi (Kişisel arşiv, 2018)



Şekil 1.3 Havuzlama işlemi tamamlanmış bir gemi (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 1.4 Taş havuz ve kapağı (Sanayici dergisi arşivi, 2013)



Şekil 1.5 Çekerek yerine alınmış bir gemi (Kişisel arşiv, 2021)



Şekil 1.6 Bir geminin kreyn vasıtasıyla karaya alınma işlemi (Kişisel arşiv, 2020)

Tersanelerde sık uygulanan bir faaliyet olan havuzlama faaliyeti emniyet ve özellikle gemi stabilitesi açılarından hayati öneme sahiptir. Geminin takarya hazırlığı aşamasından, gemi havuzdan çıkış manevrasına kadar geçen tüm aşamalarda emniyet tedbirlerine tamamen uyulması gerekmektedir. Bu işlemler sırasında gerek gemi kaynaklı gerekse de havuz kaynaklı çeşitli kazalar oluşabilmektedir. Bu kazaların nedenleri aşağıdaki gibi gruplanabilir:

- i. Geminin havuzda bulunduğu sırada, gemiye dışarıdan ağırlık transferi yapılması ve/veya gemi içerisinde yük kaydırılması sebebiyle ağırlık dağılımının ve dolayısıyla stabilitesinin değiştirilmesi sonucu geminin meyil/trim yaparak, sabit olmayan yüklerin kayması ve alabora olması.
- ii. Geminin takarya diziliminin yanlış yapılması veya dayanım hesaplarının yapılmaması veya yanlış yapılması sonucu geminin meyil yaparak devrilmesi.
- iii. Özellikle yüzer havuzlarda, havuzun dalış veya çıkışında yanlış balast operasyonu yapılması sonucu havuzun kırılması.
- iv. Geminin havuza giriş veya çıkışı esnasında yapılan manevra hataları sonucu oluşan kazalar.
- v. Geminin havuzlama öncesi tankların gazdan arındırma işlemine tâbi tutulmaması veya havuzda bulunduğu periyotta gemide yanıcı patlayıcı madde bulundurulması sonucu gerçekleşen yangın ve patlamalar.

vi. Gemilerin onaylı tüm tasarım ve inşa planlarının gemi yönetiminin elinde bulunmaması ve/veya tank planlarının ve göstergelerinin gerçeği yansıtmaması.

Özellikle geminin havuza giriş ağırlık dağılımı ve stabilitesinin gemi havuzdan çıkana kadar aynı kalması sağlanmalıdır. Bu hususlar göz ardı edildiğinde kaza riski kaçınılmaz olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı ülkemizde ve dünyada hafif ve ağır kazalar oluşmuştur.

1.1 Tezin Amacı

Tezin amacı, havuzlama faaliyetini kapsamlı bir şekilde anlatarak, gerçekleşmiş tipik ve istisnai havuzlama kazalarını analiz etmektir. Gemi havuzlama ile ilgili geçmişte kapsamlı bir araştırma bulunmaması ve havuzlamanın her bir sürecinde emniyetli hareket edilememesi durumunda ciddi can ve mal kayıplarına sebep olması nedeniyle, bu konunun kapsamlı bir şekilde ele alınması amaçlanmaktadır. Havuz kazalarını analiz edebilmek için, geminin havuza girdiği andan, havuzdan ayrıldığı ana kadar tüm süreçlerin iyi bilinmesi gerekmektedir. Bu sebeple,

- i. Öncelikle örnek bir havuzlama projesinin hazırlanması,
- ii. Gemi havuzlamada işlem sırası ve ayrıntıları,
- iii. Tüm havuzlama süreci,
- iv. Yaralı bir gemiye ait havuzlama senaryosu ele alınmıştır.

1.2 Literatür Taraması

Gemi havuzlama ile ilgili çok fazla sayıda bilimsel yayın bulunmamaktadır. Konunun detaylı ele alınmasında tersane tecrübelerinden de faydalanılacaktır. Bu kapsamda incelenen Alankaya ve diğ. (2015) ait ‘Gemilerde Stabilité ve Havuzlama’ kitabında havuzlama süreci, havuzlama öncesi yapılması gereken işlemler ve tüm havuzlama periyodunda adım adım uyulması gereken tedbirlere değinilmiştir. Dry Dock şirketinin yayımlamış olduğu Dock Master Training Manuel (2005)’de havuzlama süreçleri, takarya yükleme ve dayanım hesapları, stabilite hesapları, gemilerin havuz üzerindeki yük dağılımı, havuzun su transfer operasyonu detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

Biran (2003) ‘Ship Hydrostatics and Stability’ isimli kitabında ve Yılmaz (2019) ‘Gemi Mühendisliği El Kitabı’nda gemilerin yaralanma sonrasında durumlarının

sağlıklı bir şekilde analiz edilebilmesi için yaralanmanın gemi üzerindeki etkilerinin iyi bilinmesi gerektiğini vurgulamıştır. Yaralanma sonucu gemilerde oluşan enine ve boyuna stabilite değişimleri ele alınmış ve bu değişimlerin iyi bilinip, zamanında müdahale edilmesinin gemilerin kurtarılabilmesi için son derece önemli olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca farklı gemi tipleri için hem borda yaralanması, hem de dip yaralanması senaryolarında yaralı stabilite hesapları yapılmıştır. Türk Loydu'nun yayımlamış olduğu Askerî Gemi Kuralları Tekne Yapısı ve Donanımı (2015) Cilt-5'de askerî gemiler için hasarlı durumdaki stabilite detayları ile birlikte sunulmuştur. Burada yaralı stabilite hesaplarını doğrudan etkileyen bölmeleme, yük durumu, yaranın derinliği ve büyüklüğü faktörlerine değinilmiştir. Gemi yaralı durumdayken meylettirici ve düzeltici kuvvet ve moment kollarını hesaplarken rüzgâr, serbest yüzey etkisi vb. faktörlerin dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır. Bu doğrultuda, havuzlama kazalarını ve gemilerin kaza anındaki hareketlerini analiz edebilmek için, yaralı stabilite durumlarını iyi bilmek gerekmektedir.

BÖLÜM 2

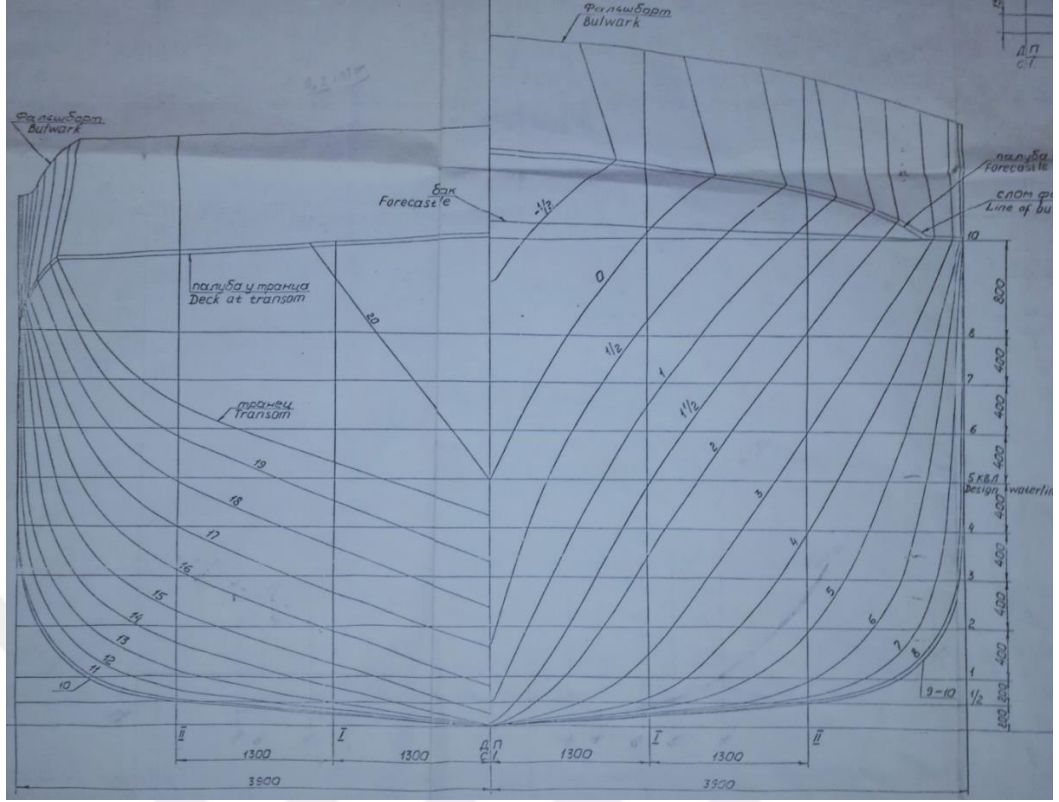
GEMİ HAVUZLAMA

Gemiler, raspa, boya, tekne sörveyi, şaft sörveyi gibi rutin planlı bakım faaliyetleri ile pervane, şaft, şaft yatağı, karina sac ve mukavemet elemanı deformasyonları gibi plansız arızaları nedeniyle havuza alınmaktadırlar. Gemiler tiplerine göre maksimum iki ile üç yıl arasında değişen periyotlarla havuz bakım-onarımına tâbi tutulmaktadır. Denizde Can Emniyeti Uluslararası Sözleşmesi (SOLAS)'a göre ticarî gemiler beş yıllık periyotlarda iki kez havuz bakımına tâbi tutulmak zorundadır ve tekne sörvey süreleri 36 ayı geçmemelidir. Bu da ticarî gemilerin maksimum üç yıl süre içerisinde havuz bakımına alınması gerekliliğini doğurmaktadır. Askerî gemiler için bu süre ise gemi tiplerine göre bir ile iki yıl arasında değişmektedir.

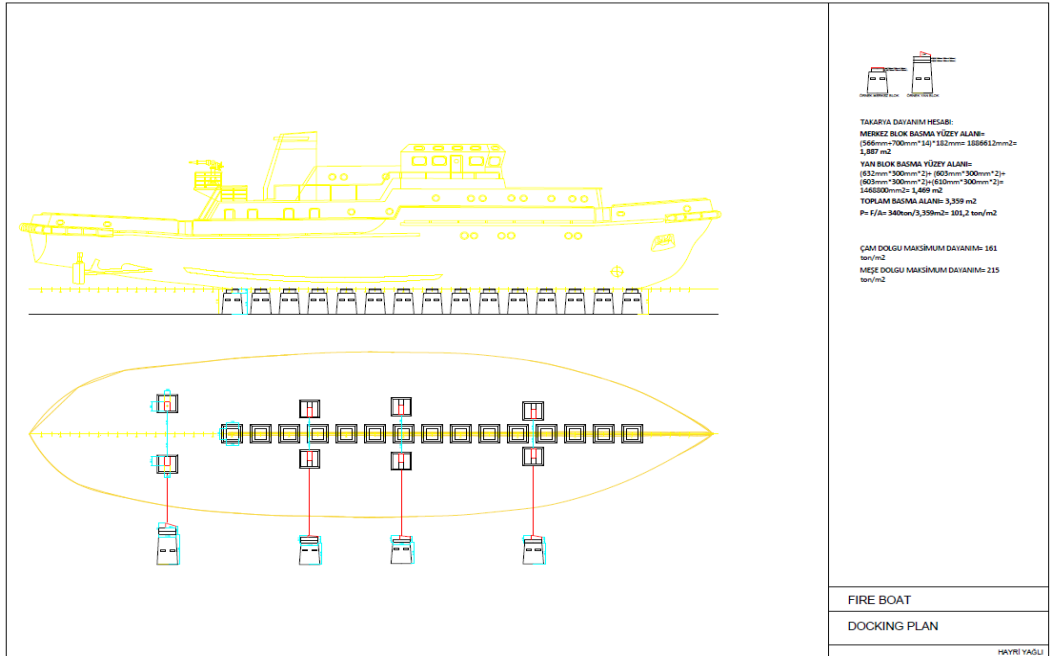
Gemi havuzlama konusu aşağıdaki üç ana başlıkta incelenecektir.

2.1 Örnek Bir Gemiye Ait Endaze Resmi Üzerinden Havuzlama Projesi Oluşturulması ve Takaryaların Dayanım Hesabı

Havuz onarımına tâbi tutulacak gemilerin birçoğu havuzlama planına sahipken, bazı eski gemilerde havuzlama planı bulunmamaktadır. Hali hazırda gemide bulunan havuzlama planının, geminin alınacağı havuza uygun olmaması veya havuzlama planının bulunmaması durumunda endaze planı kullanılarak havuzlama planı hazırlanır (Şekil 2.1 ve Şekil 2.2). Havuzlama planını hazırlarken, takaryaların geminin dolu postalarına denk gelmesi sağlanmalı ve takaryalar üzerine etkiyen yük hesaplanmalıdır. Basma yükünün, emniyetli olduğu ve dayanım sınırı altında kaldığı teyit edilmeli, eğer basma yükü dayanım sınırını aşıyor ise, ekstra takarya eklenmelidir. Örnek olarak havuzlama planı bulunmayan "Fire Boat" adlı gemi için endaze planı kullanılarak havuzlama planı hazırlanmıştır (Şekil 2.2).



Şekil 2.1 Havuzlama planı oluşturulurken kullanılan “Fire Boat” gemisine ait endaze planı (Kişisel arşiv, 2020)



Şekil 2.2 “Fire Boat” gemisine ait endaze planı üzerinden hazırlanmış havuzlama planı (Kişisel arşiv, 2018)

"Fire Boat" adlı geminin havuzlama planı hazırlanırken öncelikle omurganın oturacağı merkez blok yüksekliği belirlenmiştir. Bu yükseklik, omurgaya raspa ve boya uygulanması sırasında işçilerin rahat çalışmasını mümkün kılacak şekilde belirlenmelidir. Merkez blok yüksekliği için, eğer geminin omurga seviyesinden aşağı inen hayli derin sonar, salma, pervane vb. bir takıntı mevcut değil ise 1500 -1700 mm arası bir değer belirlenir. Daha sonra merkez blok ve yan bloklar dolu postalara denk gelecek şekilde konumlandırılır. Yan bloklar konumlandırılırken, yalpa omurgası, parakete kılıcı gibi takıntılar mevcut ise dikkat edilmelidir. Yan blok yarı genişlikleri de belirlendikten sonra, geminin endaze planı kullanılarak yan blok üzerine konulacak ağacın eğimi belirlenir. Böylece havuzlama planı kabaca oluşturulmuş olur. En son olarak merkez ve yan bloklar üzerine birim alana düşen yük hesaplanır ve ağacın maksimum basma dayanım sınırını aşıp aşmadığı kontrol edilir. Gemilerde genel olarak üç birim yükün merkez bloğa, bir birim yükün yan bloğa etki ettiği kabul edilir. "Fire Boat" gemisi için takarya dayanım hesabı aşağıda verilmiştir:

Hesaba konu olan geminin deplasman tonajı $\Delta = 340$ ton olarak alınmıştır. Merkez blok basma tonajı (W_{Merkez}) ile merkez blokta birim alana etkiyen basma yükü (P_{Merkez}) (basınç) sırasıyla Denklem 2.1 ve 2.2 aracılığıyla belirlenir.

$$W_{Merkez} = \frac{3}{4} \Delta \quad (2.1)$$

$$P_{Merkez} = \frac{W_{Merkez}}{A_{Merkez}} \quad (2.2)$$

Denklem 2.2'deki A_{Merkez} ifadesi merkez blok toplam basma yüzey alanı olup, Denklem 2.3 yardımıyla belirlenir. Bu denklemdeki n_{Tkry} takarya sayısını, l_{Tkry} ve b_{Tkry} ise sırayla takaryaların boyunu ve genişliğini ifade etmektedir. Örnek hesapta bu değerler aşağıdaki gibi belirlenir.

$$A_{Merkez} = n_{Tkry} \cdot l_{Tkry} \cdot b_{Tkry} \quad (2.3)$$

$$A_{Merkez} = 15 \cdot 700 \cdot 182 = 1.911.000 \text{ mm}^2 = 1,911 \text{ m}^2$$

$$P_{Merkez} = \frac{\frac{3}{4} \cdot 340}{1,911} = 133 \text{ ton/m}^2$$

Yan blok basma tonajı ($W_{YanBlok}$) ile yan blokta birim alana etkiyen basma yükü ($P_{YanBlok}$) sırasıyla Denklem 2.4 ve 2.5 aracılığıyla belirlenir.

$$W_{YanBlok} = \frac{1}{4} \Delta \quad (2.4)$$

$$P_{YanBlok} = \frac{W_{YanBlok}}{A_{YanBlok}} \quad (2.5)$$

Denklem 2.5'deki $A_{YanBlok}$ ifadesi yan blok toplam basma yüzey alanı olup, Denklem 2.6 yardımıyla belirlenir. Bu denklemdeki n_{YnTkry} yan takarya sayısını, A_{YnTkry} ise yan takaryaların yüzey alanını ifade etmektedir. Örnek hesaptaki ilgili değerler aşağıda verilmiştir.

$$A_{YanBlok} = n_{YnTkry} \cdot A_{YnTkry} \quad (2.6)$$

$$A_{Merkez} = 8 \cdot 600 \cdot 300 = 1.440.000 \text{ mm}^2 = 1,44 \text{ m}^2$$

$$P_{Merkez} = \frac{\frac{1}{4} 340}{1,44} = 59 \text{ ton/m}^2$$

Çam ve meşe dolgunun maksimum basma dayanım değerleri ise sırayla

$$\sigma_{\text{camMaks}} = 161 \text{ ton/m}^2 \quad \text{ve} \quad \sigma_{\text{meşeMaks}} = 215 \text{ ton/m}^2$$

olarak verilmektedir.

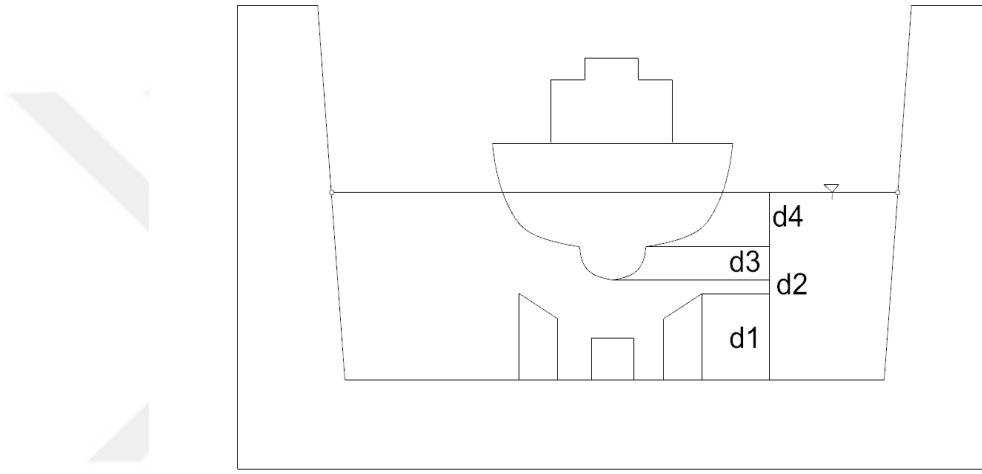
Yukarıdaki takarya dayanım hesabına göre merkez blokta birim alana etkiyen yük 133 ton/m^2 ve yan blokta ise 59 ton/m^2 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler, maksimum çam ve meşe dayanım değerlerinin altında olduğundan havuzlama planı, emniyetli bir ağırlık dağılımına sahiptir.

2.2 Gemi Havuzlama ve Havuz Periyodunda Yapılan İşler

2.2.1 Havuzun ve Geminin Dalışa Hazırlanması

Gemiler havuza alınmadan bir hafta öncesinde tersane ve gemi tarafında hazırlıklara başlanır. Havuzlama mühendisi, gemi yetkililerinden havuzlama planını ister; eğer plan yok ise havuzlama mühendisi ve tersane tarafından endaze planı üzerinden havuzlama takarya planı hazırlanır. Bu uygulama Bölüm 2.1'de anlatılmıştır. Daha sonra havuzlama mühendisi havuzlama planını kullanarak, merkez ve yan takaryaların konumlarını havuz üzerinde belirler. Kızakçı işçilerle birlikte takaryaların belirlenmiş konumlara konulmasını ve ağaç yüksekliklerinin ayarlanmasını sağlar. İşlemler bittikten sonra havuzlama mühendisi, havuzlama planı doğrultusunda ölçüleri tek tek kontrol eder ve eksik veya hatalı bir husus var ise

düzeltilir. Takarya kontrolleri tamamlandıktan sonra, havuzlama mühendisi havuz güvertesi üzerinde bulunan yüzebilecek veya yer değiştirerek havuzlama emniyetini riske sokabilecek malzemeleri kontrol eder ve çıkarttırır. Bu işlemler esnasında havuz personeli de valfler, pompalar, jeneratörler vb. gibi havuzun mekanik aksamalarını kontrol eder ve faal olduğunu onaylayarak havuzlama mühendisine bildirir. Daha sonra havuzlama mühendisi dalış derinliğini hesaplayarak, havuz personeline bildirir. Dalış derinliği hesabı Şekil 2.3’de gösterilmiştir. Böylece tersane tarafından yapılması gereken hazırlıklar tamamlanmış olur.



Şekil 2.3 Dalma derinliği ($d1+d2+d3+d4$) (Kişisel arşiv, 2021)

Dalma derinliği, geminin havuzlama planındaki en yüksek takarya yüksekliği ($d1$), yaz şartlarında 0,3 metre, kış şartlarında 0,5 metre kabul edilen emniyet payı ($d2$), geminin omurga altında bulunan sonar domu, pervane vb. takıntıların derinliği ($d3$) ve geminin havuzlama öncesi draft değeri ($d4$) toplanarak elde edilir.

Geminin havuzlama öncesinde gemi personeli tarafından yapılması gereken hazırlıklar kapsamında, gemi sorumlusu, stabiliteyi etkilemeyecek şekilde gemi tanklarındaki yakıtı ve diğer yanıcı maddeleri gemiden boşaltır ve havuzlama öncesinde geminin meyilsiz olmasını sağlarken, gemi boyunun % 1’ini aşmayacak şekilde trimini ayarlar. Gemi bünyesinde bulunan hareket edebilecek malzemeler gemi personeli tarafından sabitlenir. Havuzlama öncesinde eğer mevcut ise, katodik koruma sistemi kapatılır. İlgili gemi personeli tarafından tüm denize iştirakli valfler kontrol edilir ve çalışır durumda olduğundan emin olunur. Böylece gemi havuzlamaya hazır hale gelir.

Tüm yapılması gereken işlemler ve kontroller, gemi havuza alınmadan önce yapılan havuzlama toplantısında konuşulur. Ayrıca bu toplantıda gemi havuzlamasında risk teşkil edebilecek tüm etmenler değerlendirilir. Havuzlama toplantısı sırasında geminin ilgili personeli (baş mühendis, ikinci mühendis) geminin havuz öncesi deplasman tonajı ile stabilite durumunu havuzlama mühendisine bildirir ve hesaplar birlikte kontrol edilir. Daha sonra kontrol listesi doldurulur (Tablo 2.1). Karşılıklı olarak tüm hususların tam olduğuna mutabık kalındıktan sonra toplantı sona erer.

Tablo 2.1 Havuz giriş kontrol listesi

No	İşlem	Evet	Hayır
1.	Tankların doluluk durumu ve ağırlıkları, draft, havuzlama anındaki deplasman bilgileri, yetkili gemi personeli tarafından stabilite kitabına göre hazırlanmış mıdır?		
2.	Tankların doluluk oranı serbest yüzey etkisi yaratmayacak şekilde midir? (Tam dolu veya boş)		
3.	Baş/kıç draft arasındaki farkın gemi tam boyuna oranı %1'i geçmekte midir?		
4.	Havuza giriş öncesi cihaz/sistemlerin deniz bağları kontrol edilerek eksikler tamamlanmış mıdır?		
5.	Personel geçiş yolları neta mıdır?		
6.	Gemi bünyesinde serbest, askıda yük var mıdır?		
7.	Tüm personele havuzlama faaliyetinin riski ve uyulması gereken kurallar hakkında bilgi verilmiş midir?		
8.	Havuzlama işlemi esnasında tüm kapı, kaporta ve lumbuzlar kapalı durumda bulundurulabilecek midir?		
9.	Havuzlama işlemi öncesi gemi dahilinde onarım için açılan ve kapatılmayan peç var mıdır, gemi sızdırmazlığı tam mıdır?		
10.	Acil aydınlatmalar faal midir?		
11.	Tankların menhol kapakları kapalı mıdır?		
12.	Geminin alabora olacağı meyil açısı 30 dereceden fazla, GM'i pozitif ve 25 cm'in üzerinde midir?		
13.	Merkez takaryalar aynı hatta mıdır?		
14.	Yan takaryaların boyuna konumu olması gereken yerde midir?		

Tablo 2.1 Devamı

15.	Yan takarya yükseklikleri ve yarı genişlikleri kontrol edilmiş midir?		
16.	Havuzun dalma derinliği hesaplanmış ve havuz personeline bildirilmiş midir?		
17.	Geminin sancak, iskele ve boyuna yerinin ayarlanacağı şaküller kontrol edilmiş midir?		
18.	Havuz kreynleri sabitlenmiş midir?		
19.	Havuz güvertesi neta mıdır?		
20.	Kızak güvertesinde yüzebilecek veya dalış faaliyetine mâni olacak malzeme var mıdır?		
21.	Geminin takaryalara oturma derinliği hesaplanmış mıdır?		
22.	Havuzlama operasyonu sonrası için deniz kirliliğini önlemek amacıyla havuz etrafına yağ bariyeri çekilmiş midir?		
23.	Geminin overboard valf bağlantıları için gerekli hazırlıklar yapılmış mıdır?		
24.	Havuzlama operasyonu esnasında, geminin karinasını gözlemek için kullanılan su altı kamerası faal midir?		

2.2.2 Havuzlama Operasyonu ve Havuzlama Manevrası

Geminin havuza alınacağı gün tersane ve gemi personeli tarafından koordineli şekilde hazırlıklara başlanır. Belirlenmiş havuzlama saatinden bir veya iki saat öncesinde havuz dalışa geçer. Bu süre dalış derinliğine göre değişmektedir. Eğer havuzun açığa çekilmesi gerekiyorsa havuzun konumunu alması için hazırlıklara daha erken başlanması gerekmektedir. Bu süre taş havuzlar için deniz suyu pompalarının emme basma kapasitesine göre üç ile sekiz saat arasında değişmektedir.

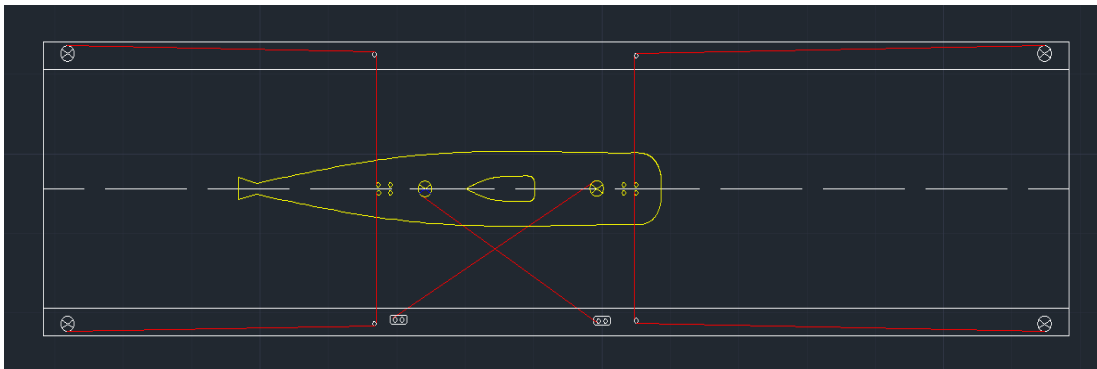
Gemi tarafında ise, hazırlıklar kapsamında Tablo 2.1’de verilen liste son kez kontrol edilerek, geminin havuzlamaya hazır olduğundan emin olunur. Daha sonra havuzlama manevrasında kullanılacak ve çekici vasıtalarla verilecek halatlar güverte üzerinde hazırlanır. Tersane tarafından, havuz dalış derinliğine ulaşmadan bir saat önce çekici vasıtalar gemiye yönlendirilir. Gemi bağlı olduğu iskeledeki halatlarını boşlar ve çekici vasıtalarla bağlanır. Havuz dalışını tamamlamadan takribi yarım saat

önce çekici vasıtalar aracılığıyla havuz önüne getirilir. Böylece gemi ve havuz, havuzlama operasyonu için hazır hale gelir.

Havuz yeterli dalma derinliğine ulaştıktan sonra, gemi çekici vasıtalar aracılığıyla havuz içinde, önceden belirlenmiş konumuna yakın bir bölgede konumlandırılır. Daha sonra Şekil 2.4 ve Şekil 2.5’de belirtilmiş açmaz ve çapraz halatlar gemi tarafından havuza verilir. Gemi tarafından verilen açmaz halatlar havuzun ırgatlarına bağlanır ve kasası gemi babalarına sabitlenir. Çapraz halatlar ise, gemi baş ve kış ırgatına bağlanır ve kasaları havuz babalarına sabitlenir. Açmaz halatlar vasıtasıyla geminin sancak iskele konumu daha duyarlı olarak ayarlanır. Çapraz halatlarla ise geminin havuz planında belirtilen boyuna yeri ayarlanır. Bu milimetrik ayarlar havuza enine atılan şaküllerle yapılır.



Şekil 2.4 Açmaz ve çapraz halatlar (Kişisel arşiv, 2019)



Şekil 2.5 Gemi havuzlamada halat planı (Kişisel arşiv, 2019)

Gemi, havuzlama planındaki konumunu aldıktan sonra, havuz çıkışa başlar. Geminin takaryalara oturma derinliği, merkez takarya yüksekliğine gemi draftı eklenerek bulunur. Oturma derinliğine gelindiğinde, dalgıç veya su altı kamerası ile gemi karinası kontrol edilir. Takaryaların tümünün gemi karinasıyla temas ettiğinden emin olunur ve meyil kontrolü yapılır. Meylin sıfır olduğu ve kontrollerde herhangi bir sorunun olmadığı teyidi alındıktan sonra çıkışa devam edilir ve böylelikle gemi havuzlama operasyonu tamamlanır, yani gemi karinası bu şekilde “kuruya çıkartılmış” olur. Bir geminin “kuruya çıkmış” hali Şekil 2.6’de gösterilmiştir.



Şekil 2.6 Havuzlama operasyonu bitmiş ve kuruya çıkmış bir gemi (Kişisel arşiv 2021)

2.2.3 Geminin Havuzdan Çıkışı

Havuz onarımı tamamlanan gemilerin havuzdan çıkarılması öncesinde yapılması ve kontrol edilmesi gereken birtakım işlemler mevcuttur. Öncelikle havuzdan çıkış operasyonundan bir gün önce, tersane personeli ve gemi ilgili personelinin katılımı ile havuzdan çıkış toplantısı düzenlenir. Bu toplantıda, giriş toplantısında konuşulan konulara ek olarak, havuz sürecinde gemide ağırlık değişimi olup olmadığı teyit edilir. Eğer ağırlık değişimi olmuş ise, bu ağırlığın meyil, trim ve GM değerine olan etkisi

hesaplanır. Eğer gemiye ağırlık giriş veya çıkışı olmuş ise, meyil değerinin sıfır olması, trim değerinin gemi boyunun %1'inden az olması ve GM değerinin pozitif ve 25 cm'den yüksek olması gerekmektedir. Özellikle güncel GM değeri, geminin stabilite kitapçığından, güncel deplasman ve draft değeri kullanılarak grafikten okunmalı ve uygun olduğu onaylanmalıdır. Toplantıda son olarak, Tablo 2.2'de belirtilen kontrol listesi doldurularak, geminin havuz çıkışına hazır olduğu konusunda taraflar mutabık kalır ve toplantı sona erdirilir.

Tablo 2.2 Havuz çıkış kontrol listesi

No	İşlem	Evet	Hayır
1.	Tankların doluluk durumu ve ağırlıkları, draft, havuzlama anındaki deplasman bilgileri yetkili gemi personeli tarafından stabilite kitabına göre hazırlanmış mıdır?		
2.	Tankların doluluk oranı serbest yüzey etkisi yaratmayacak şekilde midir? (Tam dolu veya boş)		
3.	Havuz çıkışı öncesi, cihaz/sistemlerin deniz bağları kontrol edilerek eksikler tamamlanmış mıdır?		
4.	Personel geçiş yolları neta mıdır?		
5.	Gemi bünyesinde serbest, askıda yük var mıdır?		
6.	Havuzlama işlemi esnasında tüm kapı, kaporta ve lumbuzlar kapalı durumda bulundurulabilecek midir?		
7.	Havuzlama işlemi esnasında gemi dahilinde onarım için açılan ve kapatılmayan peç var mıdır, gemi sızdırmazlığı tam mıdır?		
8.	Acil aydınlatmalar faal midir?		
9.	Tankların menhol kapakları kapalı mıdır?		
10.	Geminin alabora olacağı meyil açısı 30 dereceden fazla, GM'i pozitif ve 25 cm'in üzerinde midir?		
11.	Takaryalarda herhangi bir hasar olup, olmadığı kontrol edilmiş midir?		
12.	Geminin havuz ve sahil bağlantıları sökülmüş müdür?		
13.	Halatlar geminin havuz girişinde bağlanıldığı gibi volta edilmiş midir?		
14.	Havuz kreynleri sabitlenmiş midir?		
15.	Havuz güvertesi neta mıdır?		

Tablo 2.2 Devamı

16.	Kızak güvertesinde yüzebilecek veya dalış faaliyetine mâni olacak malzeme var mıdır?		
17.	Sızdırmazlık kontrolünün yapılacağı dalma derinliği hesaplanmış mıdır? (Geminin takaryalardan kurtulduğu dalma derinliğinin 0,5 metre öncesi.)		
18.	Havuzlama operasyonu esnasında, geminin karinasını gözlemlemek için kullanılan su altı kamerası faal midir?		

Havuz çıkış hazırlıkları toplantı sonrasında tamamlanır ve son günün sabahı tekrar kontrol edilir. Havuz çıkış hazırlıklarının tamamlamasının akabinde, gemi sahil bağlantıları (deniz suyu, tatlı su, pis su ve elektrik bağlantıları) sökülerek, dört adet açmaz halat ve iki adet çapraz halat havuza giriş pozisyonunda olduğu gibi havuz ve gemi ırgat ve babalarına bağlanır. Daha sonra havuz dalışa başlar. Gemi takaryalardan kurtulmadan yani yüzmeden 0,5 metre dalma derinliği öncesinde havuz dalışı durdurulur ve gemi jeneratörleri çalıştırılarak karina, kinistin valfi ve denize iştirakli diğer tüm valflerin sızdırmazlık kontrolleri yapılır. Gemi tarafında herhangi bir problem olmadığı teyidi alındıktan sonra dalışa devam edilir. Bu esnada gemi yüzene kadar sürekli meyil kontrolü yapılır ve bir meyil değişimi olması durumunda havuzlama mühendisine ivedi bilgi verilmesi gerekir. Dalma derinliğine gelindiğinde çekici vasıtalar havuz içerisine alınır ve gemiye aborda olurlar. Çekici vasıtaların yerini almasının akabinde halatlar boşlanır ve gemi düz bir hatta kalmak kaydıyla havuzdan çıkartılır. Böylece bir geminin havuzlama süreci tamamlanmış olur.

2.2.4 Havuzlama Periyodunda Yapılan İşler

Genel olarak havuzlama periyodu boyunca gemiye uygulanan bakım ve onarım işlemleri aşağıda sıralanmıştır:

- i. Yıkama, raspa ve boya işlemleri
- ii. Overboard valflerinin bakımı
- iii. Karina sac onarım işleri
- iv. Katodik koruma bakımı
- v. Sevk sistemi bakımı (pervane, şaft)

- vi. D men sistemi bakımı
- vii. Baş veya kık itici bakımı
- viii. Zincir, apa ve donanımlarının bakımı
- ix. Diğer bakım işleri (larva tapası, kiniştin ızgara vb. ait işlemler)

Geminin havuza alınmasının akabinde, öncelikle sahil bağlantıları ve personel iskelesi gemiye bağlanır. Daha sonra geminin karinasının 300 bar basınçlı su ile yıkama işlemine başlanır. Yıkama bittiğinde, boya enspekt r , tersane ve gemi ilgilileri tarafından karina yüzey kontrolleri yapılır ve raspa oranına karar verilir. Daha sonra geminin yüzey alanına bakılarak, ambar ve ana güverte raspası hariç kum veya grid raspa alanı hesaplanır. Raspa işlemine başlamadan önce, hız ölçer, derinlik  ler, ICCP (Katodik koruma sistemi) ve gemi altında bulunan diğer teçhizatların koruma işlemi yapılır. Daha sonra, raspa işlemine başlanır. Bu işlemin süresi silo büyüklüğü, nozul sayısı, raspa uygulama oranı, hava basıncı ve personel vardiyası gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Buradaki en önemli husus raspa işlemi bittikten sonra, yüzeye hava tutularak hemen ilk kat boya işlemine başlanmasıdır. Aksi takdirde yağmur yağması gibi durumlarda yüzeyde korozyon tabakası oluşabilir ve yine raspalama ihtiyaına gerek duyulabilir.

Boya işleminin önce pervane ve şaftın açık kısımları özel bir bant ile sarılır. Borda valflerinin çıkış devresine, boya işleminin önce çıkışı kapatacak şekilde bir sac parçası kaynatılır. Bunun nedeni ise, borda çıkışlarındaki olası sızıntı durumunu engelleyerek boyanın zarar görmesini önlemektir. Gemi yüzeyi, boya işleminin uygulanmasına hazır hale getirildikten sonra, kullanılacak olan boyanın karakteristik özelliğine göre uygun hava sıcaklığı ile nem oranı beklenir. Boya enspekt r n n uygunluk onayı vermesiyle boya işlemine başlanır. Boyanın uygulanabilmesi için yüzey sıcaklığının çiğlenme noktasından 3  C yüksek olması ve nem oranının da %85'in altında olması gerekmektedir. Boya işlemleri günlük bir kat olmak üzere, genelde 3 kat olarak uygulanır.

Overboard valflerinin bakımı kapsamında, gemi ilgili personeli tarafından valfler markalandıktan sonra, tersane personeli tarafından valflerin sökümüne başlanır. Valflerin söküm işlemi tamamlandıktan sonra, gemi personeli davet edilir ve valfler için ne gibi uygulamaların yapılacağına karar verilir. Bu işlemler genelde sit alıştırma,

disk yapma, tutamaç problemleri ve valf yenilemedir. Overboard valfleri genelde su hattı altında bulunduğu için havuz dalışında dikkatli kontrol edilmesi gerekmektedir. Valf iç mekanizması ve bakımı Şekil 2.7’de gösterilmiştir.



Şekil 2.7 Valf iç mekanizması ve bakımı (Kişisel arşiv, 2018)

Yapılan sac kalınlık ve sörvey kontrolleri sonrasında, eğer dış kaplamada sac değişimi, dolgu vs. işlemleri uygulanması gerekli ise, gemi karinasına yüksek basınçlı su jeti uygulanarak kesim veya dolgu işlemlerine başlanır. Kesim yapıldıktan sonra yeni sac montajına geçilir. Bu sırada sacın dıştan kaynağı yapılır ve bir ekip de içten kaynak ağız açar. Sac kaynağı bittikten sonra sızdırmazlık testi yapılır ve boya işlemine geçilir. Karina, dümen, yalpa omurga altı ve baş itici tüneline yenilenmesi gereken tutyalar bu safhada yenilenir ve tutyalar kaynakla sabitleniyorsa kaynaktan sonra o bölgelere lokal boyama uygulanır.

Sevk sistemi bakımı kapsamında, tahribatsız muayene testinden önce pervane kanat yüzeyleri tel fırça ile temizlenir. Geminin karina boya işlemi bittikten sonra tersanenin kalite kontrol ekibi tarafından, şaft, pervane ve baş veya kış itici kanatlarına sıvı penetrant testi yapılır. Sonuç enspektör ve sörveyöre rapor edilir. Eğer pervane söküldüyse şaftın konik kısmına MPI (Magnetic Particular Inspection) uygulanarak veya Prusya mavisi ($\text{Fe}^{III}[\text{Fe}^{II}\text{Fe}^{II}(\text{CN})_6]_3$) denilen bir test macunu sürülerek konik yüzeyin tam oturup oturmadığı kontrol edilir. Şaft bakımının yapılması durumunda, içten uskur şaft, kaplin kısmından ayrılır. Dış taraftan şaft caraskal yardımıyla alınır. Stern tüp yatakları kontrol edilerek yatak yüzeyi incelenir. Yataklarda bir hasar mevcut

ise, onarım veya değişim işlemi uygulanır. şaft bakımı öncesi ve sonrası şekil 2.8’de gösterilmiştir.



şekil 2.8 şaft bakımı öncesi ve sonrası (Kişisel arşiv, 2018)

Lavra tapalarının sökümü ve dümen sistemi bakımı kapsamında, ikinci kaptan havuz güvertesine davet edilir. Geminin lavra tapası planı ile birlikte lavra tapaları açılır. Lavra tapaları açıldıktan sonra genellikle sızdırmazlık elemanı kurşun contadır ve yenilenmesi gerekir. Bazı gemilerin lavra tapası imento ile kapatılmış olabilir ki bunların açılmadan önce kırılması gerekir. Kinistin ızgaraları, baş itici ızgaraları, halat muhafaza ve dümen pei açılır. Herhangi bir hasarlı bölge varsa bu bölge markalanır. Dmen lavra tapasının enspektör ve srveyr tarafından görülmesi ve kayıt altına alınması gerekebilir. Çünkü dmen su alıyorsa ağırlaşır ve dümen makinesine ve dümen miline zarar verebilir. Lavra tapası yuvası ve kinistin ızgaraları şekil 2.9’da gösterilmiştir.



şekil 2.9 Kinistin ızgaraları (sol) ve lavra tapası yuvası (sağ) (Kişisel arşiv, 2018)

2.3 Yaralı Bir Geminin Havuzlama İşlemi ve Stabilite Hesabı

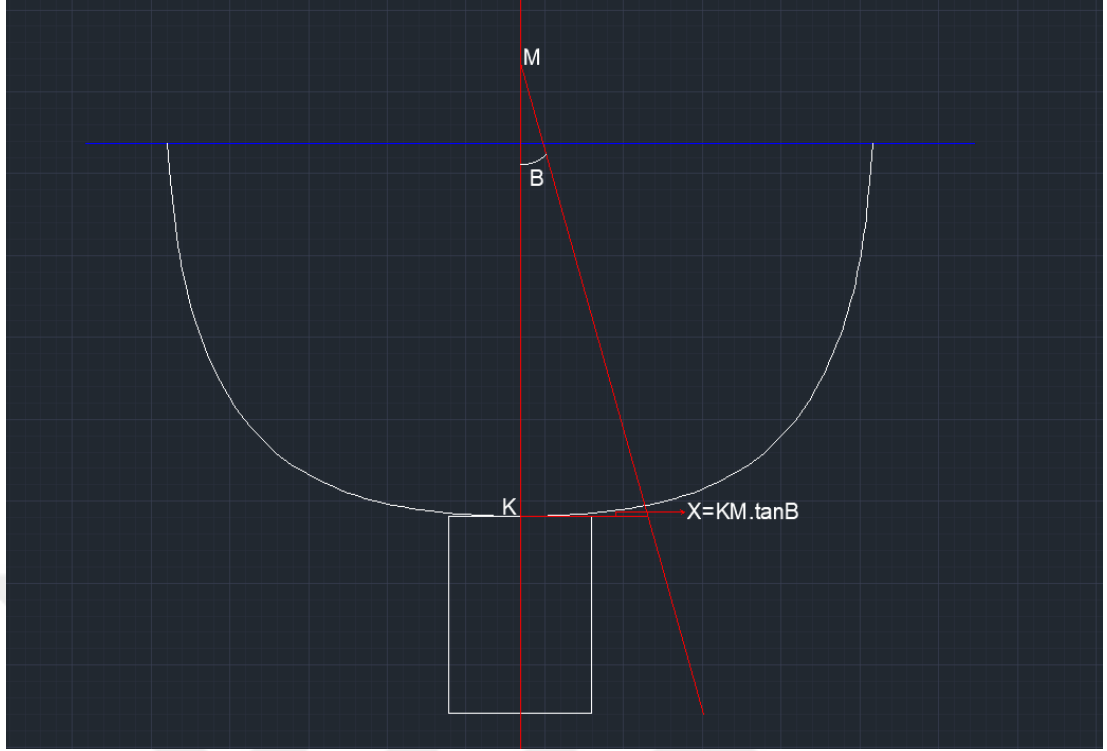
Herhangi bir kaza sonucunda veya askerî gemilerin isabet alması durumunda geminin bir veya daha fazla bölmesine su dolması sonucu meyil ve trim yapması durumuna geminin yaralanması denir. Alınan yara sonucunda meyil ve trim yapmış bir geminin havuzlama işleminde aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- i. Dalgıç veya sualtı kamerası yardımıyla yaralı bölge tespit edilir.
- ii. Geminin yaralı durumdaki GM değeri hesaplanır ve geminin denge durumu değerlendirilir. Gemi yaralı dahi olsa GM değeri 0,25 metreden büyük olmalıdır.
- iii. Havuzlama yeri hazırlanırken, havuzlama planındaki yaralı bölgeye denk gelen takaryalar konumlarına yerleştirilmezler.
- iv. Yaralı gemilerin havuzlama işleminde iki farklı yöntem kullanılır:
 - a. Her 20 feet'lik (6,096 m) su çekiminde 1 derecelik meyil için gemi merkez hattından meyilli tarafa 4 inch (101 mm) kaydırılarak havuzlama işlemi uygulanır.
 - b. Yaralı durumdaki geminin hidrostatik eğrilerinden, KM değeri bulunarak Denklem (2.7) aracılığıyla GM hesaplanır.

$$GM = KB + BM - KG \quad (2.7)$$

Hidrostatik eğrilerden ya doğrudan KM bulunur ya da KB ve BM ayrı ayrı bulunarak toplanır. Yaralı durumdaki GM ve yaralı durumdaki ağırlık merkezinin düşey yeri toplanır. Geminin havuzlama işlemi sırasında, merkezden meyilli tarafa kaydırılması gereken mesafe (x), Denklem (2.8) yardımıyla bulunur. Şekil 2.10'da kaydırılması gereken x mesafesi gösterilmiştir.

$$x = KM \cdot \tan\beta \quad (2.8)$$



Şekil 2.10 Gemi havuzlama işleminde merkezden meyilli tarafa kaydırılması gereken mesafe (Kişisel arşiv, 2021)

Gemi yaralı durumda iken havuzlama işlemi sırasında, meyilli tarafa ötelenmesi gereken x mesafesi, geminin takarya en ölçüsünün yarısından fazla olmamalıdır. Bu maksimum mesafeye tekabül eden β meyil açısı, geminin yaralı vaziyette havuzlamasının gerçekleştirilebileceği maksimum meyil açısıdır.

BÖLÜM 3

GEMİ HAVUZLAMA SIRASINDA GERÇEKLEŞEN KAZALARIN ANALİZİ

Gemi havuzlama işlemi esnasında gerek gemi dahilinde, gerekse de havuz/tersane dahilinde oluşan problemlerden veya hatalardan ötürü kazalar gerçekleşmektedir. Bu bölümde geçmişte gerçekleşmiş olan kaza örnekleri incelenerek analiz edilecektir. Gemi havuzlama esnasında ortaya çıkan kazaları, yukarıda belirtildiği gibi, gemi dahilinde oluşan problemler sonucu gerçekleşen kazalar ve havuz/tersane dahilinde oluşan problemler sonucu gerçekleşen kazalar olmak üzere iki ana başlıkta gruplandırmak mümkündür.

3.1 Gemi Dahilinde Oluşan Problemler Sonucu Gerçekleşen Kazalar

Gemilerin havuza girişi/çıkışı esnasında, Tablo 2.1 ve 2.2’de verilen kontrol listesindeki gemi dahilinde olan hususlarda eksiklik olması veya hata yapılması sonucunda oluşan kazalar, gemi dahilinde oluşan problemler sonucu gerçekleşen kazalar olarak adlandırılabilir. Bu tip kazalar genel olarak, geminin tanklarının tam dolu veya boş olmaması sonucu ortaya çıkan serbest yüzey etkisi, geminin bünyesinde hareket edebilecek teçhizatların sabitlenmemesi, gemi kaporta ve lumbuzlarının kapalı durumda olmaması, geminin özellikle su altı kısmından ağırlık çıkarılması sonucu düşük GM’e sahip olması, havuzlama faaliyeti öncesi geminin meyil veya gemi boyunun %1’inden fazla trime sahip olması gibi sebeplerden ötürü gelişmektedir. Bu kaza tipine örnek olarak Delta gemisinde tanık olunan kaza incelenecektir.

3.1.1 Delta Romorkörüne Ait Havuzlama Kazasının Analizi

Bu analiz, kazanın gerçekleştiği dönemde ilgili tersanede çalışan personelden bire bir röportaj ile bilgi edinilerek hazırlanmıştır.

3.1.1.1 Geminin Havuzlama Öncesi Durumu

Römorkörün havuzlama öncesi ana boyutları ve GM değeri Tablo 3.1’de verildiği gibidir.

Tablo 3.1 Delta römorkörünün ana boyutları

Tam boy (m)	51
Su hattı boyu (m)	45
Genişlik (m)	11,50
Derinlik (m)	5,70
Draft baş (m)	3,60
Draft kış (m)	4,60
GM (m)	0,85
Deplasman tonajı (ton)	1400

Geminin Tablo 3.1’de görüldüğü gibi stabilite karakteri, dolayısıyla diğer gemilere nazaran dizayn GM değerinin düşük olduğu görülmektedir. Gemi havuzlama öncesinde onarım hazırlıkları kapsamında, geminin kış tarafındaki **makina dairesinden** 16 ton ağırlığında redüktör donanımı sökülüş ve ağırlık kaybı sebebiyle oluşan meyil ve trimi düzeltmek için geminin **güverte** kısmına katı ağırlık eklenmiştir. Bu iki eylem geminin hali hazırda düşük olan GM değerini daha da düşürmüştür. Geminin havuzlama öncesi GM değeri hesaplanmış ve 0,15 m olarak beyan edilmiştir. Bu GM değerinde, havuzlamanın risk teşkil etmesine karşın, gemi havuzlama hazırlıklarına devam edilmiştir.

3.1.1.2 Geminin Havuzlaması ve Havuz Sürecindeki Durumu

İzleyen aşamada, düşük GM değerine rağmen geminin havuzlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Havuz süreci kapsamında geminin makina dairesinde sancak taraftaki jeneratörün söküm işlemi yapılmıştır. Ayrıca geminin stabilite kitabında boşaltılmaması önerilen, geminin mastoride ve kaide hattına yakın konumda bulunan balast tankı havuz sürecinde bakım sebebiyle boşaltılmıştır. Bu etmenler sebebiyle, geminin GM değeri daha da düşmüş ve negatif konuma geçerek, gemi stabilite açısından kararsız hale gelmiştir. Ayrıca gemiden jeneratör sökümü esnasında gemi bordasında sac kesim işlemi yapılmış ve kapatılmamıştır. Geminin baş pik bölgesindeki menholler kapatılmamış ve gemi bünyesinde bulunan teçhizatlar

sabitlenmemiştir. Gemi yukarıda belirtilen önemli eksikler düzeltilmeden havuz inişine/çıkışına hazırlanmıştır.

3.1.1.3 Geminin Havuzdan İnişi ve Meyil Yaparak Alabora Olması Durumu

Yukarıda ifade edilen önemli hataların ve eksik eylemlerin etkisiyle romörkörün negatife dönmüş GM değeri ve negatif stabilitesine rağmen havuz dalışa geçmiş ve gemi yüzdürülme aşamasına getirilmiştir. Gemi takarya üst seviyesinden 20 cm yükseldiğinde sancak taraftan sökülen jeneratörün etkisiyle, iskeleye 11 derece meyil yapmış ve ilk etapta bu meyili korumuştur. 11 derecelik meyilden sonra gemi personelinin güverte üzerinde sancak tarafa yönelmesi bildirilmiş ve gemi personelinin geminin sancak tarafında konumlandırılmasının akabinde geminin iskele meyili 9-10 dereceye gerilemiştir. Bu meyil değişiminden de anlaşıldığı gibi çok küçük ağırlık değişimleri bile gemide yüksek meyil etkisi yaratmıştır. Buradan da geminin kararsız stabiliteye sahip olduğu anlaşılmaktadır. Gemiden sökülen jeneratörün, yerine güverteye eklenen ağırlığın ve boşaltılan balast tankının etkisiyle oluşan kararsız stabiliteye dair GM hesabı aşağıda verilmiştir. Giren ve çıkan ağırlıklar Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Delta gemisine eklenen ve çıkan ağırlıklar (Kişisel arşiv, 2021)

Geminin havuz çıkışı öncesi deplasman değeri ve GM değerinin sırasıyla 1400 ton ve 0,15 metre olduğu bilinmektedir. KG değeri bilinmediğinden olası iki KG değeri için GM hesabı yapılacaktır. $KG=3,0$ m için Denklem (3.1) ile KM değeri hesaplanır.

$$KM = KG + GM \quad (3.1)$$

$$KM = 3 + 0,15 = 3,15 \text{ m}$$

Gemiden boşaltılan 40 ton kapasiteli balast tankı sonrasında, geminin yeni KG ve GM değeri Denklem (3.2) ile hesaplanır.

$$KG_2 = (\Delta \cdot KG - VCG_{\text{TANK}} \cdot W_{\text{TANK}}) / (\Delta - W_{\text{TANK}}) \quad (3.2)$$

$$KG_2 = (1400 \cdot 3 - 0,7 \cdot 40) / (1400 - 40) = 3,06 \text{ m}$$

Yeni GM değeri Denklem (3.3) ile hesaplanır.

$$GM_2 = KM - KG_2 \quad (3.3)$$

$$GM_2 = 3,15 - 3,06 = 0,09 \text{ m}$$

Geminin sancak tarafından sökülen 6 tonluk jeneratör sonrasında, geminin yeni KG ve GM değeri Denklem (3.4) ile hesaplanır.

$$KG_3 = (\Delta_2 \cdot KG_2 - VCG_{\text{JENERATÖR}} \cdot W_{\text{JENERATÖR}}) / (\Delta_2 - W_{\text{JENERATÖR}}) \quad (3.4)$$

$$KG_3 = (1360 \cdot 3,06 - 3 \cdot 6) / (1360 - 6) = 3,06 \text{ m}$$

Yeni GM değeri Denklem (3.5) ile hesaplanır.

$$GM_3 = KM - KG_3 \quad (3.5)$$

$$GM_3 = 3,15 - 3,06 = 0,09 \text{ m}$$

Geminin sancak tarafına jeneratörün yerine eklenen 6 ton ağırlık sonrasında, geminin yeni KG ve GM değeri Denklem (3.6) ile hesaplanır.

$$KG_4 = (\Delta_3 \cdot KG_3 - VCG_{\text{AĞIRLIK}} \cdot W_{\text{AĞIRLIK}}) / (\Delta_3 + W_{\text{AĞIRLIK}}) \quad (3.6)$$

$$KG_4 = (1354 \cdot 3,06 + 5,7 \cdot 6) / (1354 + 6) = 3,07 \text{ m}$$

Yeni GM değeri Denklem (3.7) ile hesaplanır.

$$GM_4 = KM - KG_4 \quad (3.7)$$

$$GM_4 = 3,15 - 3,07 = 0,08 \text{ m}$$

Bulunan son GM değeri geminin kararsız stabiliteye çok yakın olduğunu göstermektedir. Aynı hesabı $KG=3,75 \text{ m}$ için yapacak olursak,

$$KM = KG + GM \quad (3.1)$$

$$KM = 3,75 + 0,15 = 3,9 \text{ m}$$

Gemiden boşaltılan 40 ton kapasiteli balast tankı sonrasında, geminin yeni KG ve GM değeri Denklem (3.2) ile hesaplanır.

$$KG_2 = 3,84 \text{ m}$$

Yeni GM değeri Denklem (3.3) ile hesaplanır.

$$GM_2 = 0,06 \text{ m}$$

Geminin sancak tarafından sökülen 6 tonluk jeneratör sonrasında, geminin yeni KG ve GM değeri Denklem (3.4) ile hesaplanır.

$$KG_3 = 3,843 \text{ m}$$

Yeni GM değeri Denklem (3.5) ile hesaplanır.

$$GM_3 = 0,057 \text{ m}$$

Geminin sancak tarafında jeneratörün yerine eklenen 6 ton ağırlık sonrasında, geminin yeni KG ve GM değeri Denklem (3.6) ile hesaplanır.

$$KG_4 = 3,85 \text{ m}$$

Yeni GM değeri Denklem (3.7) ile hesaplanır.

$$GM_4 = 0,05 \text{ m}$$

GM değeri 5 cm'den düşük olan gemiler kararsız stabiliteye sahip gemiler olarak kabul edilmektedir. KG=3,75 m değeri için bulunan son GM değeri geminin kararsız stabiliteye sahip olduğunu ve alabora olma sebebini açıklamaktadır.

Geminin ilk etapta yapmış olduğu 11 derecelik meyil sonrasında, meyilin düzeltilmesi ve havuz çıkış işlemine devam edilmesi kararı alınmıştır. Bu husus çerçevesinde geminin kaide hattına yakın sancak balast tankları doldurulmuş ve geminin meyili sancak tarafa doğru düzelmeye başlamıştır. Ancak geminin kararsız stabiliteye sahip olduğu dikkate alınmamış ve gemi düzeldikten sonra ani bir şekilde sancak tarafa meyil yapmış ve alabora olmuştur (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Delta gemisinin sancak tarafa alabora olmuş hali (Cnntürk, 2013)

3.1.2 Hindistan Donanma Tersanesi: *INS BETWA* Gemisinin Havuzlama Kazası

Bu bölümde, 2016 yılında Hindistan Donanma Tersanesinde gerçekleşmiş olan *INS BETWA* gemisinin havuzlama kazası, *The Diplomat* dergisinde yayımlanan makale ve *India Today* gazetesinde yayımlanan yetkili ifadelerinden faydalanılarak analiz edilmiştir. *INS BETWA* fırkateyninin ana boyutları Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2 *INS BETWA* gemisinin ana boyutları

Tam boy (m)	126,4
Genişlik (m)	14,5
Draft (m)	4,5
Deplasman tonajı (ton)	3850

INS BETWA fırkateyni Tablo 3.2’de görülen değerlerle Hindistan Donanma Tersanesi taş havuzunda havuzlama işlemine alınmıştır. Gemi havuz sürecini tamamlamış ve gemiyi havuzdan çıkarmak için taş havuz deniz suyuyla doldurulmaya

başlanmıştır. Su seviyesi geminin omurga seviyesini geçmiş ve gemi, iskele tarafta **açık unutulmuş** bir borda valfi sebebiyle su almaya başlamış ve bu durum fark edilememiştir. Sancak taraftan sökülen bazı teçhizatların da etkisiyle, gemi iskele tarafa henüz yüzmeye başlamadan meyil yapmaya başlamıştır. Bunun sonucunda, geminin iskele tarafındaki beton yan takaryalar, meyilin yarattığı enine kuvvet sebebiyle geminin altından kaymış ve gemi iskele tarafına devrilmiştir. Kaza sonrasına ait görseller Şekil 3.2 ve Şekil 3.3’de verilmektedir.



Şekil 3.3 INS BETWA’nın kaza sonrası baştan görünüşü (India Today, 2016)



Şekil 3.4 INS BETWA’nın kaza sonrası kıçtan görünüşü (India Today, 2016)

3.2 Havuz/Tersane Dahilinde Oluşan Problemler Sonucu Gerçekleşen Kazalar

Gemilerin havuz giriş/çıkışı veya havuzda kalmış oldukları periyot içerisinde, havuz dalışı veya çıkışı esnasında havuzun balast tanklarına yanlış balast operasyonu uygulanması, iki veya daha fazla geminin aynı anda havuzlama işlemine tabi tutulması, gemilerin havuz üzerindeki ağırlık dağılımına dikkat edilmeden yanlış yerleştirilmesi, takaryaların diziliminin veya takarya dayanım hesabının yanlış yapılması gibi sebeplerden ötürü oluşan kazaları havuz/tersane dahilinde oluşan problemler sonucu gerçekleşen kazalar olarak adlandırabiliriz. Bu kaza tipine, 2019 yılında Tuzla tersaneler bölgesinde gerçekleşen bir yüzer havuz kırılması kazası örneği verilebilir. Bu kapsamda oluşan bu kaza incelenerek analiz edilecektir.

3.2.1 Y. Tersanesi Yüzer Havuz Kazasının Analizi

Bu inceleme, denizhaber.com ve denizcilik dergisi kaynaklarında bulunan haberler ve personel ifadeleri kullanılarak yapılmıştır. Kazanın olduğu havuzun ana boyutları Tablo 3.3'de verilmiştir.

Tablo 3.3 Yüzer havuzun ana boyutları

Tam boy (m)	197
Genişlik (m)	39,6
Kaldırma kapasitesi (ton)	45.000

Kazanın gerçekleştiği havuzlama operasyonunda iki gemi birlikte havuzlama operasyonuna tabi tutulmuştur. Söz konusu S ve R gemilerinin ana boyutları Tablo 3.4'de verilmiştir.

Tablo 3.4 S ve R gemilerinin ana boyutları

	S GEMİSİ	R GEMİSİ
LOA (m)	101	108,4
B (m)	16	15
DWT (ton)	4897	3257

Gemiler aynı anda Şekil 3.5’de gösterildiği gibi yüzer havuz üzerinde konumlandırılarak havuzlama faaliyetine başlanmıştır.



Şekil 3.5 S ve R gemilerinin havuz yerleşim planı (Kişisel arşiv, 2021)

Yüzer havuzda balast operasyonu yapılarak çıkış aşamasına geçildiğinde, gemiler takaryalar üzerine oturduktan sonra deplasman yükleri havuz bünyesine etkimeye başlamıştır. Gemilerin deplasman yükleri havuz bünyesine tamamen etkiğinde (yani gemilerin karinası su seviyesinin üstüne çıktığında) ise, havuz yaklaşık olarak vasat kısmından kırılmıştır. Kaza sonrası gemiler ve yüzer havuzun kırılmış hali Şekil 3.6 ve Şekil 3.7’de görülmektedir.

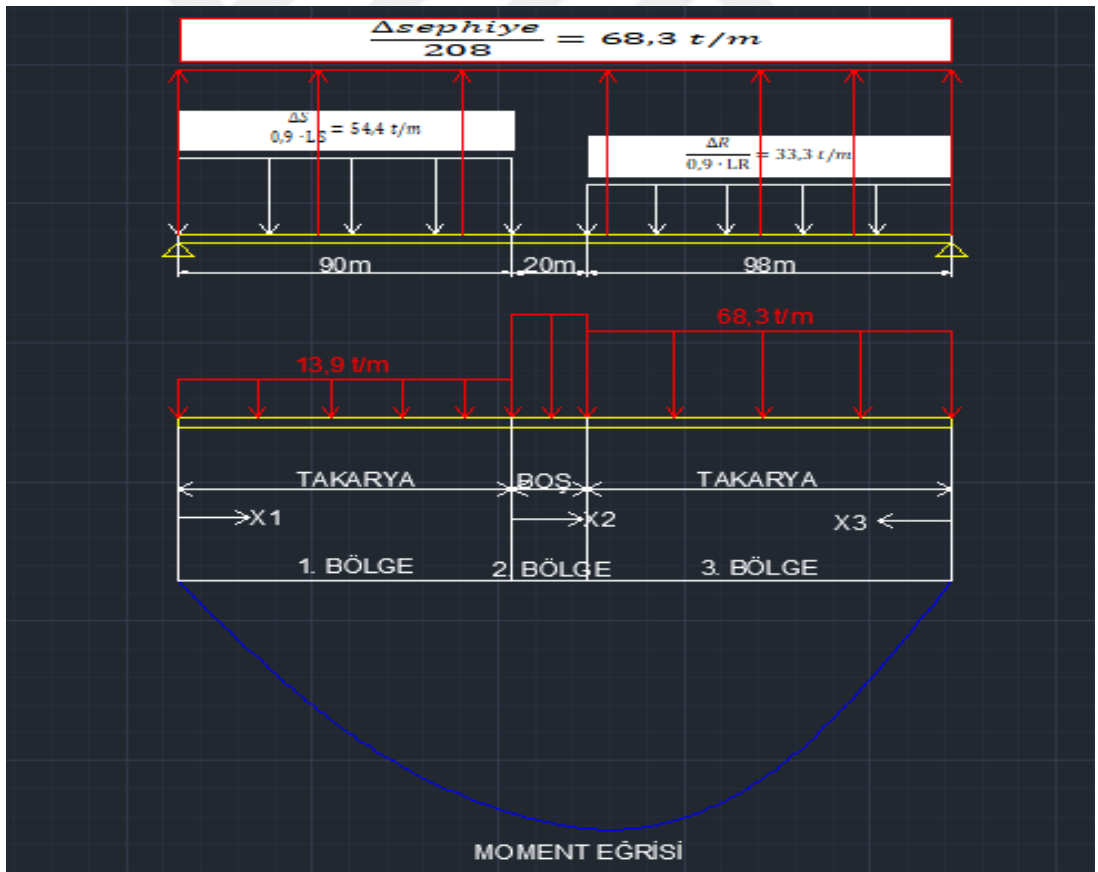


Şekil 3.6 Kaza sonrası gemiler ve yüzer havuz (Denizcilik Dergisi, 2019)



Şekil 3.7 Yüzer havuzun kırıldığı bölge (Denizcilik Dergisi, 2019)

Gemilerin, yüzer havuza uyguladıkları boyuna eğilme moment hesabı aşağıda verilmiştir:



Şekil 3.8 Yüzer havuz için moment diyagramı (Kişisel arşiv, 2021)

S Gemisi için $L_S=101$ m, $\Delta_S=4897$ ton, R Gemisi için $L_R=108,4$ m, $\Delta_R=3257$ ton verilmiş olup, yüzer havuz ağırlığı $W_{YH}=6000$ ton kabul edilmiştir.

S ve R gemilerinin ve yüzer havuzun havuzlama öncesi deplasman tonajları sırasıyla, $W_S=4900$ ton, $W_R=3300$ ton ve $W_{YH}=6000$ ton kabul edildikten sonra, üç yüzer unsura etki eden toplam sephiye kuvveti Denklem 3.8’de verilmiştir.

$$W_{SEPHİYE}=W_S+W_R+W_{YH} \quad (3.8)$$

$$W_{SEPHİYE}=14200 \text{ t}$$

A ve B noktalarından etkiyen yüklerin toplamı denklem (3.9) ile bulunur.

$$A + B = W_{SEPHİYE} - (W_S + W_R) \quad (3.9)$$

$$A + B = 14200 - 8200 = 6000 \text{ t}$$

A noktası sabit kabul edilip, moment alınacak olursa,

$$\Sigma M_A = B \cdot 208 + 14200 \cdot 104 - 4900 \cdot 45 - 3300 \cdot 159 = 0$$

$$B = -3517 \text{ t}$$

$$A = -2483 \text{ t}$$

1. Bölge için moment alırsak,

$x_1=90$ m için,

$$M_{X1} = 2483 \cdot x_1 - 13,9 \cdot x_1^2 / 2 = 167175 \text{ t} \cdot \text{m}$$

2. Bölge için moment alırsak,

$x_2=10$ m için,

$$M_{X2} = 2483 \cdot (90 + x_2) - 13,9 \cdot 90 \cdot (45 + x_2) - (68,3 \cdot x_2^2 / 2) = 176080 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$x_2=20$ m için,

$$M_{X2} = 178155 \text{ t} \cdot \text{m}$$

3. Bölge için moment alırsak,

$x_3=98$ m için,

$$M_{x3}= 3517 \cdot x_3 - (35 \cdot x_3^2/2) = 176596 \, t \cdot m$$

Yüzer havuzu kırmaya zorlayan moment değeri yaklaşık 176.000 ton·m olarak hesaplanmıştır. Gemilerin tonajının yüzer havuzun kaldırma kapasitesi dahilinde olması sebebiyle, normal şartlarda yüzer havuzun bu moment değerini karşılayabileceği değerlendirilmektedir. Fakat havuzun bakımsız ve korozyona uğramış olması sebebiyle kondisyonunun düşük olması ve yanlış balast operasyonu ile tank perdelerinde oluşan yüksek kesme kuvvetine bağlı kayma gerilmeleri nedeniyle kırıldığı değerlendirilmektedir.

Yüzer havuzun kırılması sonucunda kreyn güvertesinde eğim oluşmuş ve kreynler raylar üzerinde kayarak denize düşmüşlerdir. Kreynlerin denize düşme anı Şekil 3.6'da görülmektedir.

BÖLÜM 4

SONUÇLAR

4.1 Delta Romorkörüne Ait Havuzlama Kazasının Analiz Sonucu

Delta gemisinin aşağıdaki gerekçeler sebebiyle alabora olduğu değerlendirilmektedir:

- i. Geminin düşük dizayn GM değerine rağmen redüktör donanımı sökülmüş, güncel GM değeri 0,15 m olmasına rağmen geminin havuzlama işlemine karar verilmiştir.
- ii. Gemi havuz periyodunda iken gemiden jeneratör sökümü ve kritik balast tankının boşaltılması şeklinde iki ağırlık azaltımı yapılmış, havuz inişi öncesinde bu ağırlıklar tekrar yerine konmamıştır.
- iii. Geminin havuz inişi esnasında, iskele tarafına 11° meyil yapması akabinde geminin GM değerinin negatif stabiliteye sahip olduğu bilinmesine rağmen, geminin sancak tarafındaki balast tankı doldurularak yük alınmıştır.
- iv. Gemi bünyesinde bulunan ve meyil esnasında hareket edebilecek teçhizatlar sabitlenmemiştir.
- v. Geminin havuz inişi esnasında kaportaları ve menholleri kapatılmamıştır.

Delta gemisinde gerçekleşen kazayı önlemek için zamanında alınması gerektiği düşünülen önlemler aşağıda sıralanmıştır:

- i. Geminin dizayn GM değerinde havuzlama işlemine başlanmalı, redüktör donanımı ise havuzlama işlemi tamamlandıktan sonra sökülmeli ve geminin havuz inişi öncesi geri takılmalıydı.
- ii. Geminin havuz periyodu süresince sökülen tüm donanımları havuz inişi öncesinde yerlerine geri takılmalıydı.
- iii. Geminin havuz inişi esnasında, iskele tarafına yaptığı 11° meyili doğrudan sancak tarafa yük alarak engellemeğe çalışmak yerine, öncelikle gemiyi kararsız stabilite durumundan çıkarmak gerekirdi. Yani merkez balast tanklarına su alarak GM değeri artırılabilirdi. Böylece gemi kararsız stabil durumdan, kararlı stabil duruma geçtikten sonra meyli düzeltmek için yine su altı balast tanklarına balast alınmalıydı.

- iv. Geminin havuza girişi ve çıkışı öncesinde gemi bünyesindeki yer değiştirebilecek teçhizatlar sabitlenmeliydi.
- v. Ayrıca tüm kaportalar, menholler kapatılmalı ve var ise açık saclar su geçirmez şekilde kaynakla kapatılmalıydı.

Sonuç olarak, oluşabilecek kazaları önlemek için geminin havuza giriş öncesinde ve sonrasında tezin “Gemi Havuzlaması” bölümünde verilen kontrol listesinin uygulanması son derece önem taşımaktadır.

Kaza sonucunda, 10 kişi hayatını kaybetmiş ve 17 kişi yaralanmıştır.

4.2 Hindistan Donanma Tersanesi INS BETWA Geminin Havuzlama Kazasının Analiz Sonucu

INS BETWA taş havuz kazasının aşağıdaki gerekçeler sebebiyle oluştuğu değerlendirilmektedir:

- i. Gemiden teçhizat sökümü yapılmış ve çıkan ağırlıklar bakımından sancak-iskele dengesine dikkat edilmemiştir. Sonuç olarak geminin sancak tarafından daha fazla ağırlık çıkarılmıştır.
- ii. Taş havuzun deniz suyuyla doldurulması esnasında gemi yüzmeden önce, açık unutulmuş ve emniyete alınmamış bir borda valfinden geminin iskele tarafına deniz suyu dolmuştur.
- iii. Taş havuzun deniz suyuyla doldurulması esnasında, suyun yaratmış olduğu deplasmanın ve ilk iki gerekçenin de etkisiyle geminin iskele tarafına meyil yapması sonucu, iskele yan takaryalarının kayması ve geminin iskele tarafındaki desteğin tümüyle ortadan kalkması söz konusu olmuştur.

Kaza sonucunda iki gemi personeli ölürken, 15 gemi personeli yaralanmıştır.

4.3 Y. Tersanesi Yüzer Havuz Kazasının Analiz Sonucu

Kazanın aşağıdaki gerekçeler sebebiyle oluştuğu değerlendirilmektedir:

- i. İki geminin aynı anda havuzlama işlemine tabi tutulması ve bu gemilerin havuz içi yerleşim planları ile mukavemet hesaplarının eksik yapılması olasılığı. Yüzer havuzun mastori bölgesinin yüksüz olması nedeniyle doğrudan sephiye yüküne maruz kalması.

- ii. Dalmış olan havuzun yükselmesi esnasında özellikle mastori bölgesindeki gerekli tanklara balast yükünün paylaştırılamaması ve sonuç olarak yanlış balast operasyonu ve buna bağlı olarak tank perdelerinde yüksek kesme kuvvetine bağlı yüksek kayma gerilmelerinin oluşması.
- iii. Yüzer havuzun eski ve bakımsız olması, mukavemet elemanlarının, tankların ve kaplama sacının korozyona uğramış olması.

Oluşan kaza sonucunda can kaybı olmamakla birlikte, iki tersane personeli yaralanmıştır. Bu tip kazaların tekrar oluşmaması, can ve mal kaybına sebep olmaması için, tersanelerde havuzlama operasyonları esnasında emniyet tedbirleri maksimum seviyede ve istisnasız uygulanmalı, stabilite ve mukavemet hesapları detaylı ve hatasız bir şekilde yapılmalıdır. Aşağıdaki kontrol listesi her aşamada gözden geçirilmelidir.

- i. Takaryaların üzerinde doğru pozisyonlama,
- ii. Yeterli GM değerine ulaştıktan sonra havuzlama,
- iii. Hareketli her donanımın ve sistemin sabitlenmesi,
- iv. Her aşamada ağırlık dengelemesi,
- v. Her aşamada balast dengelemesi,
- vi. Kapalı tutulması gereken vana ve kapaklarının açılmaması,
- vii. Havuzlamadan sonra çıkarılan ağırlıkların çıkış öncesi yerine yerleştirilerek sabitlenmeleri.

Tablo 4.1 Kazaların analiz sonuçları

KAZAYA SEBEP OLAN ETMENLER	Delta Romorkörü Kazası	Ins Betwa Gemisi Kazası	Y. Tersanesi Yüzer Havuz Kazası
Havuz sürecinde gemiden ağırlık çıkartılıp, inişte tekrar yerine konulmaması	X	X	
Havuz inişi esnasında gemi dahiline yanlış yük transferi	X		
Gemi bünyesinde bulunan teçhizatların sabitlenmemesi	X		
Kaportalar, menholler ve borda valflerinin kapatılmaması	X	X	
Havuz inişi/çıkışı esnasında takaryaların kayması veya yer değiştirmesi		X	
Havuz boyuna mukavemet hesabının yanlış yapılması			X
Yanlış balast operasyonu	X		X
Mukavemet elemanlarının ve kaplama sacının korozyona uğramış olması			X

KAYNAKLAR

- Alankaya ve V., Dobrucalı E. ve Ceylan, G. (2015). *Gemilerde stabilite ve havuzlama*. İstanbul: Deniz Harp Okulu Matbaası.
- Barras, B. ve Derrett, D.R. (2006). *Ship stability for masters and mates*. Burlington: Elsevier LTD.
- Cnntürk (2013). *İzmir'de römorkör kazası*. 01.04.2021, <https://www.cnnturk.com/turkiye/izmirde-romorkor-kazasi>
- Denizcilik Dergisi (2019). *Tersanede vinç devrildi, yaralılar var*. 27.04.2021, <https://www.denizcilikdergisi.com/denizcilik-gundem-haberleri/tersanede-havuz-kirildi-yaralilar-var/>
- Heger Dry Dock Inc. *Dock master training manuel*, (b.t). 12 Mart 2021, http://www.hegerdrydock.com/dockmaster_training_manual.pdf
- India Today (2016). *INS Betwa slippage: Never seen anything like this, negligence likely cause, says naval community*. 03.05.2021, <https://www.indiatoday.in/india/story/ins-betwa-slips-indian-navy-mumbais-naval-dockyard-docking-of-ships-355866-2016-12-06>
- Sanayici Dergisi (2013). *Bir ağır sanayi tesis : Tersane-i Amire*. 15.04.2021, <http://www.sanayicidergisi.com.tr/sanayii-tarihi/bir-agir-sanayi-tesis-tersane-i-amire-h621.html>
- The Diplomat Dergisi (2016). *Anatomy of an accident and why INS Betwa tipped over*. 9 Aralık 2016, <https://thediplomat.com/2016/12/anatomy-of-an-accident-why-ins-betwa-tipped-over/>
- Türk Loydu Askeri Gemi Kuralları Tekne Yapısı ve Donanımı Hasarlı Durumundaki Stabilite, (b.t). 15 Mart 2021, <https://www.turkloydu.org/pdf-files/turk-loydu-kurallari/cilt-e/kisim-102-askeri-gemilere-ait-kurallar-tekne-yapisi-ve-donanimi-2015.pdf>
- Yılmaz, H. (2006). *Gemi hidrostatikliği ve stabilitesi*. İstanbul: Birsen Yayınevi.
- Yılmaz, T. (2019). *Gemi mühendisliği el kitabı*. İstanbul: Cenkler Matbaacılık.