

GEMİ İNŞAATIN DA EĞİTİM UYGULAMALARI: AYRILABİLİR DENİZ HARFİYAT GEMİSİ KAVRAMSAL TASARIMI ÖĞRENCİ ÇALIŞMASI

Selahattin Özsayan*, Burak Ağırbaş**, Halil Can Ünlü***, Mehmet Kaya****, Mohamad Irwanto*****, Oktay Bayram*****
İstanbul Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi | *ozsayan@itu.edu.tr, **agirbasb@itu.edu.tr, ***unluha@itu.edu.tr, ****kayamehm16@itu.edu.tr, kuzey*****Kuzey Gemi, oktay.bayram@kuzeygemi.com

ÖZET

Mühendislik eğitimi sürecinde öğrencilere farklı konularda yeni çalışmaların yaptırılması çok önemlidir. İstanbul Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Gemi Makinaları Bölümü bu konuya çok önem vermektedir. Bu nedenle her sene, ders ortamında anlatılmayan değişik tip gemiler, sektörden tasarımcılardan alınan destek ile öğrencilere proje olarak verilmektedir. Günümüzde denizlerde, okyanuslarda, nehirlerde vb. yerlerde birçok farklı gemi tipi bulunmaktadır. İhtiyaca göre ortaya çıkan bu farklı tip gemiler farklı amaçlara hizmet etmektedirler. Son zamanlarda özellikle offshore platformlarının yaygınlaştırılması, yapay adaların yapılması, yapay kanalların açılması, deniz üzerine havayolu projelerinden dolayı deniz doldurma, çıkan hafriyatı taşıma gibi ihtiyaçlar giderek artar hale gelmiştir. Bu nedenle “Ayrılabilir Deniz Hafriyatı Gemilerine” olan talep artmıştır. Ülkemizde deniz üzerinde yapılan ikinci havayolu olan Rize-Artvin havayolu projesinde bu tip gemiler kullanılmakta ve yapılması planlanan Kanal İstanbul projesinde bu tip gemilerin sayılarının artarak kullanılması beklenmektedir. Bu çalışmada, öğrenci projesi olarak ilk defa yapılan, şimdiye dek pek bilgi sahibi olmadığımız ayrılabilir deniz hafriyat gemilerinin, yük boşaltma operasyonları, gemide kullanılan sevk sistemleri, kargo ambarlarının şekli ve diğer gemilerden farklı olan özelliklerinden bahsedilmiştir.

Anahtar kelimeler: Mühendislik Eğitimi, Ayrılabilir Deniz Hafriyat Gemisi, Deniz Doldurma, Boşaltma Operasyonu

1. Giriş

Mühendislik eğitimi analize ve senteze dayalı yöntemlerle yapılmaktadır. Gemi Mühendisliği disiplinleri arası, çok fazla bilgi birikimi gerektiren bir meslektir. Bu mesleğin eğitimi de oldukça karmaşık, matematik, fizik konuları ağırlıklı olup, tasarım, karar verme, optimizasyon, farklı disiplinlerle çalışma gibi çok farklı alanı içinde barındırmaktadır. İlk yılların analize geçtiği eğitimin son yıllarında sentez ağırlık kazanmaya başlar ve öğrenciler tüm bilgilerini Proje I ve II derslerinde bir araya getirerek bir ürün tasarımı yaparlar. Proje çalışmaları sektörden tasarımcıların desteği ile mümkün olduğunca gerçeğe uygun ve farklı tip gemiler için yapılır. Bu gemi tiplerinden bir tanesi de Ayrılabilir Deniz Harfiyat Gemisidir. Bu çalışmada, tamamen öğrenci bakış açısı ile bu gemi tipinin kavramsal ve ön dizayn aşamaları anlatılmıştır.

Ayrılabilir Deniz Hafriyat Gemisi (Şekil-1) deniz doldurmak için tasarlanmış kaya, kum, toprak, beton vb. materyalleri taşıyan barge tipi gemidir. Bu tip gemilerin bazıları kendi sevk sistemine sahip değildir. Bu gemiler römorkörler yardımıyla hareket ederler. Kendi sevk sistemine sahip

olan gemiler ise ana makine yerleşimleri makine dairesinde veya kıç kasara üstünde olmak üzere ikiye ayrılırlar.



Şekil 1. Ayrılabilir Deniz Hafriyat Gemisi [1]



Şekil 2. Geminin Boy Yönünde Açılması[2]

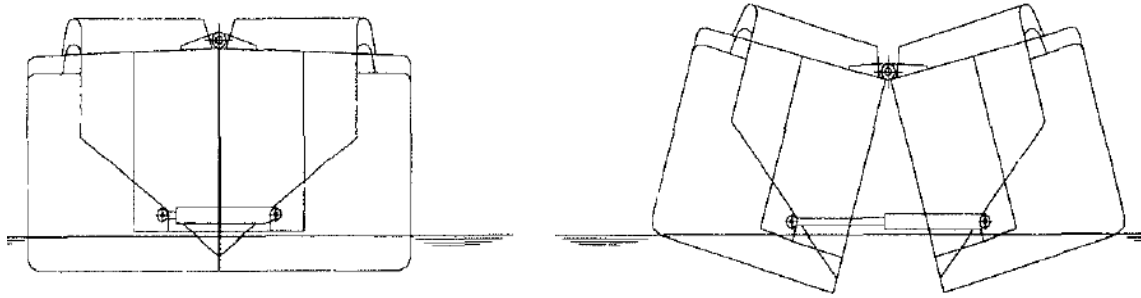
Gemi menteşeler ve hidrolik silindirlerle bağlanan iki yarım gövdeden oluşur. Hidrolik silindirler ve menteşeler kullanılarak gemi boy yönünde açılır (Şekil-2). Bu kargo ambarının içindeki yüklerin hiç bir ek mekanizma olmaksızın denize düşmesini sağlar. Genel olarak silindirler ve menteşeler kargo ambarının önünde ve arkasında bulunurlar. Geminin açılması yükün etkisi nedeni ile gelen basınçtan dolayı kapanmasından daha kolaydır.

Ayrılabilir Deniz Hafriyat Geminin kargo ambarları iki şekilde tasarlanabilir. Her iki tasarımda da amaç yükü denize hızlı bir şekilde boşaltmaktır. Ayrıca bu tip gemilerde kargo ambarı ana güverteden yaklaşık 1 m kadar daha yukarıya kadar devam eder. Bunun nedeni gemide çalışan mürettebatın seyir esnasında ambarın içine düşmesini engellemektir.

Ayrılabilir deniz hafriyat gemilerinin en büyük avantajları yükü çok kısa bir süre içerisinde boşaltmasıdır. Bu sayede bu tip gemiler çok uzun süre denizde kalmadığından işletim maliyetleri düşüktür.

2. Geminin Görevine ve Yüküne Bağlı Genel Özellikleri

Ayrılabilir Deniz Hafriyat Gemisinin Görevi limandan yüklediği hafriyatı istenilen noktada ortadan boy yönünde ikiye ayrılarak ivedi bir şekilde boşaltmaktır. Geminin boy yönünde ayrılmasını ana güverte üzerindeki mapalar ve dipteki silindirler sağlamaktadır (Şekil-3). Yük boşaltılacağı zaman hidrolik silindirlerin uyguladığı kuvvetle geminin sancak ve iskele tarafı zıt istikametlere doğru hareket ederek birbirinden uzaklaşmaya başlarken güverte üzerindeki mapalar gemiyi tek parça halinde tutmaya çalışır. Oluşan moment ile mapaların merkezi istikametinde dönme oluşur. Dip açılır yük boşaltılır, mapalar sayesinde güverte birleşik kalır.



Şekil 3. Ayrılabilir Deniz Hafriyatı Gemisi en kesiti açık ve kapalı hali

2.1 Kargo Ambarları

Bu tip gemilerin en büyük özelliği yük boşaltma operasyonunu dakikalar içerisinde gerçekleştirmesidir. Düşük operasyon zamanı sayesinde gemi çok efektif kullanılabilir. Bu amaçla gemi ambarlarının tasarımı iki farklı şekilde karşımıza çıkmaktadır. Bunlar;

- Dairesel Şekilde Ambarlar
- Üçgen Prizma Şeklinde Ambarlar

2.1.1 Dairesel Şekilde Ambar

Dairesel şekilde kargo ambarlarının en büyük özelliği gemi açıldığında içinde bulunan yükün denize çok hızlı bir şekilde kaymasıdır. Bu şekilde operasyon süresi ciddi anlamda kısalmaktadır. Ancak ambarların şekline bağlı olarak bu ambarların üretim aşaması zorlu bir süreç gerektirir. Bu yüzden bu tip gemilerde dairesele şekilde ambarlar pek tercih edilmez. Şekil-4'te dairesele şekilde bir ambar gösterilmiştir.



Şekil 4. Dairesel Şekilde Ambar[3]

2.2 Üçgen Prizma Şeklinde Ambarlar

Üçgen prizma şeklindeki kargo ambarlarında boşaltma operasyonunun dakikalar içinde yapılabilmesi için yük alınan bölümde iç cidarla iç dibin kesiştiği yere genellikle 36 derece eğim verilir. Bu eğim yükün ambar içerisinden kayıp denize dökülmesine olanak tanımıştır. Ancak bu eğime rağmen bu tip kargo ambarlarında yükün denize kayması dairesel şekildedeki ambarlara göre daha zordur. Bu tip kargo ambarlarını en çok tercih edilir kılan özelliği ise diğer ambar tipine göre üretim aşamalarının daha kolay olmasıdır. Şekil-5'te üçgen prizma şeklindeki kargo ambarı gösterilmiştir.

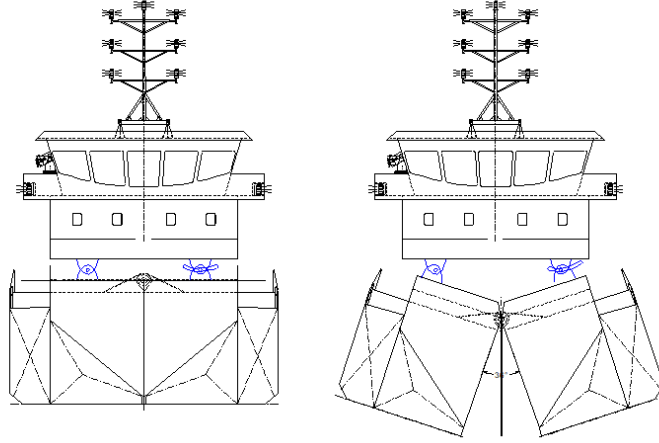


Şekil 5. Üçgen Prizma Şeklinde Ambar[4]

2.3 Üst Yapının Konumu

Bu tip gemilerde en çok merak edilen konulardan bir tanesi gemi açıldığında üst yapının nasıl hareket edeceğidir. Gemi açık durumda iken üst yapı denize paralel şekilde kalır. Bunu sağlayan gemide farklı bir sistem mevcuttur. Üst yapı kış kasaraya ikisi sabit diğer ikisi hareketli olmak üzere toplam 4 tane mapa ile bağlanır. Gemi açılmaya başladığında hareketli mapa yardımıyla üst

yapı denize paralel kalır. Şekil-6’da gemi kapalı durumda ve açık durumda iken sistemin nasıl hareket ettiği gösterilmiştir.



Şekil 6. Gemi Açıldığında Üst Yapının Konumu

3. Ulusal ve Uluslararası Kurallara Uygulanabilirliği

Ayrılabilir Deniz Hafriyat Gemisi özel bir gemi olduğundan dolayı bu gemi ilgili kurallar Türk Loydu ve diğer klas kuruluşlarına göre uygulanmıştır. Stabilitate, makine, tekne vb. işlemler uygulanırken bu gemi için özel olan bazı kurallar dikkate alınmıştır. Ayrıca diğer uygulanacak kurallar tablonun alt kısmında açıklanmıştır

- Gros Tonajı 500 ‘den büyük olan gemiler denizde yaşamın güvenliği (SOLAS) kurallarına tabidir. Bu yüzden tasarlanacak gemide SOLAS 1978 protokolü ve üzerinde yapılan değişikliklere aynen uyulacaktır.
- Tüm gemilerde geçerli olan denizde çatışmayı önleme kanunu (COLREG) 1972 kurallarına aynen uyulacaktır.
- Boyu 24 m’den büyük ve gros tonajı 500’den büyük olan gemiler Uluslararası Yük Yükleme Sözleşmesine (Load Line 1966) tabidir. Tasarlanan gemi bu özellikleri sağladığından Load Line 1966 sözleşmesine aynen uyulacaktır.
- Gros tonajı 150’den büyük olan tankerler ve gros tonajı 400’den büyük olan diğer gemiler Marine Pollution (MARPOL) protokolüne tabidir. Tasarlanan gemide MARPOL 1973/1978 ve üzerinde yapılan değişikliklere aynen uyulacaktır.
- Gros tonajı 300’den büyük olan gemiler Uluslararası Telekomünikasyon ve Radyo düzenlemelerine tabidir. Tasarlanan gemide bu düzenlemeye aynen uyulacaktır.

4. Taşınan Kargonun Özellikleri

Ayrılabilir deniz hafriyatı gemisi deniz kazılarında veya kıyı sularında çıkan hafriyatın taşınması, deniz doldurma işlemleri vb. amaçlarla üretilmiştir. Ayrıca bu gemiler bu işlemin tam tersi olan kıyı sığlaştırması içinde kullanılabilir. Taşınan yükün özelliklerine bakıldığında, genel olarak deniz suyunun altından çıkarılan toprağın suyla karışık çamur niteliğinde olduğunu görebiliriz. Bunlara ek olarak bu tip gemilerde kum, çakıl, beton, taş vb. materyallerde taşınmaktadır. Bu nedenle taşıdığımız kargonun, aslında homojen olmadığı için net bir yoğunluğundan

bahsedemeyiz. Fakat genel olarak taşınan yükün yoğunluğu 1.5 ila 1.9 t/m³ arasında farklılık göstermektedir.

5. Bu Gemi Tipi ile Yapılan Tipik Seferler

Elde edinilen bilgilere bakıldığında bu tip gemiler kısa mesafeli seferler (kıyı seferleri ya da kabotaj seferleri) yapmaktadırlar. Bu tip gemilerin hızları ve kapasitesi genel olarak yakın mesafeli limanlar için ve seferler için tasarlanmıştır. Bu gemileri kara yük taşımacılığında karşımıza çıkan traktörlere benzetebiliriz.

Yapılan çalışmalarda tasarlanacak gemilerin başka amaçlar için de kullanılabilmesi görülmüştür. Bu nedenle tasarlanacak gemi ile ilgili yapılabilecek seferler ile ilgili senaryolar hazırlanmıştır.

5.1 Senaryo 1 (Büyük İstanbul Depremi)

İstanbul şehri yakınında fay hatları bulunması nedeni ile deprem olma riski yüksek şehirlerden bir tanesidir. Deprem uzmanları yakın zamanda İstanbul'da deprem olma ihtimalini yüksek görmektedirler. Bu nedenle olası bir depremde birçok bina hasar görecektir ve yıkılacaktır. Binaların hasar görmesinden dolayı ortaya çıkan molozların bir kısmının denize dökülme ihtiyacı doğacaktır. Bu amaçla tasarlanacak bu tip gemi sayesinde bu molozlar kolay bir şekilde denize dökülebilecektir. Yapılan araştırmalarda İstanbul'a en yakın deniz doldurma bölgesi Yalova-Çınarcık olarak tespit edilmiştir. İstanbul'un merkezine (Beşiktaş, Ortaköy) 44.6 km (24 mil) mesafede olan Çınarcık bölgesine tasarlanacak olan 9 knot hızındaki Ayrılabilir Deniz Hafriyatı Gemisi 2.7 saatte ulaşacaktır. Şekil-7'de bu rota gösterilmiştir. Yine yapılan araştırmalarda 5 katlı bir binanın yıkımından yaklaşık 1000 m³ moloz ortaya çıkmaktadır. 1000 m³ ambar hacmine sahip bir gemi 5 katlı bir binanın molozunu tek seferde taşıyabilecektir.



Şekil 7. İstanbul-Çınarcık Deniz Rotası



Şekil 9. Yükleme Operasyonu[6]

Boşaltma sistemi olarak ise geminin yapılış amacından dolayı pistonlar ve menteşeler yardımı ile geminin ortasının boy yönünde açılıp içindeki kargonun açılan bu kısımdan denize döküleceği görülmektedir. Geminin bu yapılış amacı dışında gemide başka bir boşaltım sistemi tercih edilmemektedir. Şekil 10'da geminin boy yönünde açılıp yükün nasıl denize boşalacağı gösterilmektedir.



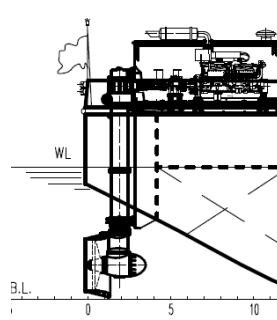
Şekil 10. Boşaltma Sistemi

7. Sevk Sistemi Özellikleri

Ayrılabilir Deniz Hafriyatı gemilerinde iki tip sevk sistemi kullanılmaktadır. Bunlardan ilki klasik makine, devir düşürücü, şaft ve sabit kanatlı pervane sistemidir. Bu sistemde makine dairesine ihtiyaç duyulduğundan geminin ayrılabilir özelliğinden dolayı iki makine dairesi gerekeceğinden çok tercih edilmez.

Diğer sistem ise ana makinelerin kıç kasara üzerinde, üst binanın arkasında olduğu Z tip sevk sistemidir (Şekil 11). Bu sistemde 360° dönebilen Azimuth pervane kullanılmaktadır. Aynı zamanda bu pervane dümen görevi de görmektedir. Z-sürürlü pervaneler mekanik olarak dik açılı konik dişlilere ve 20 kW'tan 5500 kW'a kadar sıralanan miktarlarda güç performansına sahiptir. İlk yatırım maliyetlerinin klasik pervanelere göre daha yüksek olması, bakım-tutum ve işletme masraflarının yüksek olması ve teknik olarak da daha karmaşık olması, bu tip pervanelerin kullanım alanlarını daraltarak, sadece özel gereksinimlere ihtiyaç duyulduğunda tercih edilmelerine neden olmuştur.

Z sevk sisteminde ana makineler üst yapının arkasında ve kıç kasaranın üzerinde olduğundan bu sistemde yüksek devirli motorlar kullanılır. Motor devri 1600-2200 RPM arasında değişmektedir. Yüksek devirli motorlar kullanılmasının nedeni motor devrinin artmasıyla birlikte motor ebatlarının küçülmesidir. Ana makinelerin konulacağı yere bakıldığında kısıtlı alan olmasından dolayı yüksek devirli ana makineler tercih edilmektedir.



Şekil 11. Z-Sevk Sistemi

8. Ana Makine ve Jeneratörler

İlk olarak bu tip gemilerin güç gereksinimleri incelenmiştir. Bu tip gemiler genellikle düşük hızlarda tasarlanan barge tipi gemilerdir. Bu nedenle bu tip gemilerin güçleri genellikle çok yüksek değildir. 1000 m³ ve 9 knot hızında tasarlanan bir gemide genellikle 700-800 KW arasında değişiklik gösterir. Makine gücü belirlenirken önemli düşüncelerden bir tanesi gemilerin gemi adamlarıyla donatılmasına ilişkin yönergede belirtilen makine gücünün 750 KW'tan fazla olması durumunda bir fazla mürettebat çalıştırılması gerektiğidir. Bu nedenle genellikle hızdan tasarruf edilip makine gücünün 750 KW'tan az olması sağlanarak işletim maliyeti açısından önemli sayılabilecek ölçüde kar elde edilir.

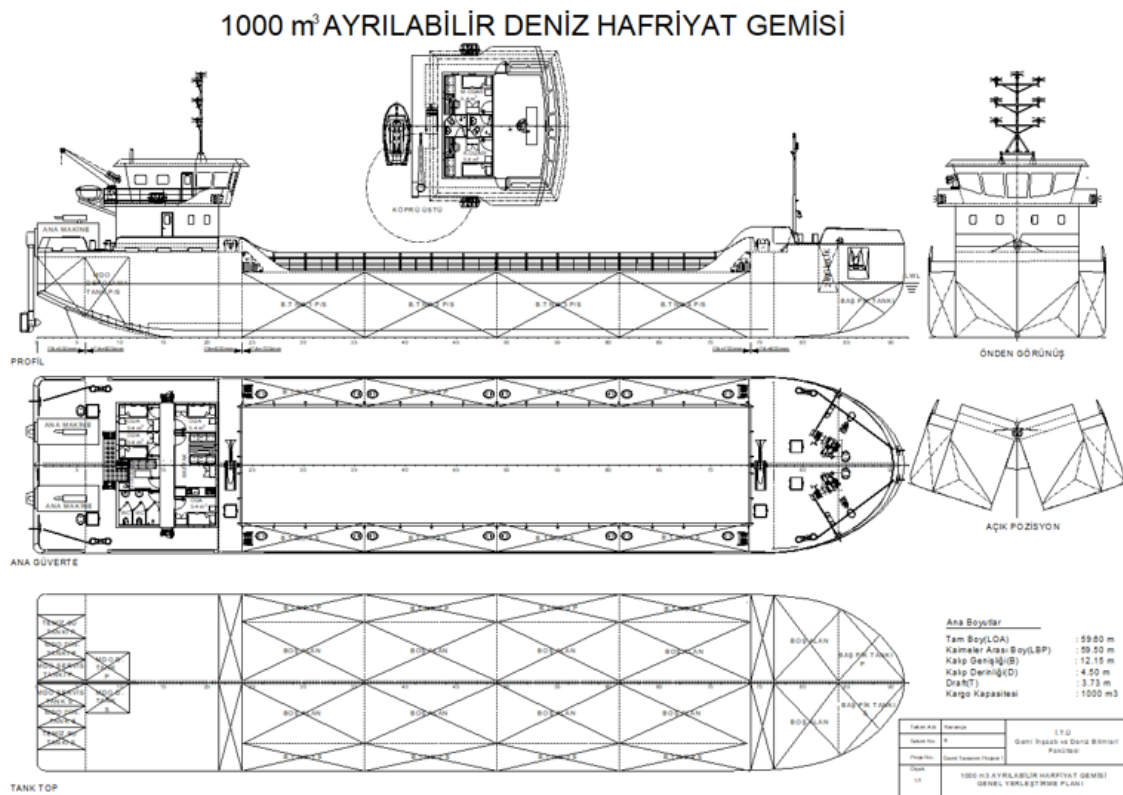
Jeneratör güçlerine bakıldığında ise diğer ticari gemiler gibi bu tip gemilerde de yaklaşık jeneratör gücü ana makine gücünün üçte biri kadardır.

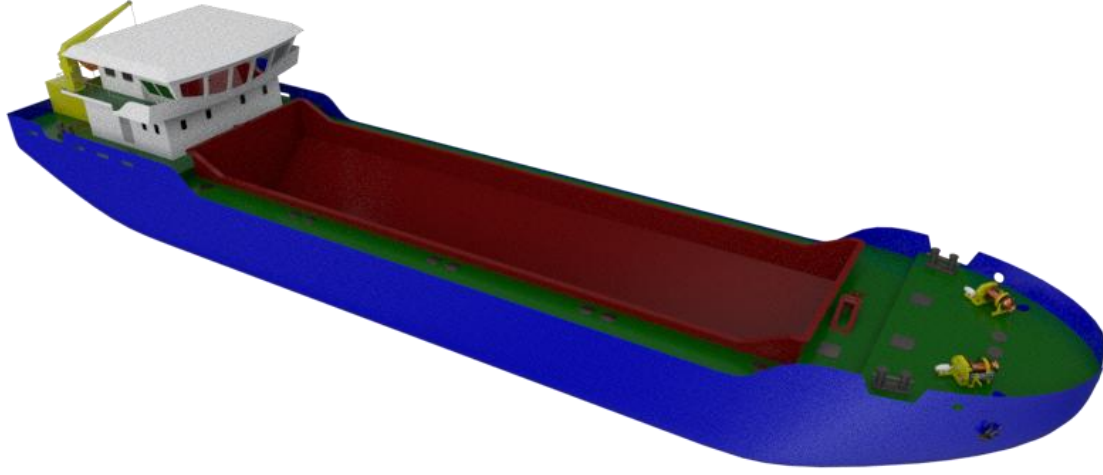
Bu tip gemilerde genel olarak ana makine ve jeneratör yakıtı olarak sadece marine diesel oil (MDO) kullanılır. Heavy fuel oil (HFO) çok tercih edilmez. Bunun nedeni ise HFO'nun kullanılabilmesi için bazı işlemlerden (ısıtma, ayrıştırma vb.) geçmesi gerektiğidir. Bu işlemler için kullanılacak sistemlerin konulması için gemide yer bulmak zordur. Bu nedenle MDO tercih edilmektedir.

9. Sonuçlar ve Öneriler

Yukarıda da bahsedildiği gibi ayrılabilir deniz hafriyat gemisi gerek son zamanlarda popülerliğini artırması gerek ise diğer gemilerden farklı olan özellikleri ile önemli tip bir gemidir. Özellikle yukarıda bahsedilen senaryolarda bu tip gemilerin kullanılması ile yapılan işlerin süresi kısalmaya ve geminin önemi daha çok ön plana çıkacaktır. Ülkemizde bu tip üretimi gerçekleşen bir tane gemi olduğu görülmektedir. Bu tip gemilerin daha çok bilinmesi ile ülkemizde üretim sayılarının artması beklenmektedir.

Bu yazıda hakkında çok bilgi sahibi olunmayan ayrılabilir deniz hafriyatı hakkında detaylı bilgiler verilmiştir ve aşağıda bu çerçevede tasarlanmış ayrılabilir deniz hafriyat gemisinin genel yerleşimi (Şekil-12) ve 3d görünümü (Şekil-13) örnek olarak gösterilmiştir.





Şekil 13. 3d Görünüm

Burada kavramsal tasarım süreci anlatılan 1000 m³ ayrılabilir deniz hafriyat gemisi, İTÜ Gemi İnşaatı ve Gemi Makinaları eğitimi alan öğrencilerin, en az bilgisinin olduğu gemi tiplerinden bir tanesidir. Öğrenciler daha önce hiç deneyimlemedikleri bir gemi tipinin ön dizayn aşamasını başarı ile tamamlamışlardır. Sektörden ve proje dersine destek veren akademisyenlerden aldıkları destekler ile önce geminin yükünü tanıdılar, buna bağlı olarak geminin genel yerleştirme planını oluşturmuşlardır.

Öğrenciler, eğitim sürecinde edindikleri araştırma, karar verme, veri toplama ve analiz etme yeteneklerini merak güdülerini destekleyerek dönemin en başarılı projelerinden bir tanesini sunmuşlardır. Yaratıcılığın, teknoloji ile birleşmesi ile oluşturulan ürünlerin önemini gittikçe arttığı, hayatımıza yerleştiği bir dönemde, öğrencilerin ön görülerinin geliştirilmesi, bilgi birikimlerinin ve eksiklerinin farkına varacakları çalışmalara yönlendirilmesi, gelecekte ki gemi inşa sektörüne yapılan en önemli yatırımlar olacaktır. Bu çalışma, sektör, akademisyen ve öğrenci iş birliğinin geleceğe bir yatırım olduğunu göstermesi nedeni ile eğitimde önemli bir yer almaktadır.

Kaynaklar:

- [1] KOOIMAN Marine Group. BNR 203 Pollux, n.d., p.1. Retrieved from <https://kooimanmarinegroup.com/bnr-203-pollux.html>
- [2] Boskalis. Cork Sand Hopper and Transportation Barge, n.d., (pp.1-2). Retrieved from https://westminster.boskalis.com/uploads/media/Cork_Sand___Long_Sand_LR.PDF
- [3] Spanopoulos Group. Split Hopper Barge MARIANNA XX, n.d., p.1. Retrieved from <http://www.spanopoulos-group.com/equipment/split-hopper-barges/split-hopper-barge-marianna-xx>
- [4] Alibaba. 2400 DWT Split Hopper Barge, n.d., p.1. Retrieved from https://www.alibaba.com/product-detail/2400-dwt-split-hopper-barge_60082933204.html

- [5] Bureau Veritas.Rules for the Classification of Steel Ships, 2017., p.483.
[6] Hellas Ships Sales. SP Split Hopper Barge, n.d., p.1. Retrieved from <https://www.hellasshipsales.com/index.php>
[4] “DMFC Information”, <http://www.andrew.cmu.edu/user/sumdmfc2.html>