

**T.C.  
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**DENİZCİLİK**

**GEMİ DENGE HESAPLARI  
840UH0085**

**Ankara, 2012**

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

# İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	i
AÇIKLAMALAR .....	iii
GİRİŞ .....	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 .....	3
1. ENİNE DENGE – GM HESAPLAMALARI .....	3
1.1. Ağırlık Merkezi (G).....	4
1.1.1. Ağırlık Merkezinin Tespiti .....	4
1.1.2. Ağırlık Merkezindeki Değişiklikler.....	5
1.2. Yüzdürme Merkezi (B) .....	5
1.3. Doğrultucu Kol (GZ) ve Moment.....	6
1.4. Metasentr Noktası (M) .....	7
1.5. Metasentr Yüksekliği (GM) .....	7
1.6. Stiff (Diri) Gemi.....	7
1.7. Tender (Baygın) Gemi.....	7
1.8. Hidrostatik Eğriler Kullanılarak Belirli Bir Draft İçin KM Değerinin Bulunması .....	7
1.9. KG, KM ve GM Arasındaki Bağlıntılar .....	9
1.10. KG Hesaplanması, Yükleme ve Boşaltmadan Dolayı KG Değişiklikleri .....	10
1.11. Gemilerde Meyil (List).....	13
1.12. Gemi Tanklarındaki Sıvıların Serbest Yüzeyinin Dengeye Etkisi .....	18
1.13. Yalpa Periyodunu Bularak GM Hesaplaması.....	18
UYGULAMA FAALİYETİ.....	19
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	20
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 .....	23
2. BOYUNA DENGE – TRİM HESAPLAMALARI.....	23
2.1. Gemi Yüzme Merkezi (The Center Of Flotation) .....	23
2.2. Trim.....	24
2.3. Bir Santimetre Batırma Tonu (TPC) .....	24
2.4. Bir Santimetre Trim Momenti (MCT 1 cm).....	24
2.5. Yüzme Merkezinin Farklı Draft Durumlarına Göre Tespit Edilmesi.....	24
2.6. Trim Yaptırma Momentinin Hesaplanması.....	27
2.7. Trimden Dolayı Draft Değişmesi .....	27
2.8. Ağırlıkların Yer Değiştirmesinin Trime Etkisi.....	28
2.9. Stabilite Hesabının El İle Yapılması .....	30
2.9.1. Ambarlardaki Yükleme Sınırı.....	37
2.9.2. Ambara Balast Alınması Durumu .....	37
2.9.3. Yükleme Sınırı Markaları ve Deadweight.....	38
2.9.4. SEBETİPA Limanına Varış Draft Sörveyi.....	38
2.9.5. M/V Yasa Neslihan Gemisinin Sebetipa Limanı Kok Kömürü Yükleme Operasyonu.....	41
2.9.6. Yükleme Basamakları.....	42
2.9.7. Stabilite Durumunun Hesaplanması .....	44
2.9.8. LCG'nin Hesaplanması (Boyuna Ağırlık Merkezi).....	48
2.9.9. Trim Hesaplanması.....	49
2.9.10. Mean Draft Düzetmesi.....	49
2.9.11. Draftların Hesaplanması .....	50

---

2.9.12. VCG (KG) ve Free Surface Momentlerinin Hesaplanması .....	50
2.9.13. Geminin Gerçek KG'sinin ve GM'in Hesaplanması .....	51
2.9.14. KN Eğrileri ve GZ Değerlerinin Hesaplanması.....	51
2.9.15. Stabilité Eğrileri Hakkındaki Ölçütler (IMO Res. A-749 (18) Bölüm 3.1) .....	52
UYGULAMA FAALİYETİ.....	54
MODÜL DEĞERLENDİRME .....	58
CEVAP ANAHTARI.....	59
KAYNAKÇA .....	61

# AÇIKLAMALAR

<b>KOD</b>	<b>840UH205</b>
<b>ALAN</b>	<b>Denizcilik</b>
<b>DAL/MESLEK</b>	<b>Gemi Yönetimi</b>
<b>MODÜLÜN ADI</b>	<b>Gemi Denge Hesapları</b>
<b>MODÜLÜN TANIMI</b>	Gemi denge hesapları ve terimleri ile ilgili bilgilerin verildiği öğrenme materyalidir.
<b>SÜRE</b>	40/24
<b>ÖN KOŞUL</b>	Bu modülün ön koşulu yoktur.
<b>YETERLİK</b>	Gemi denge hesaplarını yapmak
<b>MODÜLÜN AMACI</b>	<b>Genel Amaç</b> Bu modül sonunda, gemi dengesi hesaplarını yapabileceksiniz. <b>Amaçlar</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Enine denge – GM hesabı yapabileceksiniz.</li><li>2. Boyuna denge – trimhesabı yapabileceksiniz.</li></ol>
<b>EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI</b>	<b>Ortam:</b> Sınıf ortamı <b>Donanım:</b> Gemi denge hesapları bilgisayar simülasyon programı, projeksiyon, gemi hidrostatik ve tank iskandilleri kitapları (StabilityBooklet, LoodLineDocument, HydrostaticTableandCurves, Capacity Plan, Tank SoundingTables)
<b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.



# GİRİŞ

## Sevgili Öğrenci,

Denizcilikte gemi stabilitesi, gemilerin her zaman ve her koşulda emniyetlerinin sağlanabilmesi için en önemli unsurların başında gelmektedir. Günümüzde gemi tonajlarının artması ve eskiye nazaran daha fazla çeşitte yükün gemilerce taşınması, gerekli stabilite ölçütlerinin sağlanmasında bilgi ve tecrübe gereksinimini arttırmıştır.

Gemiler, tüm dünya denizlerini dolaşmakta ve seferleri sırasında çok değişken şartların etkisinde kalmaktadır. Bu şartların gemi üzerinde yaratabileceği etkiler önceden tam olarak bilinemese de gemiler, kendi dizayn yapılarına göre klas kuruluşlarınca onaylanmış ve uluslararası sözleşmelerle belirlenmiş stabilite gereklerine uydukları takdirde emniyetlerini muhafaza edeceklerdir. Gemilerin yanlış yüklenmesi ya da sefer sırasında gemi dengesinde oluşan değişimlerin fark edilememesinden dolayı gemiler batmakta veya zarar görmekte bunun sonucunda da denizcilerimiz hayatlarını kaybetmekte, maddi kayıplar oluşmakta ve çok büyük çapta deniz ve çevre kirliliği meydana gelmektedir.

Bilgisayar programları, denge hesaplarının yapılmasında pratik ve güvenilir bir yardımcı olsa da iyi bir kaptan bu hesapları kâğıt kalem kullanarak kendisi yapabilmeli ve gemisine tam anlamıyla hâkim olmalıdır. Sizlerde bu modülün sonunda uygun ortam sağlanması hâlinde kendi geminizin denge hesaplarını yapabilmelisiniz.





# ÖĞRENME FAALİYETİ-1

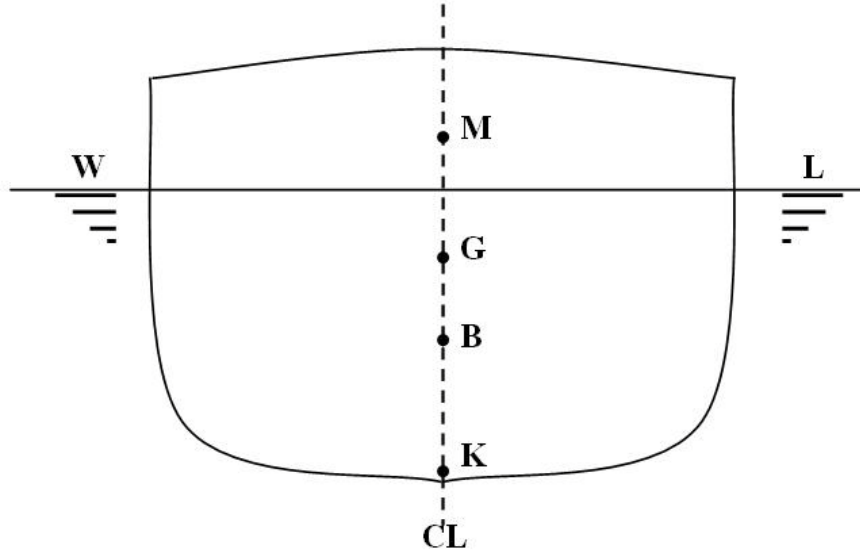
## AMAÇ

Enine denge – GM hesaplamalarını yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Çevrenizde bulunan en yakın limana gidiniz. Liman başkanlığı ile görüşerek limana giriş izni alınız.
- Limanda bulunan bir kuru yük gemisine giderek birinci zabıt ile görüşünüz ve geminin limandan ayrılmadan önce enine denge – meyil hesaplarını nasıl yaptıklarını sorunuz.
- Edindiğiniz bilgileri kayıt altına alarak sınıfta arkadaşlarınız ve öğretmeniniz ile paylaşınız.

## 1. ENİNE DENGE – GM HESAPLAMALARI



Şekil 1.1: Bir gemiye ait stabilite özellikleri

Günümüzde inşa edilen gemilerin hidrostatik özellikleri dikkate alındığında stabilite kurallarına uygun yüklendikleri takdirde 70° sancak veya iskeleye yatmaları durumunda bile doğrultucu kuvveti bulunmaktadır. Burada usta bir ikinci kaptanın ve gemi personelinin

önemi ön plana çıkmaktadır. Gemiye yük alınması görevinden sorumlu gemi zabiti birinci zabıt yani ikinci kaptandır. Doğru ve kurallara uygun yükleme yapıldığında gemilerin batma tehlikesi minimum seviyeye indirilebilir.

Şekil 1.1 bir gemiye ait enine stabilite bilgilerini çizim üzerinde göstermektedir. Burada dikkat edilmesi gereken gemiye kıç taraftan bakıldığı için her türlü hesaplamalarda hatırlanması gerektir. Bu gemiye kıç taraftan bakıldığında merkez hattının (CL) sağ tarafında kalan kısmın sancak, sol tarafında kalan kısmın iskele olduğu unutulmamalıdır. İlerideki açıklamalarda geminin sancağa veya iskeleye meyil yapması denildiğinde buradaki açıklamalar hatırlanmalıdır.

## 1.1. Ağırlık Merkezi (G)

Bir cismin moleküllerine etki eden yerçekimi kuvvetlerinin bileşkesinin uygulama noktasına **ağırlık merkezi** denir.

### 1.1.1. Ağırlık Merkezinin Tespiti

İngilizce Center of Gravity olarak bilinir ve Şekil 1.1’de **G** olarak gösterilmiştir. Fizikte bir cismin ağırlık merkezi o cismin bir noktadan asıldığında dengede durduğu yerdir.



Şekil 1.2: Ağırlık merkezinin yeri

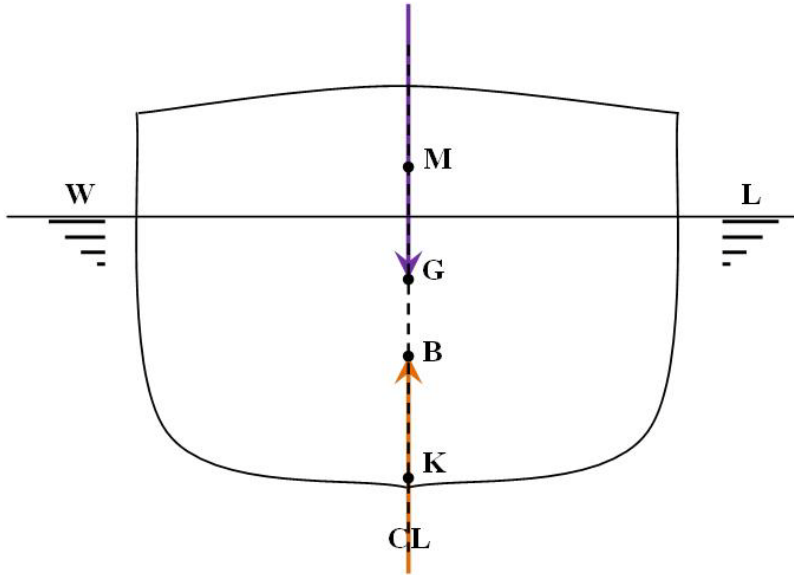
Şekil 1.2’de gösterilen cismin ağırlık merkezi, kaldıraçta pozisyonunu bozmadan asılı bulunduğu noktadır. Bir gemi için durum bundan farklı değildir. Gemiler suyun içerisinde adeta asılı pozisyonda yüzerler. Buradaki K kaldırıcının görevini deniz suyunun kaldırma kuvveti alır.

Şekil 1.3 incelendiğinde B noktası deniz suyunun kaldırma kuvvetinin gemiye uygulandığı noktadır. B noktası ile G noktası her zaman aynı doğru üzerinde bulunur. Herhangi bir sebepten dolayı bu iki noktanın çakışması bozulmuş ise gemi tekrar denge durumuna gelmek için sancağa veya iskeleye meyil eder ve bu meyil sonucunda denge durumu yeniden kurulur. B ve G noktaları tekrar aynı hat üzerine gelmişlerdir. Bu denge durumunun yeniden kurulmaması durumu ortaya çıkmışsa gemi aşırı derecede meyil yaparak alabora olma tehlikesi ile karşı karşıya kalabilir.

GM hesaplamalarında geminin taşıdığı bütün yükler sanki G noktasından gemiyi aşağıya, denize doğru çekiyormuş gibi işlem yapılır. Bu hesaplamalarda kolaylık sağlar.

### 1.1.2. Ağırlık Merkezindeki Değişiklikler

Denge durumunda bulunan bir gemiye G noktası ile B noktasının aynı hatta bulunmasını bozan bir durum olduğu takdirde gemi pozisyonunu değiştirir. Genellikle gemilere yük yüklendiğinde, yük boşaltıldığında, balast alınıp basıldığında, uzun seyir süresi sonucunda tüketilen yakıt, içme suyu kumanya veya seyir hâlinde iken yükün bir tarafa kayması sonucunda gemi ağırlık merkezinin yeri değişebilir. Bu durumda denge tekrar sağlanabilir. Fakat bu yeni durum, gemiyi sancağa veya iskeleye meyil ettirmiştir. Bir geminin sancağa veya iskeleye meyilli olarak uzun süre seyir yapması, hem gemi personelinin moralini bozar hem de gemide bulunan makine ve diğer teçhizatların çalışması açısından sorun oluşturur.

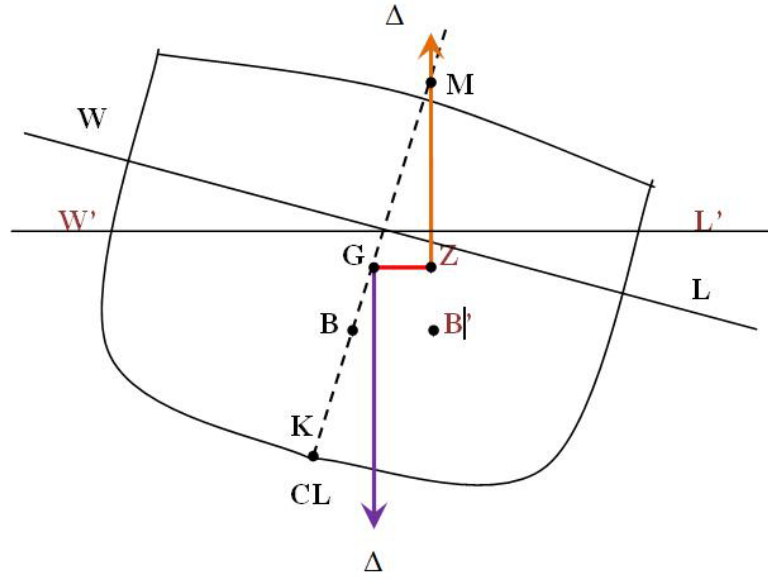


Şekil 1.3: Gemi üzerindeki toplam ağırlıkların yeri

### 1.2. Yüzdürme Merkezi (B)

İngilizce Center of Buoyancy olarak bilinir. Bazı kaynak kitaplarda sephiye merkezi olarak da geçer. Geminin su altında kalan hacminin geometrik ortası olarak kabul edilir.

Bir geminin meyilsiz olarak su üzerinde yüzebilmesi için G ve B noktaları geminin CL (Center Line) üzerinde bulunmaları gerekir. Herhangi bir sebepten dolayı gemi bir tarafa meyil etmişse geminin su altı hacminin yapısı değişir. Bunun sonucunda da meydana gelen yeni su altı formuna uygun farklı bir yüzdürme yeteneği merkezi ortaya çıkar. İşte bu yeni ortaya çıkan yüzdürme yeteneği merkezine B' denilirse yeri Şekil 1.4'te olduğu gibi oluşur.



Şekil 1.4: Yeni yüzdürme yeteneği merkezinin yeri

Yeni oluşan bu durumda gemide bulunan toplam yükler, G noktasından aşağıya doğru gemiyi çeker. Buna karşılık B' noktasından da yukarıya doğru gemiyi düzeltmeye çalışan suyun kaldırma kuvveti etki ederek denge durumunun yeniden kurulmasını sağlar. Şekil 1.4 incelendiği zaman oluşan bu kuvvet çiftinin gemiyi bir taraftan diğer tarafa doğru çevirmeye çalıştıkları görülür.

Bu kuvvet çiftinin değeri:

$$\Delta \times GZ$$

Bu ifadede bulunan

$\Delta$  : Deplasmanı yani gemi ağırlığını,

$GZ$  : G noktasından B' noktasına çizilen dik doğrunun boyunu,

İfade etmektedir.

### 1.3. Doğrultucu Kol (GZ) ve Moment

Şekil 1.4'te görülen GZ mesafesine doğrultucu kol  $\Delta \times GZ$  değerine de doğrultucu moment denir. Doğrultucu kolun uçlarındaki G noktasına ağırlık merkezi kuvveti ve Z noktasına ise yüzdürme merkezi kuvveti etki ederek gemiyi döndürme momentini oluşturur. Şekil 1.4'te görüldüğü gibi bu doğrultucu kol her zaman geminin yattığı tarafta olur ve gemiyi dik duruma getirmeye çalışan doğrultucu momentini oluşturur.

## 1.4. Metasentir Noktası (M)

Şekil 1.4'te görüldüğü gibi B' noktasından geçen kuvvet çizgisinin geminin merkez hattını (CL) kestiği nokta metasentir (Metacentre) noktasıdır. Bu noktanın  $10^0$ -  $15^0$  gibi küçük yatma açılarında sabit kalacağı kabul edilir ve gemi bir tarafa yattığında B noktası, M noktasının merkezi olduğu bir daire yayının üzerinde hareket eder. Büyük yatma açılarında ise B noktası daha fazla yer değiştireceği için buna bağlı olarak M noktası da sabit kalmayacak ve yer değiştirecektir.

## 1.5. Metasentir Yüksekliği (GM)

Ağırlık merkezi (G) ile metasentir noktası (M) arasındaki mesafeye metasentir yüksekliği denir ve GM ile gösterilir. Metasentir yüksekliği GZ nin bir fonksiyonu olup  $15^0$  yatma açlarına kadar gemi stabilitesini hesap etmek için kullanılır. G noktası M noktasının altında ise GM pozitif, üstünde ise GM negatif olarak değerlendirilir.

## 1.6. Stiff (Diri) Gemi

Ambar diplerine ağır yükler yüklendiği zaman G noktası aşağı ineceğinden M noktası ile arasındaki mesafe artacak ve buna bağlı olarak GZ değeri de büyüyecektir. Bu durumda doğrultucu moment etkisi de artacağından gemi düştüğü yalpalardan çok hızlı bir şekilde doğrulacaktır. İşte bu tür yüklenmiş gemilere stiff gemi denilir. Bu türde yüklenmiş gemiler çok çabuk ve hızlı yalpa yaptıklarından geminin ve yükün hasar görmesine, personelin rahatsız olmasına neden olur. Ancak GM değerinin fazla olmasından dolayı bu şekilde yüklenmiş gemilerde denge problemi yoktur. Kütük demir ve ağır maden taşıyan gemiler stiff gemi özelliğini gösterir.

## 1.7. Tender (Baygın) Gemi

Fazla yer kaplayan, hafif yükleri taşıyan gemilerde G noktası yukarı çıkarak M noktasına yaklaşır. Bu durumda GM mesafesi kısalarak doğrultucu moment kolu olan GZ de kısalır. Böylece gemiler ağır ağır yalpa yapar. GM değeri küçük olan gemilere tender gemi denilir. Bu şekilde yüklenmiş bir gemide yük ve gemi hasar görmez. Fakat bu tür yüklenmiş gemilerde stabilite sorunu vardır. Gemi sefere çıktığında zaten küçük olan GM değerinin seyir sırasında daha da küçülerek geminin nötr veya negatif denge durumuna düşmesine neden olabilir. Kereste ve tahıl yükü taşıyan gemiler ile konteyner gemileri tender gemilere örnek olarak gösterilebilir.

## 1.8. Hidrostatik Eğriler Kullanılarak Belirli Bir Draft İçin KM Değerinin Bulunması

Tablo 1.1 M/V BATEM gemisine ait hidrostatik bilgileri göstermektedir. Geminin o andaki draft değeri ile tablonun sol taraftan girilir. Üst taraftan ise geminin trim değeri girilerek KM hesaplanır.

M/V BATEM											
KM TABLE WITH TRIM CORRECTION											
DRAFT(m)	TRIM TO AFT (m)								EVENKEEL	TRIM FORE	
	4,00	3,50	3,00	2,50	2,00	1,50	1,00	0,50	0,00	-0,50	-1,00
1,00	12,09	17,12	25,43	32,43	35,47	37,75	28,63	20,31	15,40	12,35	10,04
1,01									15,27		
1,02									15,14		
1,03									15,01		
1,04									14,98		
1,05									14,77		
1,06									14,65		
1,07									14,53		
1,08									14,42		
1,09									14,30		
1,10									14,19		
1,11									14,08		
1,12									13,95		
1,13									13,80		
1,14									13,71		
1,15									13,68		
1,16									13,54		
1,17									13,37		
1,18									12,86		
1,19									12,73		
1,20									12,63		
1,21									12,53		
1,22									12,33		
1,23									12,21		
1,24									12,12		
1,25									12,10		
1,26									12,02		
1,27									11,98		
1,28									11,90		
1,29									11,88		
1,30									11,76		
1,31									11,70		
1,32									11,67		
1,33									11,60		
1,34									11,54		
1,35									11,45		
1,36									11,35		
1,37									11,31		
1,38									11,21		
1,39									11,10		
1,40									11,05		
1,41									10,89		
1,42									10,76		
1,43									10,64		
1,44	21,75	23,99	25,28	25,58	23,45	18,14	14,47	12,13	10,48	9,32	8,47

Tablo 1.1: M/V BATEM gemisine ait km tablosu

**Örnek 1.1:** Tablo 1.1 M/V BATEM gemisine ait KM tablosudur. M/V BATEM gemisinin draftı 1,44 metre ise KM değeri nedir?

**Çözüm 1.1:** Bu örneğin çözümü için öncelikle gemimizin triminin hesaplanması gerekir. Verilen örnekte draft değeri 1,44 metre olarak belirtilmişti. Trim değeri de hesaplanacak olursa

$$\text{Trim} = \text{Kıçdraft değeri} - \text{Baş draft değeri}$$

Geminin baş ve kıçdraft değerleri eşit yani 1,44 metre olsun. Bu durumda yukarıdaki formülde draft değerlerini yerlerine konursa

$$\begin{aligned}\text{Trim} &= 1,44 - 1,44 \\ \text{Trim} &= \underline{0 \text{ metre}}\end{aligned}$$

olarak bulunur.

Bulunan bu trim değeri ile KM tablosuna üst taraftan girilir. Geminin draft değerini KM tablosunun sol tarafında yazan değerler içerisinde bularak sol taraftan KM tablosuna girilir. Daha sonra her iki değer karşılaştırılarak bulunan değer geminin o andaki KM değeridir.

$$\begin{aligned}\text{Gemiin } 1,44 \text{ metre draft değeri için bulunan KM değeri:} \\ \text{KM} &= \underline{10,48 \text{ metre}}\end{aligned}$$

Yalnız burada şunu hatırlatmakta fayda vardır: Draftsörvey modülünde hidrostatik tablolara girilirken kullanılan draft değerlerinin her zaman MMM draft değerleri olacağı belirtilmişti. Burada da tabloya girilen draft değeri MMM (ortalamaların ortalamasının ortalaması) olarak verilmiştir. MMM değerinin nasıl hesaplandığının tekrar hatırlanması için DraftSörvey modülüne tekrar bakmakta yarar vardır.

## 1.9. KG, KM ve GM Arasındaki Bağlılıklar

Şekil 1.1 incelendiği zaman görülecektir ki bir kararlı dengede bulunan gemide K, B, G ve M değerleri her bu şekilde sıralanır. Geminin stabilitesi açısından gerekli KG ve GM değerleri de burada bulunan sıraya göre matematiksel hesaplamalar ile kolayca bulunabilir.

Geminin KM değerinin nasıl bulunduğunu yukarıda örnek 1.1’de açıklandı. Bundan sonraki işlem geminin KG değerini bulmaktır. Daha sonra ise bilinen KM ve KG değerlerinden yola çıkarak GM değeri bulunur. Bir geminin stabilitesi açısından en önemli parametresi GM değeridir.

K, B, G ve M arasında şu şekilde bir ilişki söz konusudur:

$$\text{KM} = \text{KG} + \text{GM}$$

## 1.10. KG Hesaplanması, Yükleme ve Boşaltmadan Dolayı KG Değişiklikleri

Bir geminin stabilitesi açısından en önemli parametresi GM değeri olduğu daha önce de belirtilmişti. GM hesaplanması için KG ve KM değerinin bilinmesi gerekir. Gemi inşa mühendisleri, bir gemi inşa edildiği zaman onun detveytini, deplasmanını ve yüzdürme yeteneğini merkezinin omurgadan olan uzaklığı olan KB mesafesi hesaplanır. Ayrıca bir geminin inşası biter bitmez meyil deneyleri yapılarak boş gemi için metasentir yüksekliği yani GM ve boş geminin KG değerleri hesaplanır(Şekil 1.1).

Gemi zabitleri, bu bilgileri stabilite kitaplarından, gemi kapasite planlarından, dedveyt skalası veya stabilite eğrilerinden (curves of stability) bularak gemi denge hesaplarını yapabilirler. Burada bir yük operasyonundan sonra G noktasının omurgadan olan yüksekliği bulunmaya çalışılacaktır. Bir gemiye yüklenen veya gemiden boşaltılan hatta gemi içerisinde yeri değiştirilen her yük geminin ağırlık merkezinin yerini değiştirir.

Yük operasyonu ile yeri değişen G noktasının yeni yeri moment hesabı ile bulunur. Gemiye yüklenen veya gemiden boşaltılan her bir ağırlığın gemi omurgasından olan uzaklığı hesaplanır ve yük miktarı ile çarpılır. Bu işlemler bütün ağırlıklar için teker teker yapılır.

Geminin boş ağırlığı ile boş KG çarpılarak elde edilen momentler matematiksel olarak toplanır. Ayrıca gemiye yüklenen veya gemiden boşaltılan bütün ağırlıklar kendi aralarında yine matematiksel olarak toplanır ve geminin boş ağırlığına ilave edilir.

Bütün bu işlemler sonunda bulunan toplam moment, toplam ağırlığa bölünerek geminin yük operasyonunun sonucundaki KG değeri hesap edilmiş olur.

Şekil 1.1’de görüldüğü gibi GM mesafesi ise

$$GM = KM - KG$$

şeklinde bulunabilir.

Bu formüldeki KM mesafesi daha önce de bahsedildiği gibi stabilite kitaplarından veya dedveyt skalasından bulunur. KG değeri ise yukarıda açıklandığı şekilde moment hesabı ile bulunur. Bulunan değerler yukarıda formülde yerlerine koyularak GM değeri kolayca hesaplanır.

**Örnek 1.2:** boş deplasmanı 10 000 ton ve boş KG değeri 12 metre olan bir gemiye 200 ton ağırlığında yük yüklenmiştir. Yüklenen yükün ağırlık merkezinin gemi omurgasına olan uzaklığı 18 metre ise geminin yükleme operasyonu sonucu oluşan yeni KG değeri bulunsun.

### Çözüm 1.2:

$\Delta$	: Boş gemi ağırlığı
KG	: Boş geminin ağırlık merkezinin omurgaya olan mesafesi
w	: Gemiye yüklenen yükün ağırlığı



Kg : Yüklenen yükün ağırlık merkezinin gemi omurgasına olan dikey mesafesi

Olarak kabul eder isek

Boş geminin omurgaya göre momenti =  $\Delta \times KG$

Yükün omurgaya göre momenti =  $w \times Kg$

Formülleri ile bulunur. Bulunan momentleri toplayıp gemide mevcut toplam ağırlığa böler isek geminin yeni KG değeri bulunmuş olunur.

Boş geminin omurgaya göre momenti =  $10000 \times 12$

Yükün omurgaya göre momenti =  $200 \times 18$

Toplam moment =  $123600 \text{ tm}$

Gemide mevcut toplam ağırlık =  $10200 \text{ ton}$

Geminin yeni KG değeri = **12,11 metre**

Bu problem devam ettirilirse şöyle bir sonuca ulaşılabilir:

- Geminin yükleme sonundaki draftlarını hesaplayıp hidrostatik table kitaplarından o andaki draft değeri için KM değeri bulunabilir.
- Bulduğumuz KM değerinden geminin yeni KG değeri çıkartılırsa geminin GM değeri hesaplanmış olunur.

Bir geminin stabilite durumunun en açık ve net göstergesi GM değeridir. GM değeri ne kadar fazla ise gemi o kadar kararlı dengededir.

**Örnek 1.3:** Deplasmanı 6000 ton olan bir geminin KG değeri 6 metredir. Gemide omurgadan 2 metre yükseklikte bulunan 200 kg ağırlığındaki yük, omurgadan 8 metre yükseğe şifting (yükün gemi içerisinde yer değiştirilmesi) edilirse geminin yeni KG değeri ne olur?

**Cevap 1.3:**

Şifting mesafesi =  $8 - 2$

Şifting mesafesi = 6 metre

GG' =  $\frac{w \times d}{\Delta} = (200 \text{ T} \times 6 \text{ M}) / 6000 \text{ T}$

GG' = 0,2 metre

Yeni KG = Eski KG + GG'

$$\text{Yeni KG} = 6 + 0,2$$

$$\text{Yeni KG} = \mathbf{6,2 \text{ metre}}$$

**Örnek 1.4:** Deplasmanı 10000 ton olan bir geminin GM değeri 1,2 metredir. Gemide omurgadan 10 metre yükseklikte olan 150 ton yük, omurgadan 1,2 metre yüksekliğe şifting edilirse geminin yeni GM değeri ne olur?

**Çözüm 1.4:**

$$\text{Şifting mesafesi} = 10 - 1,2$$

$$\text{Şifting Mesafesi} = \mathbf{8,8 \text{ metre}}$$

$$\text{GG}' = \frac{w \times d}{\Delta}$$

$$\text{GG}' = (150 \text{ T} \times 8,8 \text{ M}) / 10000$$

$$\text{GG}' = \mathbf{0,13 \text{ metre}}$$

$$\text{Yeni GM} = \text{Eski GM} + \text{GG}'$$

$$\text{Yeni GM} = 1,2 + 0,13$$

$$\text{Yeni GM} = \mathbf{1,33 \text{ metre}}$$

**Örnek 1.5:** Deplasmanı 7000 ton olan bir geminin KG değeri 6,5 metredir. Bu gemide KG değeri omurgadan 0,9 metre olan bir tankından 300 ton yakıt harcanmış ve son durumda KM değeri 7 metre olarak tespit edilmiştir. Geminin son durumdaki GM değerini hesaplayınız?

**Çözüm 1.5:**

<u>Ağırlıklar</u>	<u>VCG (KG)</u>	<u>Vertical Moment</u>
7000 ton	6,5 metre	45500 tm
<u>-300 ton</u>	0,9 metre	<u>- 270 tm</u>
6700 ton (Final Deplasman)		45 230 tm

$$\text{KG} = \frac{\text{Final Moment}}{\text{Final Deplasman}}$$

$$\text{KG} = \frac{45 230}{6700}$$

$$\text{KG} = \mathbf{6,75 \text{ metre}}$$

$$GM = KM - KG$$

$$GM = 7,00 - 6,75$$

$$GM = \mathbf{0,25 \text{ metre}}$$

**Örnek 1.6:** Deplasmanı 8000 ton olan bir geminin KG değeri 7,00 metredir. Gemi ambarlarına aşağıdaki listede verilen yükler yüklenmiştir. Yükleme sonunda geminin KM değeri 8,00 metre olarak tespit edilmiştir. Yükleme sonunda oluşan geminin yeni GM değerini hesaplayınız?

#### Gemiye Yüklenen Yükler

No 1 ambara	: omurgadan 1,2 metre yükseğe	500 ton yük
No 2 ambara	: omurgadan 4,0 metre yükseğe	200 ton yük
No 3 ambara	: omurgadan 1,2 metre yükseğe	800 ton yük

#### **Cevap 1.6:**

<u>Ağırlıklar</u>	<u>VCG (KG)</u>	<u>Vertical Moment</u>
8000 ton	7,0 metre	56000 tm
500 ton	1,2 metre	600 tm
200 ton	4,0 metre	800 tm
<u>800 ton</u>	<u>1,2 metre</u>	<u>960 tm</u>
9500 ton (Final Deplasman)		58360 tm

$$KG = \frac{\text{Final Moment}}{\text{Final Deplasman}}$$

$$KG = \frac{58360}{9500}$$

$$KG = \mathbf{6,14 \text{ metre}}$$

$$GM = KM - KG$$

$$GM = 8,00 - 6,14$$

$$GM = \mathbf{1,86 \text{ metre}}$$

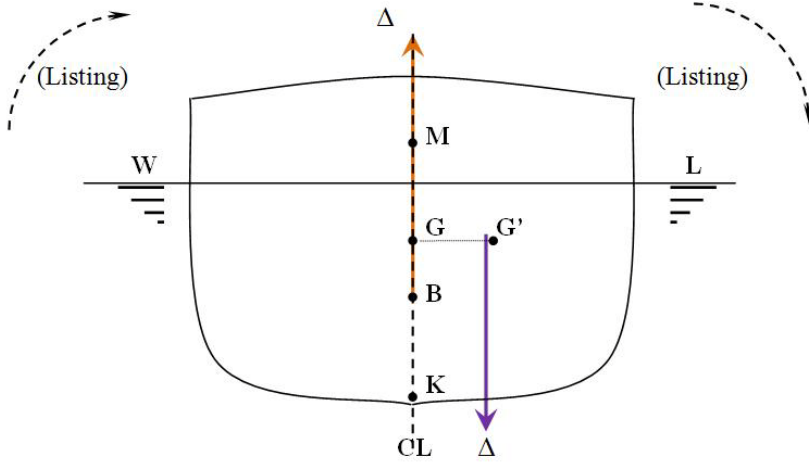
Örnekler daha da çoğaltılabilir.

## **1.11. Gemilerde Meyil (List)**

Dik pozisyonda yüzen bir gemide, G ve B noktaları gemi merkez hattı üzerinde bulunurlar. Böyle bir durumda gemiye etki eden yüzdürme kuvveti ile gemi ağırlığı

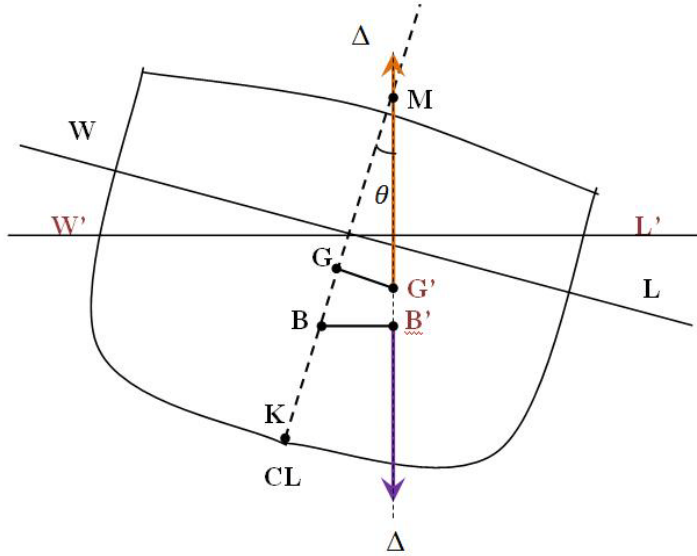
birbirlerine ters yönlerde ve eşit büyüklüklerde olduklarından gemiye meyil yaptıracak bir moment oluşmaz. Böyle bir durumda gemi dik pozisyonunda yüzmesini devam ettirir.

Fakat gemi içerisinde bulunan bir yük, gemide enine olarak yer değiştirir ise yani şifing edilir ise G noktası şifing yönüne paralel olarak hareket eder ve G' gibi bir noktaya gelir.



Şekil 1.5: Ağırlık merkezinin yeri değişen bir gemi

Şekil 1.5 gemide bulunan bir yükün sancak tarafa kayması sonucu oluşan yeni ağırlık merkezinin yerini göstermektedir. Bu durumda gemi ok ile gösterilen yönde sancak tarafa meyil ederek yeniden denge durumuna gelecektir.



Şekil 1.6: Meyil açısı

Şekil 1.6’da M ve G noktalarının yeri biliniyor ise yani KM ve KG değerleri biliniyor ise MGG’ dik üçgeninden  $\theta$  meyil açısı trigonometri hesabı ile kolayca bulunabilir.

$$\text{Cotg}\theta = \frac{GM}{GG'}$$

Formülü ile  $\theta$  yatma yani meyil açısı bulunabilir.

Formüldeki GM değeri:

$$GM = KM - KG$$

Bağıntısı ile bulunabilir.

$$GG' = \frac{w \times d}{\Delta}$$

w = yeri değiştirilen yükün ağırlığı

d = şifting mesafesi

GG’ değeri, şifting yapılan yükün doğurduğu momentin deplasmana bölünmesi ile bulunur.

**Örnek 1.7:** Deplasmanı 6000 ton olan bir geminin KG değeri 6,7 metre, KM değeri 7,3 metredir. Bu gemide 60 tonluk bir yük geminin enine olarak 12 metre sancak tarafa şifting edilir ise bu yük operasyonu sonucunda geminin yatma açısı ne kadar olur?

**Çözüm 1.7:** Gemide bulunan bir yükü enine olarak şifting etmek, gemi ağırlık merkezinin de şifting edilen yöne doğru kayması sonucunu doğurur. Tekrar denge durumu kurulduğunda gemi ilk pozisyonuna göre  $\theta$  açısı kadar sancağa yatmış olacaktır(Şekil 1.6).

$$GG' = \frac{w \times d}{\Delta} = (60T \times 12M) / 6000 T$$

$$GG' = \underline{0,12 \text{ metre}} \quad (I)$$

$$GM = KM - KG$$

$$GM = 7,3 - 6,7$$

$$GM = \underline{0,6 \text{ metre}} \quad (II)$$

(I) ve (II) numaralı eşitliklerden elde edilen sonuçlar aşağıdaki formülde yerine yazılır ise

$$\text{Cotg}\theta = \frac{GM}{GG'}$$

$$\text{Cotg}\theta = \frac{0,6}{0,12}$$

$$\text{Cotg}\theta = \underline{5,00}$$

$$\theta = \text{Arccotg}(5)$$

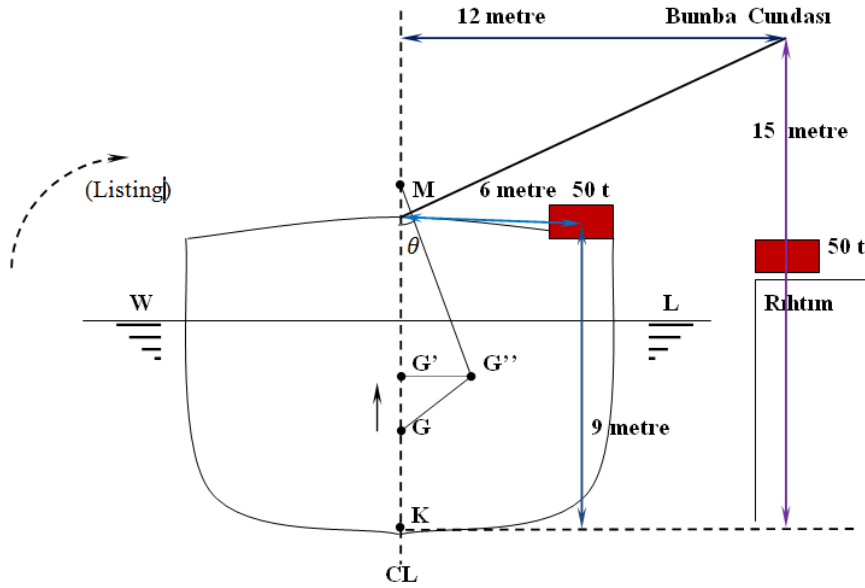
$$\theta = \mathbf{11^\circ 18,5}$$

**Örnek 1.8:** Deplasmanı 9900 ton olan bir gemide,  $KM = 7,3$  metre ve  $KG = 6,4$  metredir. Bu gemiye kendi yükleme – boşaltma donanımı ile iki adet ağır parça yük yüklenecektir. Parçalardan ilki sancak taraftaki (rıhtım tarafındaki) güverteye yüklenmiştir. Bu yükün gemi omurgasından olan yüksekliği 9 metredir ve yükün geminin merkez hattına olan yatay uzaklığı ise 6 metredir.

İkinci ağır parça yük ise henüz gemiye yüklenmemiş rıhtımda bulunmaktadır. Rıhtımda bulunan bu yükün gemi merkez hattına olan yatay uzaklığı 12 metredir. Geminin kendi yükleme donanımının bumbasının cundası gemi omurgasından 15 metre yüksekte olduğuna göre bu yükleme operasyonunda gemi en çok kaç dereceye kadar yatar?

**Çözüm 1.8:**

Yükleme operasyonun şekil üzerinde belirtelim:



**Şekil 1.7: Yükleme operasyonuna göre geminin durumu**

Şekil 1.7’de gösterilen geminin final KG değeri bulunsun.

<u>Ağırlıklar</u>	<u>VCG (KG)</u>	<u>Vertical Moment</u>
9900 ton	6,4 metre	63 360 tm
50 ton	9,0 metre	450 tm
50 ton	15,0 metre	750 tm
10000 ton (Final Deplasman)		64560 tm

$$KG = \frac{\text{Final Moment}}{\text{Final Deplasman}}$$

$$KG = \frac{64560}{10000}$$

$$KG = \underline{6,456 \text{ metre}}$$

Şimdi bu yüklerin doğurduğu yatırıcı momentler bulunsun.

<u>Ağırlıklar</u>	<u>Gemi Ortasından Sancağa</u>	<u>Yatırıcı Moment</u>
50 ton	6 metre	300 tm
50 ton	12 metre	<u>600 tm</u>
900 tm		

$$G'G'' = \frac{w \times d}{4}$$

$$G'G'' = \frac{900}{10000}$$

$$G'G'' = \underline{0,09 \text{ metre}}$$

$$G'M = GM - GG'$$

$$GG' = KG' - KG$$

$$GG' = 6,456 - 6,4$$

$$GG' = \underline{0,056 \text{ metre}}$$

$$GM = KM - KG$$

$$GM = 7,3 - 6,4$$

$$GM = \underline{0,9 \text{ metre}}$$

$$G'M = GM - GG'$$

$$G'M = 0,9 - 0,056$$

$$G'M = \underline{0,844 \text{ metre}}$$

Şimdi de  $\theta$  açısı bulunsun.

$$\text{Cotg}\theta = \frac{G'M}{G'G''}$$

$$\text{Cotg}\theta = \frac{0,844}{0,09}$$

$$\text{Cotg}\theta = \underline{9,378}$$

$$\theta = \text{Arccotg}(9,378)$$

$$\theta = \underline{6^\circ 6'}$$

Meyil yani İngilizce olarak “List” gemilerde istenmeyen bir durumdur ve hem gemi hem de personel için tehlikeli sonuçlar doğurabilir. Gemilerin sefer sırasında meyile düşmemeleri için gemiye yüklenen yükün, dökme yük söz konusu ise iyi dağıtılması, parça yükler söz konusu olduğunda ise yüklerin iyi laşing (bağlanması) edilmesi son derece önemlidir. Ayrıca sefer süresince ağır deniz ve hava şartlarına maruz kalması sonucunda da gemiler geçici olarak sancağa veya iskeleye meyil eder. Bu durumda yükün iyi istif edilmesi ve iyi laşing edilmesi ön plana çıkmaktadır.

## 1.12. Gemi Tanklarındaki Sıvıların Serbest Yüzeyinin Dengeye Etkisi

Gemi tanklarında çeşitli sebeplerden dolayı farklı amaçlara hizmet eden sıvılar taşınır. Bu sıvılar bir geminin dengesini sağlamak için balast, makine ve sistemleri için enerji veren yakıt ve yağlama yağı olabileceği gibi navlun kazanmak için yük olabilir.

Bir geminin tankları içerisinde bulunan sıvılar, tank tam dolu ise (Full Loaded) gemi bir tarafa meyil ettiğinde tankta bulunan sıvı herhangi bir tarafa akamayacağından geminin dengesine olumsuz etki yapamaz. Fakat bu tankların tam dolu olmadığı (Slack Tank) durumlarda, gemi herhangi bir nedenden dolayı bir tarafa yatar ise, tankın içerisindeki sıvı da geminin yattığı tarafa doğru hareket eder ve tankta bulunan sıvının ağırlık merkezi de geminin yattığı tarafa hareket eder. Dolayısı ile bu olay sonunda geminin ağırlık merkezi olan G de bir miktar hareket eder. Eğer bu durum önlenemez ise sıvıların akışkan olması dolayısı ile tankta bulunan sıvı devamlı surette hareket eder ve geminin sancağa veya iskeleye sürekli yalpa yapmasına neden olur. Böyle bir durumdan kaçınmak için gemilerde bulunan tanklar hiçbir zaman yarı dolu (slack) bırakılmaz. Her zaman tam dolu boş olarak sefere çıkılır.

## 1.13. Yalpa Periyodunu Bularak GM Hesaplaması

Bir geminin GM değeri gemi seyirde iken yalpa periyodunu kullanarak yaklaşık olarak hesap edilebilir. Bunun için aşağıdaki formül kullanılabilir.

$$GM = \left( \frac{0,44 \times B}{T} \right)^2$$

B = Geminin feet cinsinden genişliği

T = Saniye cinsinden yalpa periyodu



## UYGULAMA FAALİYETİ

Deplasmanı 10000 ton olan bir gemide,  $KM = 7,5$  metre ve  $KG = 6,2$  metredir. Bu gemiye kendi yükleme-boşaltma donanımı ile iki adet ağır parça yük yüklenecektir. Parçalardan ilki sancak taraftaki (rıhtım tarafındaki) güverteye yüklenmiştir. Bu yükün gemi omurgasından olan yüksekliği,  $kg$  7 metredir ve yükün geminin merkez hattına olan yatay uzaklığı ise 5 metredir.

İkinci ağır parça yük ise henüz gemiye yüklenmemiş rıhtımda bulunmaktadır. Rıhtımda bulunan bu yükün gemi merkez hattına olan yatay uzaklığı 10 metredir. Geminin kendi yükleme donanımının bumbasının cundası gemi omurgasından 16 metre yüksekte olduğuna göre bu yükleme operasyonunda gemi en çok kaç dereceye kadar yatar?

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Her ambar için Ağırlıkları ve <math>KG</math>'leritespit ettiniz mi?</li><li>➤ <math>KG</math> değerini moment hesabı yardımıyla buldunuz mu?</li><li>➤ <math>KM</math> değerini Stabilitelkitabından veya Deadweightskalasından buldunuz mu?</li><li>➤ <math>KM</math> ve <math>KG</math> değerleri farkından <math>GM</math> değerini buldunuz mu?</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ İşlemlerde kolaylık sağlanması açısından Şekil 1.7 size yardımcı olacaktır.</li></ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise **D**, yanlış ise **Y** yazınız.

1. (...) GM değeri fazla olan gemilere baygın gemi denilir.
2. (...) GM değeri az olan gemilere stiff gemi denilir.
3. (...) Geminin yalpa periyodunu bularak GM değeri hesaplanabilir.
4. (...) Gemilerin sancağa veya iskeleye meyil yapmalarına İngilizce olarak listing denilmektedir.
5. (...) Gemi tanklarında bulunan yarım yüklü sıvılar geminin stabilitesine olumlu etki yapar.
6. (...)  $KM - KG$  formülü bize GM değerini verir.
7. (...) KG değeri geminin ağırlık merkezinden omurgaya olan dikey mesafedir.
8. (...) Baş draft ile kıçdraft arasındaki farka trim denilir.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

9. Bir geminin ağırlık merkezi yüksekliği (G), metasentr yüksekliğine (GM) eşit ise aşağıdakilerden hangisi geminin durumunu gösterir?
  - A) Gemi nötr dengelidir.
  - B) Gemi kararsız dengelidir.
  - C) Gemi kararlı dingededir.
  - D) Gemi dengesizdir.
  - E) Gemi overload olmuştur.
10. Bir geminin doğrultucu kolu (GZ) değişmez ama deplasmanı artarsa geminin doğrultucu momenti nasıl değişim gösterir?
  - A) Büyür.
  - B) Küçülür.
  - C) Değişmez.
  - D) Başa hareket eder.
  - E) Kıça hareket eder.
11. Bir gemiyi yüzdüren kuvvetlerin birleştiği noktayı aşağıdaki ifadelerden hangisi tanımlar?
  - A) Ağırlık merkezi (G)
  - B) Gemi orta noktası
  - C) Enine hareket merkezi
  - D) Yüzdürme yeteneği merkezi (B)
  - E) Metesantr yüksekliği (GM)
12. Gemi dip tanklarının boşaltılması KG'yi nasıl etkiler?
  - A) KG büyür.
  - B) KG küçülür.
  - C) KG etkilenmez.
  - D) KG derin draftlarda büyür, düşük draftlarda küçülür.
  - E) KG derin draftlarda küçülür, düşük draftlarda büyür.

13. GM 'i büyüktür ve gemi düştüğü yalpalardan çabuk doğrulur. Bu tip gemilere ne ad verilir?  
A) Konteyner gemisi  
B) Tender gemi  
C) Nötr dengeye sahip gemi  
D) Kararsız dengeye sahip gemi  
E) Stiff gemi
14. Bir geminin deplasmanı 2450 ton, KG'si 2,6 m'dir. Bu gemi Kg 'si 4,3 m olan ambarına 3200 ton yük yükledikten sonra Kg'si 7,3 m olan güvertesine de yük alacaktır. Yükleme sonunda GM 0,6 m olması için güverteye kaç ton yük alabilir? Yükleme sonunda KM: 4,5 m'dir.  
A) 457.510 ton  
B) 520.406 ton  
C) 545.265 ton  
D) 560.294 ton  
E) 580.252 ton
15. Bir geminin deplasmanı 3500 ton ve KG 'si 3,5 m'dir. Bu gemi limana yanaşıyor ve omurgadan yüksekliği 4 m olan ambarına 1500 ton yük, omurgadan yüksekliği 1 m olan tankına 400 ton yakıt aldıktan sonra KM 'si 4.15 m olarak tespit ediliyor. Bu geminin GM 'ini bulunuz.  
A) 0.60 m  
B) 0.65 m  
C) 0.70 m  
D) 0.75 m  
E) 0.80 m
16. Boş gemi ağırlığı 10600 ton olan bir geminin boş KG' si 11m'dir. Bu geminin 1-3-5-7 nu.lı ambarlarına sırasıyla 11 800 ton, 13500 ton, 13600 ton, 12000 ton yük yüklenmiştir. Yüklenen yükün KG yükseklikleri sırasıyla 10,42m-10,38m-10,35m ve 10,12m'dir. Yükleme sonunda KM 10,73 m olduğuna göre geminin final GM'ini hesaplayınız.  
A) 0,70 m  
B) 0,60 m  
C) 0,29 m  
D) 0,40 m  
E) 0,50 m

17. Demirdeki A gemisinde, ambarın gladorasında, omurgadan 8 metre yükseklikteki bir yük ambar tabanına şifting edilmiştir. Geminin deplasmanı 9200 ton ve ambar tabanının omurgadan yüksekliği 2 metredir. Şifting edilen yük miktarı 200 ton ve şiftingden önce GM 1,8 metre olduğuna göre şifting sonunda yeni GM ne olur?  
A) 1,2m  
B) 1,47m  
C) 1,93m  
D) 1,67m  
E) 1,77m
18. Deplasmanı 3200 ton olan bir geminin KG yüksekliği 6,2 metredir. Bu gemiye aşağıdaki tabloda gösterilen yükler yüklenmiş, yükleme sonunda KM: 5,40m olduğu tespit edilmiştir. Yükleme sonundaki GM'i hesaplayınız.

Kompartman	Ağırlıklar	KG Yüksekliği
Nu.:1 Ambar	1500 ton	3,6m
Nu.:2 Ambar	3000 ton	5,2m
Nu.:3 Ambar	2100 ton	3,9m

- A) 0,40m  
B) 0,35m  
C) 0,75m  
D) 0,45m  
E) 0,55m

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

# ÖĞRENME FAALİYETİ-2

## AMAÇ

Boyuna denge – trim hesaplamalarını yapabileceksiniz.

## ARAŞTIRMA

- Çevrenizde bulunan en yakın limana gidiniz. Liman başkanlığı ile görüşerek limana giriş izni alınız.
- Limanda bulunan bir kuru yük gemisine giderek birinci zabit ile görüşünüz ve geminin limandan ayrılmadan önce boyuna denge – trim hesaplarını nasıl yaptıklarını sorunuz.
- Edindiğiniz bilgileri kayıt altına alarak sınıfta arkadaşlarınız ve öğretmeniniz ile paylaşınız.

## 2. BOYUNA DENGE – TRİM HESAPLAMALARI

Bir gemiye yük yüklenildiği zaman, gemiden yük boşaltıldığı zaman ya da geminin içerisindeki bir yükü bir noktadan başka bir mevkie kaydırıldığı zaman (şifting), geminin draftları değişecek ve dolayısı ile de gemimizin trimi değişecektir. Denizcilik dilinde boyuna dengeye trim de denilir.

Gemilerde boyuna dengeyi tıpkı enine dengede olduğu gibi gemi ağırlık merkezi (G) ile gemi yüzdürme yeteneği merkezinin (B) konumları belirler. Trim, geminin baştaki ve kıçtaki su çekimleri arasındaki farktır. Bu fark enine dengede olduğu gibi derece cinsinden değil de metre cinsinden belirtilir.

Trimin daha iyi anlaşılması için aşağıda verilen bazı tanımlamaların yapılması gerekli görülmüştür. Trim hesaplamaları sırasında sıklıkla kullanılan bu tanımlamaların yeri gelmişken öğrenilmesi sizin açınızdan son derece yararlı olacaktır. Denizciliğin uluslararası bir meslek olması nedeni ile sizin açınızdan yararlı olacağı düşünülerek İngilizce ifadeleri yanlarına parantez içerisinde yazılmıştır.

### 2.1. Gemi Yüzme Merkezi (The Center Of Flotation)

Yüzme merkezi veya dönme merkezi diye ifade edilebilir. Geminin etrafında yalpa ve baş – kıç yaptığı kabul edilen noktadır. Bu noktanın yeri, geminin su hattı alanının geometrik merkezidir ve **F** harfi ile gösterilir. Yüzme merkezi geminin orta hattına yakın bir yerde olup gemi hidrostatik eğriler cetvellerinden her draft değeri için gemi orta hattına olan yatay mesafesi bulunabilir(Tablo 2.1 ve Tablo 2.2).

## 2.2. Trim

Gemi trim hesaplamaları, G, B ve F noktalarının gemi ortasından olan yatay mesafelerinin hesaplanmaları ve bu noktalardan gemiye etki eden kuvvetlerin incelenmeleri bulunur.

Enine dengede geminin merkez hattı (CL) üzerinde incelediğimiz G ve B noktaları, gemi dik olduğu durumda yani meyilsiz olduğu durumda her zaman gemi merkez hattı üzerinde idi. Bu noktaları geminin trimsiz olduğu durumlarda boyuna dengede geminin profili üzerinde incelenirse bu noktaların geminin merkez hattı üzerinde bulunmalarının şart olmadığını görürüz. Fakat geminin boyuna dengede kalabilmesi için G ve B noktalarının yine aynı dikey hat üzerinde bulunmaları gerekmektedir. F noktası ise bu düzey hat üzerinde bulunmayabilir.

G ve B noktalarının bulunduğu dikey hat eğer geminin merkez hattına (CL) paralel gemi bu durumda trimsiz olarak yüzer. Bu duruma denizcilik dilinde evenkeel denilmektedir. Aksi hâlde gemi başa veya kıça trimli olarak yüzecektir.

## 2.3. Bir Santimetre Batırma Tonu (TPC)

Bu ifade bir gemiyi su içerisinde bir santimetre batırmak için gerekli olan ağırlığı ifade etmektedir. Bu ağırlık miktarı geminin su altında kalan hacmine bağlı olarak değişeceği için dolayısı ile her draft değeri için farklı olacaktır. Gemilerde TPC değeri kapasite planlarından veya stabilite kitaplarından MMM draft değeri karşılığı olarak girilerek bulunur.

## 2.4. Bir Santimetre Trim Momenti (MCT 1 cm)

Bu ifade, bir gemiye bir santimetre trim değişikliği yaptıran moment değerini ifade etmektedir. Bazı kaynak kitaplarda bu ifade şu şekilde de gösterilebilir: ITM yani burada kullanılan birim trim değişikliği İngiliz ölçü birimi olan Inch olacaktır. Bu ifadenin açılımı da bir inchtrim momenti anlamına gelir. Bu bilgiler de yine stabilite kitaplarına MMM draft değeri karşılığı girilerek bulunabilir.

## 2.5. Yüzme Merkezinin Farklı Draft Durumlarına Göre Tespit Edilmesi

M/V BATEM HYDROSTATIC PROPERTIES								
MOULDED DRAFT	EXTREME DRAFT	VOLUME MOULDED	VOLUME EXTREME	MOULDED DISP.(1,025)	DISP. (1,025)	LCB	VCB	LCF
(m)	(m)	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(ton)	(ton)	(m)	(m)	(m)
1,00								
1,01								
1,02								
1,03								
1,04								
1,05								
1,06								
1,07								
1,08								
1,09								
1,10								
1,11								
1,12								
1,13								
1,14								
1,15								
1,16								
1,17								
1,18								
1,19								
1,20								
1,21								
1,22								
1,23								
1,24								
1,25								
1,26								
1,27								
1,28								
1,29								
1,30								
1,31								
1,32								
1,33								
1,34								
1,35								
1,36								
1,37								
1,38								
1,39								
1,40								
1,41								
1,42								
1,43								

Tablo 2.1: M/V BATEM gemisine ait hidrostatik bilgiler

M/V BATEM HYDROSTATIC PROPERTIES								
<i>MOULDED DRAFT</i>	<i>EXTREME DRAFT</i>	<i>TPC 1 cm</i>	<i>MCT 1cm</i>	<i>KML</i>	<i>KMT</i>	<i>WPA</i>	<i>BML</i>	<i>BMT</i>
(m)	(m)	MT/cm	MT	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)
1,00								
1,01								
1,02								
1,03								
1,04								
1,05								
1,06								
1,07								
1,08								
1,09								
1,10								
1,11								
1,12								
1,13								
1,14								
1,15								
1,16								
1,17								
1,18								
1,19								
1,20								
1,21								
1,22								
1,23								
1,24								
1,25								
1,26								
1,27								
1,28								
1,29								
1,30								
1,31								
1,32								
1,33								
1,34								
1,35								
1,36								
1,37								
1,38								
1,39								
1,40								
1,41								
1,42								
1,43								

Tablo 2.2: M/V BATEM gemisine ait hidrostatik bilgiler



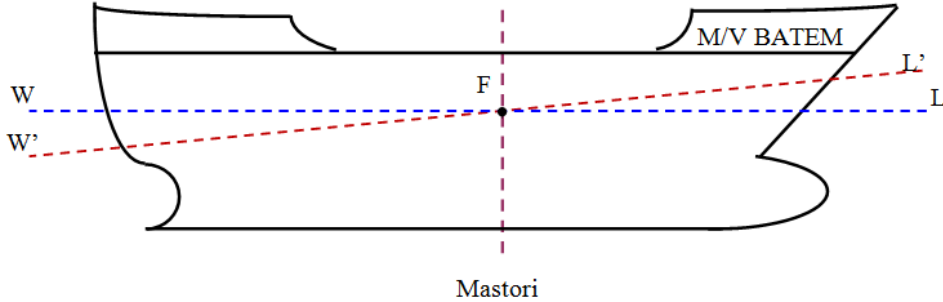
## 2.6. Trim Yaptırma Momentinin Hesaplanması

Bir nokta etrafında döndüğü kabul edilen bir cisme bir kuvvet etki eder ise o cismi dönmeye zorlayacak bir moment oluşturur. Bir gemiye yüklenen veya gemiden boşaltılan hatta gemi içerisinde bir yükün yerinin değiştirilmesi, gemiyi F (yüzme merkezi) noktası etrafında dönmeye zorlayacak bir moment oluşturur. Bu momentin büyüklüğü yüklenen veya boşaltılan yükün F noktasına olan uzaklığı ile o yükün ağırlığının çarpımına eşittir. Gemi içerisinde şifting edilen yükün oluşturduğu moment ise şifting edilen yükün ağırlığı ile şifting mesafesinin çarpımı kadardır.

İşlemler sonucu bulunan döndürme momentini, gemimizin o drafftaki MCT 1 cm değerine böldüğümüz takdirde gemimizin yaptığı trim değişikliğini bulmuş oluruz.

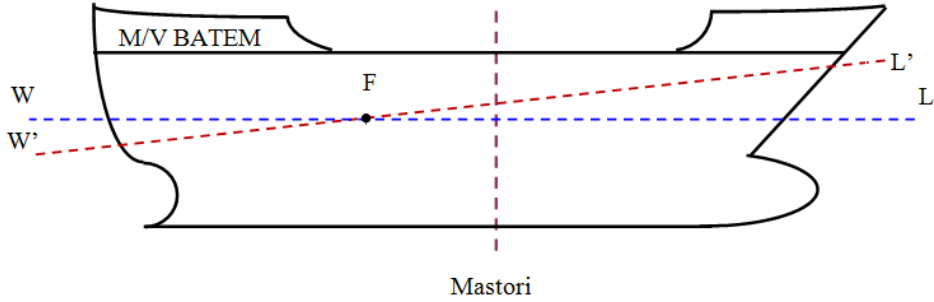
## 2.7. Trimden Dolayı Draft Değişmesi

Bir geminin trimi değiştiği zaman baş ve kıç draftlarının da değişmesi gerekir. B durumunda bir taraftaki draft artacak, diğer taraftaki draftı ise azalacaktır. Trimden dolayı draftların değişmesi geminin yüzme merkezinin (F) yeri ile ilgilidir. Eğer F noktası geminin orta hattı üzerinde ise trim değişikliği baş ve kıç tarafta aynı miktarda ve trim değişikliğinin yarısı kadar olacaktır. F noktası geminin orta hattı üzerinde değil ise baş ve kıç draft değişimi birbirinden farklı olacaktır.



Şekil 2.1: F Noktası gemi merkez hattı üzerinde

Şekil 2.1'de gösterilen gemide F noktası geminin merkez hattı üzerinde bulunmaktadır. Bu gemi bir yük operasyonu sonucu başa trim yapar ise WL su hattı W'L' durumuna gelecektir. Böylece geminin baş tarafı LFL' üçgeni kadar suya batacaktır. Kıç tarafı ise WFW' üçgeni kadar sudan çıkacaktır. F noktası geminin tam ortasında bulunduğundan bu iki üçgen birbirlerine eşittir. Bu iki üçgenin eş olması dolayısıyla  $WW' = LL'$  olur. Yani geminin yük operasyonu sonucu meydana gelen trim değişikliğinde baş ve kıç draftlar aynı miktarlarda değişir.



**Şekil 2.2: F noktasının gemi merkez hattı üzerinde bulunmaması**

Şekil 2.2’de gösterilen gemide ise F noktası gemi merkez hattından bir miktar kış tarafa doğru olduğundan, bir yük operasyonu sonucu oluşan trimden dolayı meydana gelen WW’ üçgeni ile LFL’ üçgeni benzer üçgenler olacaktır. Benzer üçgenlerde eşit açılar karşılıklarında bulunan kenarlar ya aynıdır ya da orantılıdır. Bu özellikten yola çıkarak oluşturulan benzer üçgenler yardımı ile ve oran orantı yolu ile WW’ ve LL’ değerleri bulunabilir.

Bu iki üçgenin benzerliğinden aşağıdaki bağıntılar elde edilebilir.

$$\frac{LL'}{WW'} = \frac{LF}{WF} \quad (I)$$

$$WW' + LL' = t \text{ (trim değişikliği)} \quad (II)$$

$$WF + LF = LBP \text{ (geminin kaimeler arası buyu)} \quad (III)$$

(I), (II) ve (III) nolu eşitlik ve orantılardan;

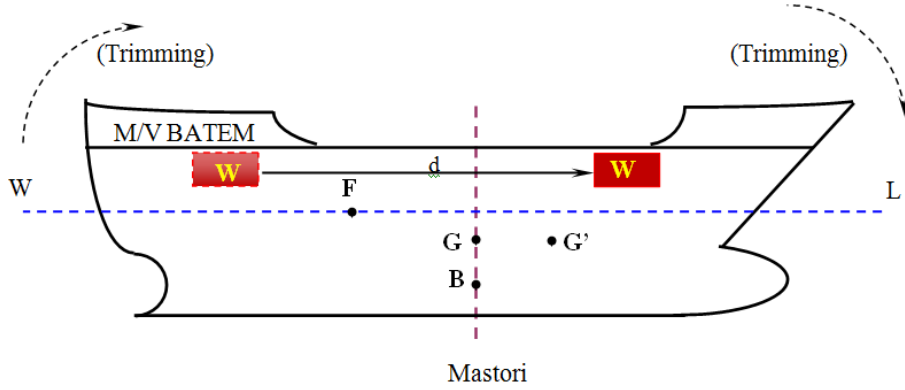
$$WW' = \frac{WF}{L} \cdot t$$

formülü elde edilir.

## 2.8. Ağırlıkların Yer Değiştirmesinin Trime Etkisi

Herhangi bir konumdaki bir geminin ağırlık merkezi (G) ile yüzdürme yeteneği merkezinin (B) dikey bir doğru üzerinde bulunduğu biliniyor. Eğer bu gemi üzerinde bulunan bir yük, bulunduğu yerden başa veya kıça doğru hareket ettirilirse geminin ağırlık merkezi, yeri değiştirilen yüke paralel olarak ve yükün şifting edildiği yöne doğru hareket eder ve G’ gibi bir noktaya gelir (Bakınız Şekil 2.3).

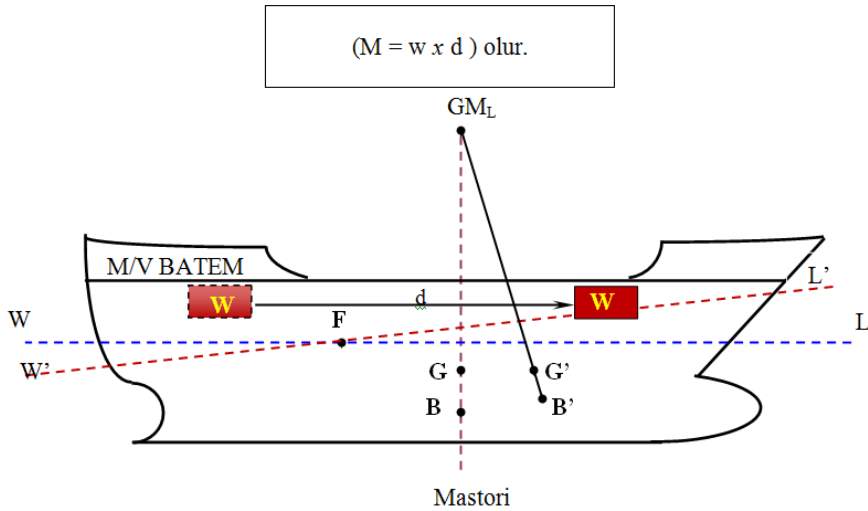
Bu yeni durumda B noktası ile G’ noktası aynı dikey doğru üzerinde olmadıklarında G’ ve B noktalarından gemiye etki edecek bir kuvvet çifti oluşacaktır. Bu kuvvet çifti gemiyi F etrafında döndürerek yükün şifting edildiği yöne doğru geminin trimini değiştirecektir. Bu trim değişikliği geminin B noktasının G’ noktasının altında dikey bir doğru üzerine gelinceye kadar devam edecek ve B noktası B’ noktası gibi bir yere varınca gemi bu konumunda boyuna dengede kalacaktır.



**Şekil 2.3: Gemide bulunan bir yükün şifting edilmesi**

Şekil 2.4'te görüldüğü gibi yapılan şifting sonucunda gemi başa trim yapacak ve kıç tarafta WFW' kadar bir miktar sudan çıkacaktır. Baş tarafta ise LFL' kadar bir alan suya gömülecektir.

G' ve B' noktalarından geçen ve geminin merkez hattını kestiği noktaya boyuna metasentr (GM<sub>L</sub>) noktası denir. Bu yükün yer değiştirmesi sonucunda oluşacak olan momentin değeri yükün ağırlığı ile şifting mesafesinin çarpımına eşit olacaktır. Yani;



**Şekil 2.4: Şifting sonucu başa trim yapmış gemi**

$$\text{Trim değışikliği} = \frac{\text{Trim Yaptıran Moment}}{\text{Brim Trim Momenti}}$$

$$\text{Trim değışikliği} = \frac{w \times d}{M.C.T.1 \text{ cm}}$$

Bu trim değışikliğinin baş ve kıç draftlara yansması ise daha önce gösterildiği gibi eş üçgenler yardımı ile bulunabilir.

**Örnek 2.1:** 126 metre boyundaki bir geminin draftları şu şekildedir: Baş draft = 5,5 metre ve k1ç draft = 6,5 metredir. Geminin dönme merkezi (F), gemi merkez hattından 3 metre k1ç taraftadır. O drafttaki MCT 1 cm = 240 tm olarak geminin hidrostatik eğriler cetvelinden bulunmuştur. Bu gemide 120 ton ağırlığındaki bir yük baş tarafa doğru 45 şifting edilir ise trim değışikliği ve geminin yeni draftları ne olur?

**Cevap 2.1:**

$$\text{Trim yaptıran moment} = w \times d$$

$$\text{Trim yaptıran moment} = 120 \times 45$$

$$\text{Trim yaptıran moment} = \underline{5400 \text{ tm}} \quad (\text{I})$$

$$\text{Trim değışikliği} = \frac{\text{Trim Yaptıran Moment}}{\text{Brim Trim Momenti}}$$

$$\text{Trim değışikliği} = \frac{5400}{240}$$

$$\text{Trim değışikliği} = \underline{22,5 \text{ cm, baş tarafa}} \quad (\text{II})$$

$$\text{K1ç draft değışimi} = \frac{WF}{L} \times t$$

$$\text{K1ç draft değışimi} = \frac{60}{126}$$

$$\text{K1ç draft değışimi} = \underline{10,71 \text{ cm}} \quad (\text{III})$$

$$\text{Baş draft değışimi} = \text{Trim değışimi} - \text{K1ç draft değışimi}$$

$$\text{Baş draft değışimi} = 22,5 - 10,71$$

$$\text{Baş draft değışimi} = \underline{11,79 \text{ cm}} \quad (\text{IV})$$

(I), (II), (III) ve (IV) numaralı eşitliklerden elde edilen sonuçlara göre geminin yük operasyonu sonucu oluşan yeni draftları aşağıdaki şekilde olur.

	<u>Baş draft</u>	<u>K1ç Draft</u>
Başlangıç draftları	5,50 m	6,50 m
Trimden dolayı değışme	+ <u>0,118 m</u>	- <u>0,107 m</u>
Geminin yeni draftları	<b>5,681 m</b>	<b>6,393 m</b>

## 2.9. Stabilite Hesabının El İle Yapılması

Bu uygulama faaliyetinde M/V **Yasa Neslihan** gemisine kok kömürü yüklenmesi operasyonu sonucu, gemi stabilite hesapları el ile yapılacaktır.

Gemi varış limanına mütekip olarak draft sörvey yapılarak konstant ve deplasman hesaplanmıştır. Kok kömürü yüklemesinden önce geminin stabilitesi, el ile hesaplanmıştır. Geminin ne kadar yük alacağı, bu yüklerin ambarlara dağılımı, balast operasyonları, trim, draftlar, deniz için eğilme momenti ve kesme kuvveti gibi değerler hesaplanmış ve dökme gemiler için oluşturulan stabilite ölçütlerine uygun olması sağlanmıştır.

Yükleme operasyonu için terminalin yükleme hızı ile balast pompalarının su basma hızına dayanarak yükleme basamakları oluşturulmuştur. Her yükleme basamağı için hangi ambarlara ne kadar yük yükleneceği, balast operasyonu, trim, draftlar, liman için durgun su eğilme momentleri ve kesme kuvvetleri hesaplanmıştır.

Yükleme planlandığı gibi basamaklar hâlinde uygulanmış ve yükleme sonunda draft sörvey yapılarak geminin planlandığı şekilde yüklendiğinden ve stabilite ölçütlerine uygun olduğundan emin olunmuştur.

Bu uygulama faaliyet ile M/V **Yasa Neslihan** gemisinin stabilitesini el ile hesaplayıp matematiksel işlemlerde el alışkanlığı kazanmak amaçlanmıştır.

Sicil Numarası	: 2459
Çağrı İşareti	: V7IV8
IMO Numarası	: 9286566
Bayrak	: Marshall Islands
Bağlama Limanı	: Majuro
Yapımcı Firma	: Tsuneishi Corporation
Kızağa Oturma Tarihi	: 21 Aralık 2004
Denize İndirilme Tarihi	: 28 Temmuz 2005
Teslim Tarihi	: 7 Kasım 2005
Gemi Türü	: Bulk Carrier
Klası	: Nippon Kaiji Kyokai NS* (Bulkcarrier), PS-DA&FA, ESP,MNS
Ağır yükler için 2, 4 ve 6 numaralı ambarlar boş kalacak şekilde yüklemeye uygundur.	
Tam Boy	: 228,99 m
Dikmeler Arası Boy	: 222,00 m
Genişlik	: 32,26 m
Derinlik	: 19,90 m
Maksimum Yaz Draftı	: 14,429 m
Maksimum Deplasman	: 93,768 mt
Deadweight	: 82,849 mt
Gross Tonnage	: 42,895
Net Tonnage	: 27,547

**Tablo 2.1: M/V Yasa Neslihan gemisinin genel bilgileri**

AMBAR KAPASİTELERİ TABLOSU ( DÖKME YÜK İÇİN)					
AMBAR	POSTA Nu.	KAPASİTE		AĞIRLIK MERKEZİ	
		CUB. M	CUB. FT	MG (m)	Kg ( m)
Nu. 1	213 – 243	13, 255.5	438, 118	-87. 95	11.69
Nu. 2	183 – 213	14, 400.4	508, 550	-62.09	11.04
Nu. 3	153 – 183	14, 113.9	498, 432	-35.42	10.90
NO 4	123 – 153	14,072.5	496, 970	-8.76	10.95
Nu. 5	93 – 123	14, 244.1	503, 030	18.01	10.91
Nu. 6	63 – 93	14, 206.4	501, 699	44.76	10.91
Nu. 7	34 - 63	12, 940.6	456, 997	70.74	11.37
TOTAL		97, 233.4	3, 433.796		

**Tablo 2.2: M/V Yasa Neslihan gemisinin ambar kapasiteleri**

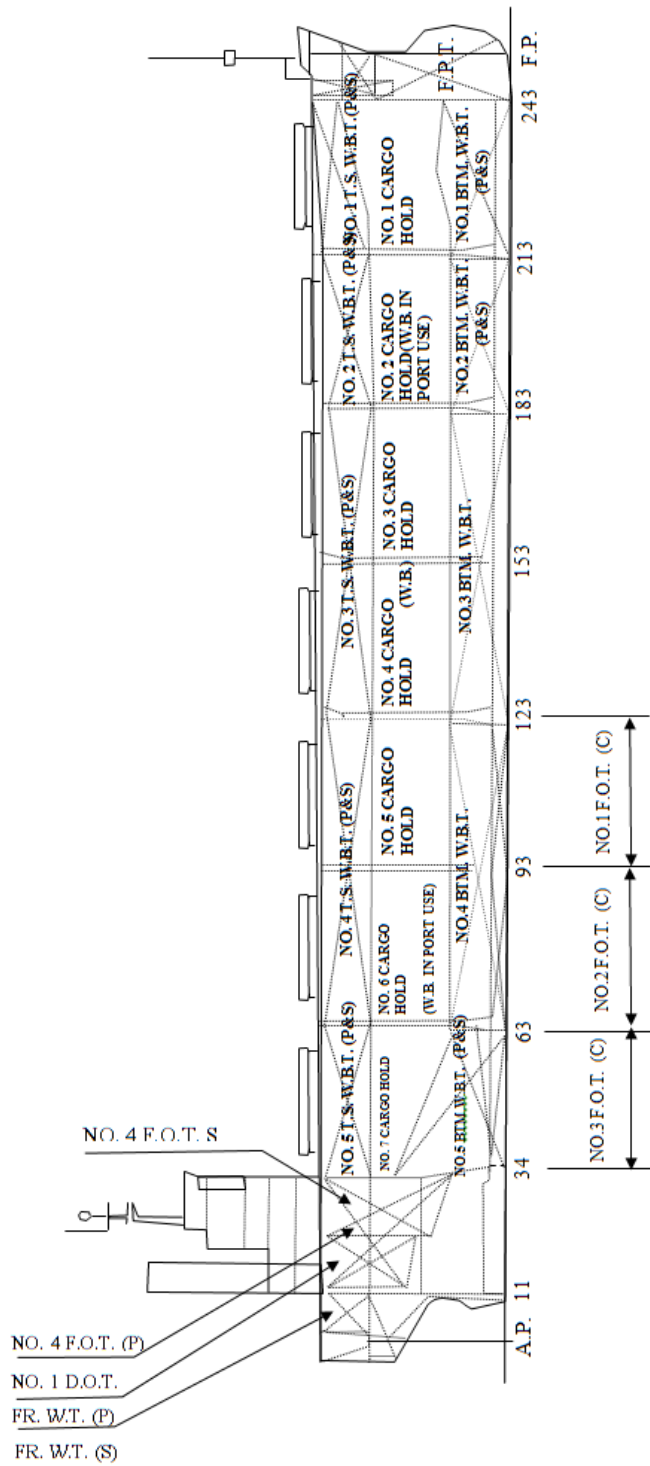
BÖLGE	KISIM POSTA Nu.	KAPASİTE (m <sup>3</sup> ) % 100 DOLU	AĞIRLIK ( mt)	AĞIRLIK MERKEZİ (m)		MAKS. INERTIA (m <sup>4</sup> )	
				MG	KG		
<b>BALAST TANKLARI (S.G. = 1,025)</b>							
FORE PEAK TANK		243 - F.E	2343.2	2402	-106.34	7.40	4573
Nu. 1 BTM WBT TK	P	212-243	1015.7	1041	-88.49	2.04	6947
	S	212-243	1015.7	1041	-88.49	2.04	6947
Nu. 1 TS & BTM WBT TK	P	213-243	1553.3	1592	-87.86	8.02	6947
	S	213-243	1553.3	1592	-87.86	8.02	6947
NO 2 BTM WBT TK	P	182-212	931.6	955	-60.72	1.42	9305
	S	182-212	931.6	955	-60.72	1.42	9305
Nu. 2 TS & BTM WBT TK	P	183-213	1609.4	1650	-61.07	8.57	9305
	S	183-213	1609.4	1650	-61.07	8.57	9305
NO 3 BTM WBT TK	P	122-182	1865.7	1912	-20.69	1.42	18629
	S	122-182	1865.7	1912	-20.69	1.42	18629
Nu. 3 TS & BTM WBT TK	P	123-183	3235.7	3317	-21.06	8.55	18629
	S	123-183	3235.7	3317	-21.06	8.55	18629
Nu. 4 BTM WBT TK	P	62-122	1122.7	1151	31.57	1.78	2666
	S	62-122	1122.7	1151	31.57	1.78	2666
Nu. 4 TS & BTM WBT TK	P	63-123	2493.3	2556	31.72	10.8 4	2666
	S	63-123	2493.3	2556	31.72	10.8 4	2666
Nu. 5 BTM WBT TK	P	34-62	596.1	611	72.47	3.11	1524
	S	34-62	596.1	611	72.47	3.11	1524
Nu. 5 TS & BTM WBT TK	P	34-63	1254.1	1285	71.88	11.0 6	1524
	S	34-63	1254.1	1285	71.88	11.0 6	1524
AFT PEAK TANK		AE.- 11	1165.3	1195	108.1 0	13.6 2	9043
SUB. TOTAL			23800.5	24397			
Nu. 4 CARGO HOLD		123-155	14132.4	14486	- 8.77	10.9 8	74700
WATER BALLAST TOTAL			37933.0	38883		-	
<b>TATLI SU TANKI (S.G = 1,000)</b>							
DRINK WATER TK.	P	2 – 11	230.3	231	105.91	17.77	186
FRESH WATER TK.	S	2 – 11	230.3	231	105.91	17.77	186
FRESH WATER TOTAL			461.6	462			

**Tablo 2.3: M/V Yasa Neslihan gemisinin tank kapasiteleri (güverte)**



BÖLGE	KISIM POSTA Nu.	KAPASİTE( m <sup>3</sup> )		AĞIRLIK( mt)		AĞIRLIK MERKEZİ (m)		MAK S. INER TIA (m <sup>4</sup> )
		100% DOLU	96% DOLU	MG	KG			
FUEL OIL TANKI (S.G = 0,935)								
Nu. 1 F. O. TK.	C	92 - 122	680.6	611	19.36	0.85	7,978	
Nu. 2 F. O. TK.	C	62 - 92	680.5	611	46.06	0.85	7,969	
Nu. 3 F. O. TK.	C	34 - 62	232.0	208	70.10	0.85	455	
Nu. 4 F. O. TK.	P	12 - 35	769.5	691	91.49	14.79	147	
	S	22 - 35	463.8	416	88.92	14.50	104	
H.F.O. SERV. TK.	S	30 - 33	25.4	23	86.35	12.50	3	
H.F.O. SERV. TK.	S	27 - 30	26.5	24	88.75	12.60	3	
FUEL OIL TOTAL			2,878.3	2,584				
DIESEL OIL TANK (S.G. = 0,900)								
Nu. 1 D.O. TK.	S	12 - 22	205.8	178	97.87	15.46	34	
Nu. 2 D.O. TK.	S	29 - 34	27.0	23	86.41	1.15	50	
D.O. SERV. TK	S	18 - 22	23.2	20	95.55	17.24	4	
DIESEL OIL TOTAL			256.0	221				
LUB. OIL TANK (S.G. = 0,900)								
M/E L.O.SUMP TK.	C	18 - 28	18.2	16	94.12	1.40	7	
M/E L.O. SETT. TK.	S	30 - 33	21.9	19	86.35	17.35	7	
M/E L.O. STOR.TK.	S	26 - 30	29.2	25	89.15	17.35	9	
CYL.OIL STOR.TK.	P	12 - 17	60.2	52	99.96	17.09	21	
MISCELLANEUS TANK								
WASTE OIL TK.	S	21- 28	28.3		91.62	1.46	17	
BILGE OIL TK.		11 - 17	31.7		99.72	1.27	31	
COOL W. TK.	A.E- 11		17.4		103.5 2	3.86	2	

**Tablo 2.4: M/V Yasa Neslihan gemisinin tank kapasiteleri (makine)**



Şekil 2.5: M/V Yasa Neslihan gemisi

### 2.9.1. Ambarlardaki Yükleme Sınırı

COND. HOLD	Nu. 7	Nu. 6	Nu. 5	Nu. 4	Nu. 3	Nu. 2	Nu. 1
BÜTÜN AMBARLAR DOLU İKEN	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
AMBAR Nu. 2,4 & 6 BOŞ İKEN	1,60	-	1,55	-	1,55	-	1,49
BALASTLI DURUM	-	-	-	1,06	-	-	-

Tablo 2.5: Ambarlardaki yükleme sınırı (mt/m<sup>3</sup> ya da mg/m<sup>3</sup>)

$$\text{Dizayn edilmiş yükleme sınırı} = \frac{\text{Ambardaki yükün ağırlığı}}{\text{Ambar kapasitesi}}$$

COND. HOLD	Nu. 7	Nu. 6	Nu. 5	Nu. 4	Nu. 3	Nu. 2	Nu. 1
BÜTÜN AMBARLAR DOLU İKEN	11,090	12,204	12,237	12,086	12,122	12,314	11,381
AMBAR Nu. 2,4 & 6 BOŞ İKEN	20,164	-	21,555	-	21,353	-	19,271
BALASTLI DURUM	-	-	-	14.558	-	-	-

Tablo 2.6: Ambarlardaki maksimum yükleme sınırı

### 2.9.2. Ambara Balast Alınması Durumu

- Okyanus geçişlerindeki ağır denizlerde, 4 nu.lı ambara slack durumda balast alınırsa ambar kapağı ve tekne, balast suyunun çalkalanmasından dolayı hasar göreceği için bu duruma izin verilmemektedir.
- Sadece liman içinde kullanım amaçlı olarak 2 ve 6 nu.lı ambarlara aşağıdaki sınırlarda balast alınabilir:
  - 2 nu.lı ambar için; 13,1 metre tank top'un üstünde olacak şekilde (10561,6 m<sup>3</sup>)
  - 6 nu.lı ambar için, 13,8 metre tank top'un üzerinde olacak şekilde (11127,3 m<sup>3</sup>)

### 2.9.3. Yükleme Sınırı Markaları ve Deadweight

YÜKLEME HATLARI		KLAS ONAYLI FREEBOARD ( m )	MAKS. DRAFT ( m )	MAKS. DEPLAS. ( mt )	MAKS. DEPLAS. ( Litre )	DEADWEIGHT	
						( mt )	( Lt )
TROPİKAL FRESH	TF	4,892	15,063	95,820	94,307	84,901	83,560
FRESH	F	5,192	14,763	93,766	92,285	82,847	81,539
TROPICAL	T	5,226	14,729	95,872	94,358	84,953	83,512
SUMMER	S	5,526	14,429	93,768	92,287	82,849	81,541
WINTER	W	5,826	14,129	91,665	90,218	80,746	79,471

(1 MetricTon = 0,98421 LongTon)

Tablo 2.7: Yükleme sınırı markaları ve deadweight

### 2.9.4. SEBETİPA Limanına Varış DraftSörveyi

M/V **Yasa Neslihangemisi** Brezilya'nın Sebetipa limanına varışına müteakip olarak kok kömürü yüklemesinden önce draftsörvey yapılmıştır. Baş, kış ve vasat draftlar her iki taraftan (iskele-sancak) okunduktan sonra bunların ortalaması alınmıştır. Daha sonra deplasmanı ve diğer değerleri hesaplamak için uygulanan işlem basamakları şu şekildedir:

- Draftlar okunduktan sonra bunların ortalaması alınır(Mean of drafts).

$$d_f = \text{Baş draftların ortalaması,} \quad d_f = 5,44 \text{ m}$$

$$d_m = \text{Vasat draftların ortalaması,} \quad d_m = 5,96 \text{ m}$$

$$d_a = \text{Kış draftların ortalaması,} \quad d_a = 6,44 \text{ m}$$

Draftları okunan markalar, tam dikmelerde olmadığı için bunları dikmelere göre düzeltmesi yapılır. Bu düzeltmeyi yapabilmek için geminin stabilite kitabından faydalanmak gerekir. Stabilite kitabındaki baş ve kış draftların dikmelere göre düzeltme cetveli aşağıdaki gibidir.

OKUNAN TRİM		0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
		m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
mm	BAŞ	-19	-21	-23	-25	-27	-29	-31	-33	-35	-37
	VASAT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	KIŞ	55	61	67	72	78	83	89	94	100	105

Tablo 2.8: Okunan draftları dikmelere göre düzeltme tablosu

Gemi 1 metre kıç trimli olduğu için düzeltme cetvelinin 1 metre trim için hazırlanmış kısmı kullanılmıştır. Cetveldeki değerler milimetre (mm) cinsindedir. Daha önce ortalaması alınandıraftlara tabloda okunan değerler eklenerek dikmelerdeki draft değerleri bulunmuş olur. Buna göre;

$$d_F = \text{Düzeltilmiş baş draft,}$$

$$d_F = 5,44 \text{ m} - 0,02 \text{ m}$$

$$d_F = \underline{5,42 \text{ m}}$$

$d_m = \text{Vasattaki kana rakamları bu gemide tam dikmelerde olduğu için düzeltmeye gerek yoktur. Bu yüzden vasat draft;}$

$$d_M = \underline{5,96 \text{ m}}$$

$$d_A = \text{Düzeltilmiş kıç draft,}$$

$$d_A = 6,44 \text{ m} + 0,06 \text{ m}$$

$$d_A = \underline{6,50 \text{ m}}$$

➤ Baş ve kıç draftların düzeltilmesi yapıldıktan sonra trim, vasat draft hesaplanarak deflection düzeltmesi bulunur.

$$\text{Trim} = d_A - d_F$$

$$\text{Trim} = 6,50 \text{ m} - 5,42 \text{ m}$$

$$\text{Trim} = \underline{1,08 \text{ m}}$$

$$d_M = (5,42M + 6,50M) / 2 \\ = 5,96 \text{ Metre}$$

Deflection (deformasyon) düzeltmesi, geminin haggıng ya da sagging olmasından dolayı uygulanır. Deflection ( def ) düzeltmesi, başlangıçta bulunan ortalama vasat drafttan ( $d_m$ ), baş ve kıç draftların düzeltilmesi yapıldıktan sonra hesaplanan vasat draft ( $d_M$ )'ın çıkarılmasıyla hesaplanır.

$$\text{Def} = d_m - d_M$$

$$\text{def} = 5,96 \text{ m} - 5,96 \text{ m}$$

$$\text{def} = 0 \text{ m}$$

Def < 0 ise gemi HAGGING

Def > 0 ise gemi SAGGING

Durumda demektir.

- Bu aşamada;  $d_M$  değerine hesapladığımız deflection düzeltmesini uygulayarak bulunacak vasat draft ile stabilite kitaplarındaki hidrostatik tablolar kısmından geminin deplasmanı okunur.

$$DM (def) = \underline{5,96 \text{ metre}}$$

Hidrostatik tablolarındaki 5,96 m için okunan deplasman değeri 36403,18 mt'dur.

- Hidrostatik tablolarından okunan deplasman değerine, geminin triminden dolayı düzeltme uygulanır. Bu düzeltme ise vasat draft ( $d_{M(def)}$ ) ile trim kullanılarak hesaplanır.

DRAFT	TRİM 0,5 m	TRİM 1,0 m	TRİM 0,5 m	TRİM 1,0 m	TRİM 1,5 m	TRİM 2,0 m	TRİM 2,5 m
5,90 m	237,27	117,38	-114,87	-227,22	-337,06	-444,38	-549,20
6,00 m	235,12	116,28	-113,72	-224,88	-333,48	-439,52	-543,00

**Tablo 2.9: Trimdendolayı deplasman düzeltme tablosu**

Gemimizin draftı 5,96 metre ve trimi ise 1 metredir. Tablodaki 1 metre kıça trim için 5,90 ve 6,00 arasında enterpole yapılarak 5,96 için deplasman düzeltmesi -225,816 **metricton** (mt) bulunur.

Geminin gerçek deplasmanı, hidrostatik tablolarından bulduğumuz deplasman değeri ile trim için bulunan deplasman düzeltmesi toplandıktan sonra, geminin bulunduğu yerdeki deniz suyunun yoğunluğu için yoğunluk düzeltmesi yapılarak hesaplanır.

$$\text{Gerçek deplasman} = (36403,18 - 225,816) \times \frac{p}{1,025}$$

Bu formülde p, bulunan yerdeki deniz suyunun yoğunluğudur. Geminin bulunduğu Sebetipa limanında deniz suyu yoğunluğu 1,025 T/M3'tür. Bu durumda geminin gerçek deplasmanı;

$$\text{Gerçek deplasman} = (36403,18 - 225,816) \times \frac{1,025}{1,025}$$

$$\text{Gerçek deplasman} = \underline{36177,36 \text{ mt}} \text{ olarak bulunur.}$$

Okunan draftlardan gerçek deplasmanı hesaplanarak geminin toplam ağırlığı bulunmuş oldu. Fakat gemide ağırlığı tam olarak bilinmeyen personel ve eşyaları, tanklarda basılamayan sular, başaltı mağazasındaki teçhizatlar, vb. ağırlıklar vardır.

Hesaplanan deplasman değerinden, bilinen ağırlıkların toplamı çıkarılırsa bilinmeyen ağırlıkların toplamını yani geminin konstantı bulunmuş olunur. Konstantgemiye yüklenen yükün ağırlığını tam olarak hesaplanabilmeyi sağlar. Bunun için bilinen ağırlıkların toplamı Tablo 2.10'da gösterilmiştir.

<b>BÖLÜMLER</b>	<b>AĞIRLIKLAR ( mt )</b>
BOŞ GEMİ	10919,0
<b>TATLI SU</b>	
F.W.T (S)	163,7
F.W.T (P)	230,6
TATLI SU TOPLAMI	394,3
<b>YAKIT</b>	
Nu. 1 F.O.T (C)	0,0
Nu. 2 F.O.T (C)	0,0
Nu. 3 F.O.T (C)	208,2
Nu. 4 F.O.T (P)	611,6
Nu. 4 F.O.T (S)	416,3
YAKIT TOPLAMI	1236,1
<b>DIESEL OIL</b>	
Nu. 1 D.O.T (S)	150,7
Nu. 2 D.O.T (S)	23,3
DIESEL OIL TOPLAMI	174,0
KARGO	0,0
<b>BALAST</b>	
F.P.T (C)	2401,8
Nu. 1 W.B.T. (P&S)	3184,2
Nu. 2 W.B.T. (P&S)	3299,2
Nu. 3 W.B.T. (P&S)	6633,2
Nu. 4 W.B.T. (P&S)	5111,2
Nu. 5 W.B.T. (P&S)	2571,0
A.P.T (C)	0,0
Nu. 4 C.H. (W.B) (C)	0,0
<b>BALAST TOPLAMI</b>	23200,7
<b>GENEL TOPLAM</b>	35924,1

**Tablo 2.10: Bilinen ağırlıklar tablosu**

Bilinen ağırlıkların toplamı yukarıdaki Tablo 2.11’de 35924,1 mt bulunmuştur. Deplasmandan bu toplamı çıkarıldığında kalan değer konstantı verecektir.

Konstant = Deplasman – Bilinen Ağırlıklar  
Konstant = 36177,36 – 35924,1 = 253,26 mt olarak bulunmuş olur.

### **2.9.5. M/V Yasa Neslihan Gemisinin Sebetipa Limanı Kok Kömürü Yükleme Operasyonu**

Limana yanaştıktan sonra draftsörvey yapıldı, deplasman ve konstant hesaplandı. Şimdi ise kok kömürü yüklemesi için yükleme basamakları oluşturulacak ve yükleme bitimindeki stabilite hesaplanacaktır. Kok kömürünün özgül ağırlığı (specificgravity)’si 0,51 mt / m<sup>3</sup>tür. Sebetipa limanındaki deniz suyunun yoğunluğu ise 1,025 mt / m<sup>3</sup>tür. Her

yükleme basamağı için draftlar, trim, limandaki durgun su stress değerleri dikkate alınarak hesaplanacaktır. Yükleme basamakları alt başlık altındaki tablolarda gösterilmiştir.

### 2.9.6. Yükleme Basamakları

AMBAR NUMARALARI	Nu. 7	Nu. 6	Nu. 5	Nu. 4	Nu. 3	Nu. 2	Nu. 1
AMBAR HACİMLERİ(m <sup>3</sup> )	12940	14206	14244	1407 2	14113	14400	13255
AMBAR YÜKSEKLİKLERİ (m)	20,1	20,1	20,1	20,1	20,1	20,43	21,15
<b>BAŞLANGIÇTAKİ YÜK DURUMU</b>							
YÜKÜN AĞIRLIĞI(mt)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
YÜKÜN YOĞUNLUĞU(mt/m <sup>3</sup> )	-	-	-	-	-	-	-

Tablo 2.11: Kargo operasyonları – 1

YÜKLEME BASAMAKLARI	YÜK OPERASYONLARI						
	AMBARLAR						
	Nu. 7	Nu. 6	Nu. 5	Nu. 4	Nu. 3	Nu. 2	Nu. 1
1							+4000
2					+4000		
3			+4000				
4	+4000						
5						+4000	
6				+4000			
7		+4000					
8							+2760
9					+3198		
10			+3264				
11	+2600						
12						+3344	
13				+3177			
14		+3245					
<b>YÜKLEME SONUNDA AMBARLARDAKİ TOPLAM YÜK MİKTARI</b>							
YÜKÜN AĞIRLIĞI (mt)	6599,7	7245,2	7264,5	7177,0	7198,1	7344,2	6760,3
YÜKÜN YOĞUNLUĞU (mt / m <sup>3</sup> )	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
<b>YÜKLENEN TOPLAM MİKTAR = 49588,9 mt</b>							

Tablo 2.12: Kargo operasyonları – 2



<b>BAŞLANGIÇTAKİ BALAST DURUMU</b>							
	APT	WBT 5	WBT 4	WBT 3	WBT 2	WBT 1	FPT
BALAST MİKTARI (mt)							
<b>BALAST OPERASYONLARI</b>							
<b>TANKLAR</b>							
YÜKLEME BASAMAKLARI	APT	WBT 5	WBT 4	WBT 3	WBT 2	WBT 1	FPT
1						-2500	
2						-684	
3				-2500			
4		-2200					
5					-2000		
6			-2200				
7			-1600				
8					-1000		
9				-1000	-300		
10			-700				
11			-371				
12				-750			
13				-1633			
14			-411				
<b>YÜKLEME SONUNDA TANKLARDAKİ BALAST MİKTARI</b>							
	APT	WBT 5	WBT 4	WBT 3	WBT 2	WBT 1	FPT
BALAST MİKTARI (mt)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1592

**Tablo 2.13: Balast operasyonları**

<b>YÜKLEME BAŞLADIĞINDAKİ DEĞERLER ( VARIŞ DEĞERLERİ )</b>					
KIÇ DRAFT ( m )	TRİM ( m )	BAŞ DRAFT ( m )	MAKSİMUM S.F. ( % )	MAKSİMUM B.M. ( % )	
6,50	1,09	5,42	34,15	50,17	
YÜKLEME BASAMAKLARI	KIÇ DRAFT (m)	TRİM (m)	BAŞ DRAFT (m)	MAKS. S.F. ( % )	MAKS. B.M. ( % )
1	6,05	-0,19	6,24	37,15	55,45
2	6,25	-0,79	7,04	33,88	47,37
3	7,24	0,64	6,60	31,15	36,58
4	8,26	2,04	6,22	33,19	42,72
5	7,94	0,86	7,08	34,73	44,90
6	7,70	-0,11	7,81	35,43	38,83
7	8,81	1,31	7,50	24,99	33,87
8	8,17	-0,43	8,60	29,19	42,33
9	8,13	-1,06	9,18	28,63	40,36
10	8,69	-0,65	9,35	24,71	28,36
11	9,84	0,93	8,91	30,26	33,89
12	9,29	-0,67	9,97	34,90	42,71
13	9,57	-0,57	10,15	31,23	34,94
14	10,63	0,68	9,95	18,35	30,19
<b>YÜKLEME SONUNDAKİ DEĞERLER ( DURGUN SU STRESS DEĞERLERİ )</b>					
KIÇ DRAFT ( m )	TRİM ( m )	BAŞ DRAFT ( m )	MAKSİMUM S.F. ( % )	MAKSİMUM B.M. ( % )	
10,65	0,72	9,93	18,35	30,19	
<b>YÜKLEME SONUNDAKİ DEĞERLER ( DENİZ İÇİN STRESS DEĞERLERİ )</b>					
KIÇ DRAFT ( m )	TRİM ( m )	BAŞ DRAFT ( m )	MAKSİMUM S.F. ( % )	MAKSİMUM B.M. ( % )	
10,65	0,72	9,93	22,60	48,65	

**Tablo 2.14: Yükleme basamaklarına göre draft, trim ve stres değerleri**

### 2.9.7. Stabilité Durumunun Hesaplanması

Kok kömürü yüklemesi yukarıdaki tablolarda gösterildiği gibi ve planlandığı şekilde başarı ile tamamlanmıştır. Yüklemeden sonra ikinci bir draftsörvey, geminin limana varışında yapılmış olunandraftsörveye aynı aşamalar izlenerek yapılmıştır. Geminin konstantı değişmeyeceği için ilk sörveyde bulunan değer kullanılacaktır. Değişen değerler ise draftlar, trim ve deplasmandır.

Yükleme başlamadan önce yapılan yükleme planları, yükleme bilgisayarı ve stabilite el kitabı vasıtasıyla yapılabilmektedir. Yapılmış olunan yüklemede, geminin tam olarak yüklenmiş son hâli el ile hesaplanmıştır. Fakat yüklemenin ara basamakları, stress değerlerini hesaplamanın daha pratik ve güvenilir olduğu yükleme bilgisayarı ile yapılmıştır.

Stabilite hesaplarında gemideki değişik yerlerde bulunan bütün ağırlıkların oluşturduğu momentleri hesaplayabilmek için tablolar kullanılmaktadır. Aşağıdaki tabloda, geminin stabilite kitabından alınan değerler ile stabilite ve trim hesapları yapılmıştır.



BÖLÜMLER	%	AĞIRLIK ( mt )	LCG ( m )	LONG. MOMENT ( mt-m )	VCG ( m )	VERT. MOMENT ( mt-m )	FREE SURFACE MOMENT ( mt-m )
BOŞ GEMİ		10919	8,18	89317	10,67	116506	-
KONSTANT		253	85,90	21732	14,14	3577	-
TATLI SU ( S.G. = 1,000 mt / m <sup>3</sup> )							
F.W.T (S)	71	163,7	105,9	17335,8	17,03	2787,8	185,7
D.W.T (P)	F	230,6	105,9	24422,8	17,77	4097,8	0,0
ARA TOPLAM		394,3	-	41758,6	-	6885,6	185,7

**Tablo 2.15: Stabilitehesabı – 1**

BÖLÜMLER	%	AĞIRLIK ( mt )	LCG ( m )	LONG.MOM. ( mt-m )	VCG ( m )	VERT. MOM. ( mt-m )	FRESURF.MO M.( mt-m )
FUEL OIL ( S.G. = 0,9350 mt / m <sup>3</sup> )							
Nu. 1 F.O.T (C)	-	-	-	-	-	-	-
Nu. 2 F.O.T (C)	-	-	-	-	-	-	-
Nu. 3 F.O.T (C)	96	208.2	70.11	14596.9	0.82	170.7	425.3
Nu. 4 F.O.T (P)	85	611.6	91.35	55869.6	13.99	8556.3	137.3
Nu. 4 F.O.T (S)	96	416.3	88.91	37013.2	14.28	5944.8	97.1
ARA TOPLAM	-	1236.1	-	107479.7	-	14671.2	659.7
DIESEL OIL ( S.G. = 0,9000 mt / m <sup>3</sup> )							
Nu. 1 D.O.T (S)	81	177.8	97.75	17380	14.60	2595.9	16.6
Nu. 2 D.O.T (S)	96	23.3	86.36	2012.2	1.11	25.9	12.7
ARA TOPLAM	-	174	-	19392.2	-	2621.8	29.3
KARGO ( S.G = 0.5100 mt / m <sup>3</sup> )							
AMBAR Nu. 1	F	6760.3	-87.95	-594568.4	11.69	79027.9	-
AMBAR Nu. 2	F	7344.2	-62.09	-456001.4	11.04	81080	-
AMBAR Nu. 3	F	7198.1	-35.42	-254956.7	10.90	78458.3	-
AMBAR Nu. 4	F	7177	-8.76	-62870.5	10.95	78588.2	-
AMBAR Nu. 5	F	7264.5	18.01	130833.6	10.91	79255.7	-
AMBAR Nu. 6	F	7245.3	44.76	324299.6	10.91	79046.2	-
AMBAR Nu. 7	F	6599.7	70.74	466862.8	11.37	75038.6	-
ARA TOPLAM		49589	-	-446401	-	550494.9	

---

**Tablo 2.16: Stabilitehesabı – 2**

BÖLÜMLER	%	AĞIRLIK ( mt )	LCG ( m )	LONG. MOM. (mt-m)	VCG ( m )	VERT. MOMENT ( mt-m)	FREE SURF MOM. ( mt-m )
BALAST ( S.G = 1,0250 mt / m <sup>3</sup> )							
F.P.T (C)	F	2401,8	-106,3	-255311,3	7,40	17773,3	0,0
NO 1 WBT (P/S)	-	-	-	-	-	-	-
NO 2 WBT (P/S)	-	-	-	-	-	-	-
NO 3 WBT (P/S)	-	-	-	-	-	-	-
NO 4 WBT (P/S)	-	-	-	-	-	-	-
NO 5 WBT (P/S)	-	-	-	-	-	-	-
A.P.T. (C)	-	-	-	-	-	-	-
NO 4 C.H. (W.B) (C)	-	-	-	-	-	-	-
ARA TOPLAM		2401,8	-	-255311,3		17773,3	0,0
TOPLAM		64967,0		-422032,8		712529,8	874,7
DEPLASMAN		64967,0 mt		LCB (FORE)		-7,73 m	
DRAFT	FORE	9,93 m		M.T.C		1108,4	
	AFT	10,65 m		LCF (FORE)		-1,82 m	
	MID	10,29 m		KM		13,70 m	
TRIM (AFT)		0,72 m		VCG		10,96 m	
T.P.C.		68,23 mt		GG'		0,013 m	
LCG (FORE),(m)		-6,50 m		G'M		2,727 m	

Tablo 2.17: Stabilitehesabı – 3

### 2.9.8. LCG'nin Hesaplanması (Boyuna Ağırlık Merkezi)

Yukarıdaki tabloda, ağırlıkların yatay ve düşey olarak geminin orta noktasına göre momentleri hesaplandı. Bu momentleri geminin deplasmanına bölünürse ağırlık merkezinin düşey ve yatay olarak konumu bulunmuş olur.

$$LCG = \frac{\text{Longitudinal Moment}}{\text{Deplasman}}$$

$$LCG = -422032,8 / 64967$$

$$LCG = -6,50 \text{ metre}$$

**NOT:** Eksi işaret ağırlık merkezinin gemi merkez hattına göre baş tarafta olduğunu göstermektedir.

### 2.9.9. Trimin Hesaplanması

Bu değerleri hesapladıktan sonrastabilite kitabındaki hidrostatik cetvellerden gemimizin deplasman karşılığı LCB, LCF, MCT, TPC ve KM değerlerini okuruz. Bu değerler yukarıdaki stabilite hesaplama tablosuna işlenmiştir.

LCB	: Gemi yüzdürme yeteneği merkezini gemi orta noktasından merkezidir.
LCF	: Geminin etrafında yalpa ve baş-kıç yaptığı kabul edilen ayrıca geminin su hattı alanın geometrik merkezi olarak kabul edilen noktadır.
MCT 1 cm	: Birim trim moment yani gemiye 1 cm trim değişikliği yaptıran momente denir.
KM	: Metesantır noktasının omurgadan olan mesafesidir.

Bu değerleri de bulduktan sonra aşağıdaki formülü kullanarak trim hesaplanır.

$$\text{Trim} = \text{Deplasman} \times \frac{BG}{MTC \times 100}$$
$$BG = LCB - LCG$$

Buna göre geminin trimi:

$$\text{Trim} = 64\,967 \times (7,73 - 6,50) / 1108,4 \times 100$$

$$\text{Trim} = 0,72 \text{ m kıça}$$

olarak bulunur. LCB ve LCG değerler eksi işaretli oldukları hâlde hesaplamada onları artı işaretli olarak işleme dâhil edildi çünkü eksi işaret onların mastori noktasının önünde olduklarını belirtir. LCG noktası, LCB noktasının arkasında olduğu için gemi kıça trimlidir.

### 2.9.10. MeanDraft Düzetmesi

Geminin üzerinde döndüğü kabul edilen F noktası tam ortada olmadığı için stabilite kitabından bulunan meandraft düzeltilir.

$$\text{Mean draft düzeltmesi} = \frac{LCF \times \text{trim}}{LBP}$$

Burada LBP ile gösterilen geminin dikmeler arası boyudur. Buna göre,

$$\text{Meandraft düzeltmesi} = -1,82 / 222 \times 0,72$$

$$\text{Meandraft düzeltmesi} = -0,0059 \text{ metre}$$

Düzeltilmiş meandraft hesaplanırken LCF ile trim aynı tarafta ise düzeltmeler miktarı meandraftan çıkartılır, aksi hâlde toplanır. Örnekte LCF ile trim zıt tarafta oldukları için düzeltme miktarı meandraftla toplanır fakat çıkan düzeltme miktarı çok küçük olduğu için işleme dâhil edilmez.

### 2.9.11. Draftların Hesaplanması

$$\text{Baş draft} = \text{mean draft} - \frac{1}{2} \text{ trim}$$

$$\text{Baş draft} = 10,29 - 0,36$$

$$\text{Baş draft} = \underline{9,93 \text{ m}}$$

$$\text{Kıç draft} = \text{mean draft} + \frac{1}{2} \text{ trim}$$

$$\text{Kıç draft} = 10,29 + 0,36$$

$$\text{Kıç draft} = \underline{10,65 \text{ m'dir.}}$$

### 2.9.12. VCG (KG) ve FreeSurface Momentlerinin Hesaplanması

Stabilite tablosunda hesaplanmış olunan ağırlıkların dikey momentleri geminin deplasmanına bölünürse VCG (KG) değeri bulunmuş olur.

$$\text{VCG} = 17\,773,3 / 64\,967$$

$$\text{VCG} = \underline{10,96 \text{ m}} \text{ olarak bulunur.}$$

Tam dolu olmayan tanklardaki sıvılar, freesurface etkisi yaratarak geminin KG'sinde gizli bir artışa neden olur. Bu yüzden bu sıvıların oluşturduğu freesurface momentleri hesaplayıp toplam değeri geminin deplasmanına bölerek GG' ile gösterilecek KG artışı hesaplanmış olur. Herhangi bir tankın freesurface momentini hesaplamak için stabilite kitabındaki bütün tanklar için hazırlanmış düzeltme cetvelleri kullanılır. Bu cetvellerde her tankın, içindeki sıvı hacmine göre oluşturduğu I ( freesurface moment ) verilmiştir. Sıvının öz ağırlığı ile bu I değerini çarptığımızda, gerçek freesurface momentini hesaplanmış olur. Örnek olarak F.W.T ( S ) tankımızdaki 163,7 m<sup>3</sup>lük tatlı su için stabilite kitabındaki cetvelde verilen değer 185,7 mt-m'dir. Bu değer suyun özgül ağırlığı ile çarpılırsa

$$\text{F. S. Moment} = I \times p$$

$$\text{F.S. Moment} = 185,7 \times 1,000$$

$$\text{F.S. Moment} = 185,7 \text{ mt-m}$$

olarak bulunur.



Yukarıdaki örnekte gösterildiği gibi tam dolu olmayan bütün tanklar için freesurface momentler hesaplanıp stabilite tablosuna işlendi. Freesurface momentlerin toplamı, deplasman bölünüşe geminin KG deki gizli artışı yani GG' bulmuş olunur.

$$GG' = \frac{\text{Toplam Free Surface Moment}}{\text{Deplasman}}$$

$$GG' = 874,7 / 64967 = 0,013 \text{ m bulunur.}$$

### 2.9.13. Geminin Gerçek KG'sinin ve GM'in Hesaplanması

Ağırlıkların dikey merkezi (KG) ile freesurface etkisinden dolayı oluşan artış GG' toplanırsa gerçek yani KG' hesaplanmış olunur. Hidrostatik cetvellerden deplasman göre bulunacak KM'den KG' çıkartılırsa geminin GM'ini hesaplanmış olunur.

$$KG' = KG + GG' \quad KG' = 10,96 + 0,01$$

$$KG' = \underline{10,973 \text{ m}} \quad GM = KM - KG$$

$$GM = 13,70 - 10,973 \quad GM = \underline{2,727 \text{ m}}$$

### 2.9.14. KN Eğrileri ve GZ Değerlerinin Hesaplanması

KN eğrileri geminin KG değeri 0 (sıfır) kabul edilerek çizilirler. KN değerleri stabilite kitabındaki cetvellerden okunduktan sonra geminin gerçek KG' değerine göre düzeltilmeleri gerekir. Farklı yatma açıları için bulunan KN değerlerinden, KG' ile yatma açısının sinüs değerinin çarpımı çıkartılarak GZ elde edilir.

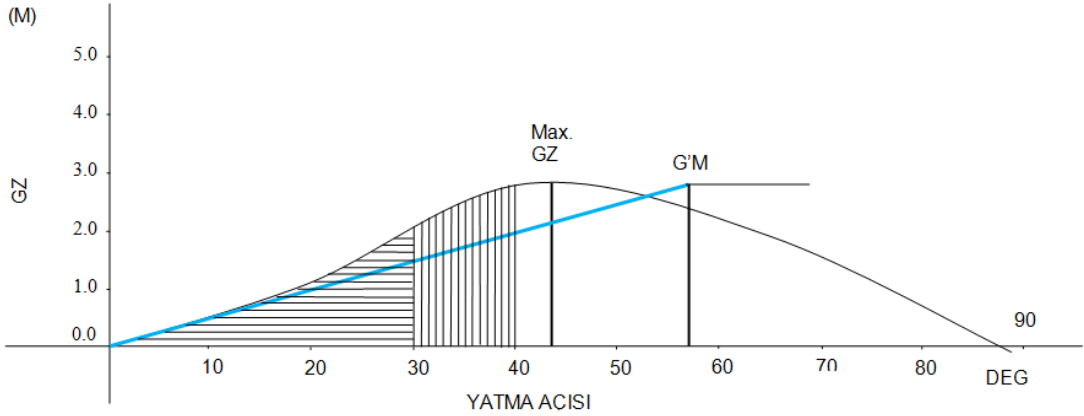
$$G'Z = KN - (KG' \times \sin \theta)$$

Aşağıdaki tabloda GZ değerlerinin hesaplanması

YATMA AÇISI ( $\theta$ )	5 <sup>0</sup>	12 <sup>0</sup>	20 <sup>0</sup>	30 <sup>0</sup>	40 <sup>0</sup>	50 <sup>0</sup>	60 <sup>0</sup>	75 <sup>0</sup>	90 <sup>0</sup>
Sin $\theta$	0,087	0,208	0,342	0,500	0,643	0,766	0,866	0,966	1,00
KN	1,198	2,88	4,85	7,47	9,78	11,07	1170	11,72	10,80
KG' x Sin $\theta$	0,954	2,282	3,752	5,486	7,055	8,405	9,502	10,58	10,97
G'Z	0,243	0,60	1,10	1,98	2,72	2,66	2,19	1,14	-0,17

**Tablo 2.18: GZ tablosu**

GZ tablosunu oluşturduktan sonra, yatma açlarına göre GZ değerlerini gösteren statik stabilite eğrisi çizilebilir. Statik stabilite tablosu aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



**Şekil 2.6: Statik stabilite eğrisi**

GZ değerinin en yüksek olduğu değeri bulmak için eğrinin tepe noktasından geçen teğetin ordinatı kestiği nokta bulunur. Gemiiçin bu değer 2,79 metre ve bu değeri oluşturan meyil açısı ise  $43,6^{\circ}$  olarak bulunmuştur.

Başlangıç GM yüksekliği  $57,3^{\circ}$  meyil açısından çıkılan dikin, başlangıç noktasından eğriye çizilen teğeti kestiği noktanın ordinatıdır.

$30^{\circ}$  ile  $40^{\circ}$

### 2.9.15. Stabilite Eğrileri Hakkındaki Ölçütler (IMO Res. A-749 (18) Bölüm 3.1)

- Statik stabilite eğrileri ve  $0^{\circ} - 30^{\circ}$  açılarından çizilen dikmelerle arasında kalan alan 0,055 metre-radyandan daha az olamaz. Gemiiçin bu değer 0,447 metre-radyandır.
- Statik stabilite eğrileri ve  $30^{\circ} - 40^{\circ}$  açılarından çizilen dikmelerle arasında kalan alan, 0,03 metre-radyandan daha az olamaz. Gemiiçin bu değer 0,420 metre-radyandır.
- Statik stabilite eğrileri ve  $0^{\circ} - 40^{\circ}$  açılarından çizilen dikmelerle arasında kalan alan 0,09 metre-radyandan daha az olamaz. Gemiiçin bu değer 0,867 metre-radyandır.
- $30^{\circ}$  meyil açısında GZ değeri 0,20 metreden daha az olamaz. Gemiiçin bu değer 1,99 metredir.
- Maksimum meyil açısı  $25^{\circ}$  den az olamaz. Gemiiçin bu değer  $43,6^{\circ}$  dir.
- Freesurface efektler için düzeltilmiş başlangıç GM yüksekliği 0,15 metreden az olamaz. Gemiiçin bu değer 2,73 metredir.

Bu sonuçlara göre gemi stabilite ölçütlerine uymaktadır.

## KISALTMALAR

APT	: Aft peak tank
B.M.	: Bending moment
BG	: Trim yaptıran kol
$d_A$	: Düzeltilmiş kış draft
$d_a$	: Kış draft
def	: Deflection
$d_F$	: Düzeltilmiş baş draft
$d_f$	: Baş draft
$d_M$	: Vasat draft
$d_m$	: Vasat draftların ortalaması
$dM$	: $d_M$ değerine def. düzeltmesi uygulanarak bulunan vasat draft
F.S.	: Free surface
FPT	: Fore peak tank
GG'	: GM küçülmesi
$GM_L$	: Boyuna metasentir noktası
GZ	: Doğrultucu kol
I	: Freesurface moment
IMO	: International Maritime Organization
KM	: Metacentre noktasının omurgadan mesafesi
KN	: KG = 0 kabul edilerek çizilmiş eğri
LCB	: Boyuna yüzme merkezi
LCF	: Boyuna dönme merkezi
M/V	: Motor/Vessel
MG	: Boyuna ağırlık merkezi (LCG)
MCT 1 cm	: 1 cm trim yaptıran moment
mt	: metric ton
S.F.	: Sheering force
S.G.	: Specific Gravity
tm	: ton metre
T.P.C.	: 1 cm batırma tonu
VCG	: Dikey ağırlık merkezi
WBT	: Water balast tank

## UYGULAMA FAALİYETİ

2.9. Stabilite Hesabının El İle Yapılması konu başlığı altında verilen uygulama faaliyetini kendiniz yapmaya çalışınız

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Her ambar için Ağırlıkları ve LCG değerlerini tespit ettiniz mi?</li><li>➤ LCB değerlerini stabilite kitaplarından aldınız mı?</li><li>➤ Trim momenti hesapladınız mı?</li><li>➤ Trim değişikliğini buldunuz mu?</li><li>➤ Baş ve kış draft değerlerini buldunuz mu?</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Bu uygulamayı yaparken modül içerisinde verilen tablolardan yararlanınız.</li></ul>

## ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. (...) Def. kısaltması deflection anlamında kullanılmaktadır.
2. (...) Gemi yüzdürme merkezinin yeri hidrostatik tablolardan bulur.
3. (...) Gemi hidrostatik tablolarına meandraft karşılığı girilir.
4. (...) Gemilerin sancağa veya iskeleye meyil yapmalarına İngilizce olarak trimming denilmektedir.
5. (...) IMO kısaltması uluslar arası çevre örgütünü tanımlamaktadır.
6. (...) Geminin ağırlık merkezi ile metasentir noktası arasındaki mesafeye metasentir yüksekliği denir.
7. (...) IMO standartlarına göre başlangıç GM yüksekliği 0,5 metreden az olamaz.
8. (...) IMO standartlarına göre maksimum meyil açısı 30°den az olamaz.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

9. Bir gemide su hattı alanının geometrik merkezine ne denir?  
A) Yüzme merkezi (F)  
B) Ağırlık merkezi (G)  
C) Metasentir noktası (M)  
D) Yüzdürme yeteneği merkezi (B)  
E) Kuvvet alanı
10. Bir gemide trim değişikliği yapmak için başvurulacak en etkin tanklar aşağıdakilerden hangisidir?  
A) D.B tankları  
B) Üst yan tanklar (Top side Tank)  
C) Yakıt tankları  
D) Baş ve kış pik tanklar  
E) Sintine tankları
11. Bir geminin LCB 'si, gemiye göre LCG 'nin kış tarafında ise geminin durumuna uygun olan şık aşağıdakilerden hangisidir?  
A) Gemi kışa trimli olur  
B) Gemi başa trimli olur  
C) Gemi trimsiz olur  
D) Gemi tender olur  
E) Gemi stiff olur
12. Bir geminin draftları aşağıdaki şekilde okunmuştur. Bu draftlar ışığında geminin durumu seçeneklerden hangisinde verilmiştir?  
Baş: 6.40 m    Vasat: 6.70 m    Kış: 7.20 m' dir.  
A) Hogging (Vasatta yükselme)  
B) Sagging (Vasatta çökme)  
C) Aşırı yükleme  
D) Düz gemi

E) Evenkeel

13. Başta 5.60 m Kıçta 6.80 m su çeken gemiye aşağıdaki yükler yüklenmiştir.

Nu.:1 Ambar 500 ton	25m Başa
Nu.:2 Ambar 1200 ton	9m Başa
Nu.:3 Ambar 700 ton	15m Kıça
Nu.:4 Ambar 600 ton	24m Kıça

F noktası gemi ortasında ve  $TPC=30$  ton/cm, birim trim moment ( $MCT1cm$ )= $80$  tonmetre/cm olarak tespit edilmiştir. Bu gemide yükleme sonucu oluşacak paralel batmayı bulunuz.

- A) 75cm
- B) 100cm
- C) 120cm
- D) 210cm
- E) 180cm

14. Bir geminin okunan draftları: Baş: 5.20 m Kıç: 6.20 m Vasat: 5.80 m'dir.

Bu gemi hangi etkinin altındadır?

- A) Hogging (Vasatta yükselme)
- B) Sagging (Vasatta çökme)
- C) Overload (Aşırı yükleme)
- D) Düz gemi
- E) Başlı gemi

15. Bir gemi  $1010 \text{ Kg/m}^3$  yoğunluklu bir sudan deniz suyuna geçiyor. Draft değişim miktarı 36mm olarak tespit edilmiştir.  $TPC: 30$  tonmetre olduğuna göre bu geminin deplasmanını bulunuz.

- A) 7200 ton
- B) 7305 ton
- C) 7450ton
- D) 7400 ton
- E) 7500 ton

16. Bir gemide 40 tonluk bir ağırlık 1 nu.lı ambardan 2 nu.lıambara, 25 metreshifting edilmiştir.  $MCT 1cm=100$  ton metre olduğuna göre trim değişikliğini bulunuz.

- A) 5 cm
- B) 9 cm
- C) 10 cm
- D) 12 cm
- E) 14 cm

17. Bir gemide 120 tonluk toplam ağırlığa sahip yükler 1 nu.lı ambardan 2 nu.lı ambara şifting ediliyor. Ambarlar arası mesafe 12 metre ve bir santim trim momenti 120 ton metre olduğuna göre trim değişikliğini bulunuz.
- A) 9 cm  
B) 10 cm  
C) 11 cm  
D) 12 cm  
E) 15 cm
18. Bir gemide 4350 ton yük, 175 ton yakıt, 90 ton su, 75 ton da stor bulunduğu hesaplanmıştır. Bu geminin boş gemi ağırlığı 2750 ton olduğuna göre bu geminin deplasmanını ve detveytini hesaplayınız.
- A) Deplasman = 7440 ton, Deadweight = 4590 ton  
B) Deplasman = 4690 ton, Deadweight = 2750 ton  
C) Deplasman = 4690 ton, Deadweight = 7440 ton  
D) Deplasman = 7440 ton, Deadweight = 4690 ton  
E) Deplasman = 2750 ton, Deadweight = 4690 ton

### DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

# MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. (...) Baş draft ile kış draft arasındaki farka trim denilir.
2. (...)  $KM - KG$  formülü bize GM değerini verir.
3. (...) Gemi tanklarında bulunan yarım yüklü sıvılar geminin stabilitesine olumlu etki yapar.
4. (...) GM değeri fazla olan gemilere baygın gemi denilir.
5. (...)  $GM_L$  kısaltması boyuna metasentir noktasını ifade etmektedir.
6. (...) VCG kısaltması dikey ağırlık merkezi anlamında kullanılır.
7. (...) IMO standartlarına göre başlangıç GM yüksekliği 0,5 metreden az olamaz.
8. (...) Gemilerin sancağa veya iskeleye meyil yapmalarına İngilizce olarak trimming denilmektedir.
9. (...) Gemi hidrostatik tablolarına middraft karşılığı girilir.

## Değerlendirme

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyetlere geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.



# CEVAP ANAHTARLARI

## ÖĞRENME FAALİYETİ – 1İN CEVAP ANAHTARI

1	Y
2	Y
3	D
4	D
5	Y
6	D
7	D
8	D
9	A
10	A
11	D
12	B
13	E
14	D
15	C
16	C
17	C
18	A

## ÖĞRENME FAALİYETİ – 2’NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	Y
4	Y
5	Y
6	D
7	D
8	Y
9	A
10	D
11	B
12	A
13	B
14	B
15	A
16	C
17	D
18	D

## MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	Y
4	Y
5	D
6	D
7	Y
8	D
9	Y

## KAYNAKÇA

- AKIN Teoman (U. Yol Kaptanı), **Gemi Stabilitesi**, İstanbul, 1999.
- BORA Yusuf Ziya (U. Yol Vardiya Zabiti), **Gemi Stabilitesinin El İle Hesaplanması**, Trabzon, 2008.