

İ.T.Ü.
GEMİ İNŞAATI VE DENİZ BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
DENİZ TEKNOLOJİSİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

GEMİ TEORİSİ DERS NOTLARI
(YARALANMA - DENİZE İNDİRME)

DOÇ.DR. KADİR SARIÖZ

1999



1. YARALANMA

1.1. Giriş

Gemiler pekçok nedenle kaybedilebilirler. Bu nedenler arasında en önemlileri şunlardır:

- Yapısal problemler nedeniyle geminin kırılması veya parçalanması
- Aşırı dalgalı denizlerde alabora
- Çatışma veya karaya oturma nedeniyle yaralanma
- Yangın
- İnfilak

Yaralanma nedeniyle oluşan kayıplar tüm kayıpların yaklaşık % 40 ını oluşturur. Modern bir yük gemisinin inşa maliyeti 20 milyon doları ve bu gemide taşınan yükün değeri 30 milyon doları bulabilir. Savaş gemilerinde ise daha yüksek rakamlar ile karşılaşılabilir. Modern bir fırkateynin toplam maliyeti 500 milyon doları aşmaktadır. Nükleer denizaltılar ve uçak gemilerinde ise inşa maliyetleri milyar dolar mertebesindedir. Bu kadar pahalı bir yatırım olan gemiler su hattı altında açılacak olan bir delikten tekneye giren su nedeniyle kolaylıkla bataabilir. İşin maddi yönünden daha da önemlisi gemi üzerindeki yolcu ve mürettebatın bir yaralanma durumunda yaşamlarının riske atılmasıdır. Gemi ve yük sigortalanmış dahi olsa kayıp olacak hayatlar geri getirilemeyecektir. Ayrıca ortaya çıkabilecek çevre kirlenmesi, taşıma sistemindeki aksamalar gibi pekçok nedenden dolayı gemilerin bir yaralanma durumunda batmalarını önleyecek önlemler almak bir gemi mühendisinin temel görevidir.

Yaralanmanın gemi üzerindeki olumsuz etkileri iki ana grupta toplanabilir; Birinci etki sephiye kaybı ve trim değişimi sonucu ortaya çıkan batma olayı, ikinci olumsuz etki ise enine stabilitede oluşacak kayıpların yol açacağı alabora olayıdır. Çatışma, karaya oturma gibi nedenlerle gemiye dolacak suyun gemiyi batırmasını önlemeye yönelik en iyi yöntem gemiyi enine ve boyuna perdeler ile su geçirmez bölmelere ayırmaktır. Böylece bir yaralanma durumunda bir veya birkaç bölme su ile dolsa bile bu geminin tamamen kaybedilmesine yol açmayacaktır. Bir geminin yaralı stabilitesi geminin alabora olmasını veya batmasını önleyecek yeterlikte olmalıdır.

En büyük boyutlarda ve tonajda olan bir gemi bile yeterli şekilde bölmelendirilmemiş ise bir yaralanma durumunda batacaktır. Bölmelendirmenin iyice yetersiz olduğu durumlarda bu batma olayı son derece kısa zaman süresinde olacak ve yolcu ve mürettebatın kurtarma ekipmanlarından yararlanma fırsatları bile olmayacaktır. Oysa yeterli bölmelendirmeye sahip bir gemi batsa bile bu işlem belli bir zaman gerektirecek ve en azından yolcu ve mürettebatın yaşamlarını kurtarmak için bir fırsat verilmiş olacaktır.

Gemileri bölmelere ayırırken güvenlik ve maliyet arasında bir denge kurmak gerekecektir. Yaralanmaya karşı güvenlik açısından gerekli bölme sayısı hem inşa maliyetini arttıracak ve hem de geminin yük veya yolcu taşıma kapasitesini olumsuz

etkileyerek karı azaltacaktır. Bu ikilemi giderecek bir optimum çözüm bulmak çok zaman olanaksızdır. Burada tasarımcının yardımına Uluslararası bölmelendirme ve yaralı stabilite kriterleri yetişir ve belli minimum bölmelendirme konfigürasyonları bu şekilde belirlenebilir. Genelde yük gemilerinin çoğunda yeterli bölmelendirme bulunmaktadır. Bunun nedeni aşağıdaki üç temel standardı sağlama gereğidir:

- SOLAS konvansiyonu tarafından zorunlu tutulan baş-kıç çatışma ve makina dairesi perdeleri.
- Uluslararası Fribord Sözleşmesi (ICLL) tarafından düşük fribordlu yük gemileri için zorunlu tutulan belli artık stabilite değerleri.
- Boyuna mukavemet açısından belli minimum perde sayısını zorunlu kılan Klas kuruluşları

Ayrıca pekçok gemi tipinde uygulaması zorunlu olan çift dip özellikle karaya oturma sonucu oluşan yaralanmalarda etkili olmaktadır. Ancak bu kriterler pekçok geminin yaralanma sonucu kaybedilmesini önleyememiştir. Bu nedenle yaralanma durumunda geminin kaybını önlemeye yönelik birtakım bölmelendirme ve yaralı stabilite kriter ve kuralları getirilmiştir. Yeni gemi tipleri ortaya çıktıkça ve gemi tonajları arttıkça bu kural ve kriterlerin yenilenmesi gerekmektedir. Bu konudaki gelişmeler aşağıdaki bölümde özetlenmektedir.

1.2. Tarihçe

Daha güvenli deniz araçları inşa etmek insanlar için en temel problemlerden biri olmuştur. Kutsal kitaplarda Nuh'a gemisini bölmelere ayırması ve geminin içini ve dışını su geçirmez yapmak üzere zift ile kaplaması söylenmiştir. Marco Polo 700 yıl önce Çin gemilerinin su geçirmez ahşap perdeler ile bölmelendirildiğini yazmaktadır. Yaralanmaya karşı güvenlik konusunda ilk resmi adım baş çatışma perdesini zorunlu hale sokan 1854 tarihli British Marine Shipping Act olmuştur. Burada perdenin bir çatışma durumunda hasar görmeyecek kadar baştan uzakta ve aynı zamanda baştaki bölmenin suyla dolması durumunda ciddi stabilite tehlikesi yaratmayacak kadar başa yakın olması öngörülmüştür. Bu yaklaşım günümüze kadar uygulanmış ve halen de uygulanmaktadır. Baştan çarpan ve batan gemi sayısının çok az olması baş çatışma perdesi uygulamasının başarısını gösterir.

Ahşap teknelerde bile yaralanma problemi vardı ancak demir ve çelik gemilerin ortaya çıkması ile problemin önemi arttı. 1912'de 1430 insanın yaşamını kaybettiği Titanik faciası ile su geçirmez bölmelemenin önemi arttı. Bu kazadan sonra 1913'te ilk SOLAS (Safety of Life at Sea) konferansı toplandı ancak hemen sonra başlayan 1. Dünya savaşı nedeniyle alınan kararlar uygulamaya konamadı.

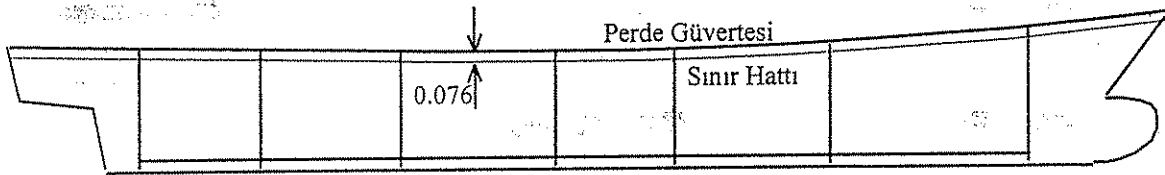
1929'da toplanan İkinci SOLAS konferansı yolcu gemilerine ilişkin bazı bölmeleme standartları getirdi. Buna göre tek veya çift bölme yaralanması durumunda geminin tanımlanan marjin hattına teğet halde yüzebilmesi kuralı getirildi. 1948'de toplanan üçüncü SOLAS konferansı kısa mesafede fazla yolcu taşıyan yolcu gemilerine ilişkin ek kriterler getirdi ancak yük gemileri hakkında burada da bir kriter belirtilmedi.

SOLAS 1948 kurallarını sağlayan Andrea Doria gemisinin 1956 da çatışma sonucu yaralanarak batması bu kuralların geçerliliği konusunda ciddi şüpheler uyandırdı. Bunun üzerine 1960'da dördüncü SOLAS konferansı toplandı. Bu konferansta belli bir kriter getirilmedi ancak gerek yolcu ve gerekse yük gemileri için istatistiki yöntemlere dayalı yaralı stabilite ve bölmelendirme araştırmalarının hızlandırılması kararı alındı. Bu konferansın tavsiyeleri üzerine Uluslararası Denizcilik örgütü (IMO) nun Yaralanma ve Bölmelendirme alt komitesi kuruldu ve çalışmalarına başladı. Bu çalışmalar sonucu 1973 yılında IMO A.265 kriterleri onaylandı. Bu kararlar yolcu gemileri için bir dizi istatistiki yaralanma ve bölmelendirme kriteri getirmiştir. Özellikle Ro-Ro ve ferry tipi gemilerde sık rastlanan yaralanma sonucu kayıpları önlemek üzere IMO olasılık hesaplarına dayalı bir dizi bölmelendirme kriterleri getirmiştir. Bu kriterler şubat 1992'den itibaren omurgası kızağa konan tüm gemiler için geçerlidir.

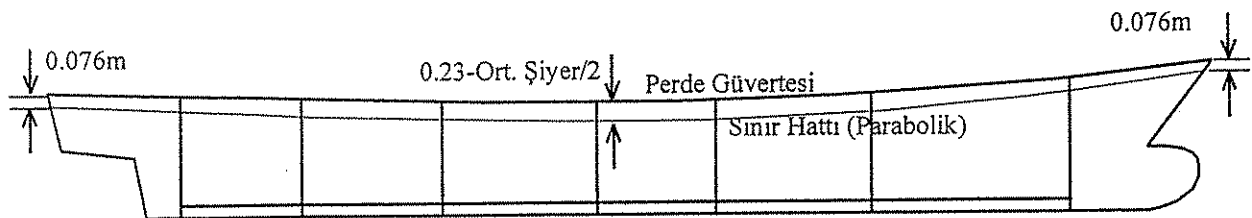
1.3. Tanımlar

Perde Güvertesi (Bulkhead Deck): Su geçirmez perdelerin uzadığı en yüksek sürekli güverte

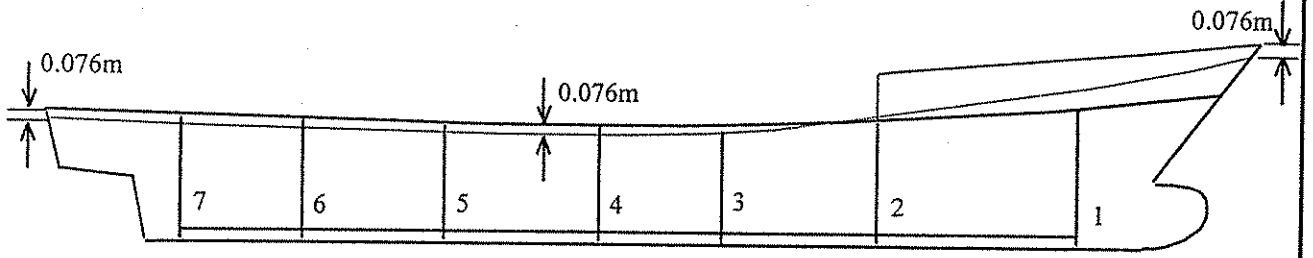
Sınır Hattı - Marjın hattı (Margin Line): Geminin yaralanması durumunda güvertenin suya girmemesi esassından hareket edilerek 1929 SOLAS konferansı bir emniyet payı olarak perde güvertesinden 7.6 cm (3 inch) aşağı dan şiyer hattına paralel çizilen hayali bir hattın yaralanma hesaplarında esas alınmasını öngörmüştür. Geminin hiç bir yaralanma durumunda sınır hattının üzerinde suya girmemesi esastır. Ancak sınır hattı kavramından en son konvansiyonlarda vazgeçilmiştir. Değişik perde güvertesi durumlarında sınır hattının formu Şekil 1.1, 1.2, 1.3 ve 1.4 de görülmektedir.



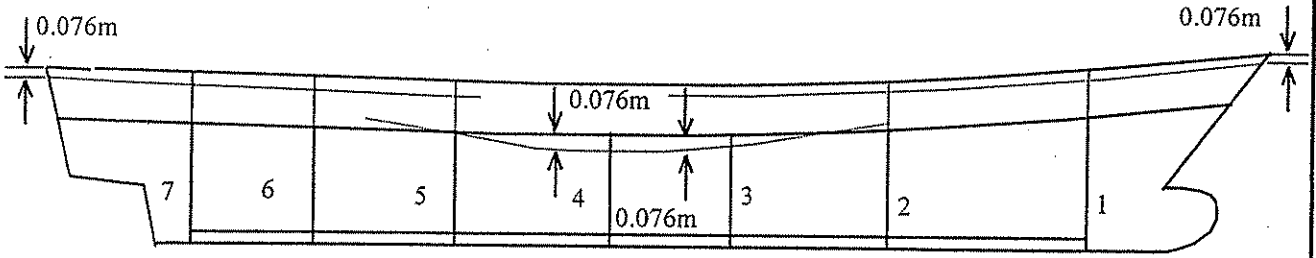
Şekil 1.1. Sürekli Perde Güvertesi (Baş ve kış dikeylerdeki şiyer miktarları ortalaması en az 0.30 m.)



Şekil 1.2. Sürekli Perde Güvertesi (Baş ve kış dikeylerdeki şiyer miktarları ortalaması 0.30 m. den az)



Şekil 1.3. Basamaklı Perde Güvertesi (1 ve 2 Nolu perdeler en üst güverteye kadar, ancak 3,4,5,6 ve 7 nolu perdeler bir alt güverteye kadar su geçirmez)



Şekil 1.4. Birden Fazla Sınır Hattı (1,2,5,6 ve 7 nolu perdeler en üst güverteye kadar, 3 ve 4 nolu perdeler alt güverteye kadar su geçirmez)

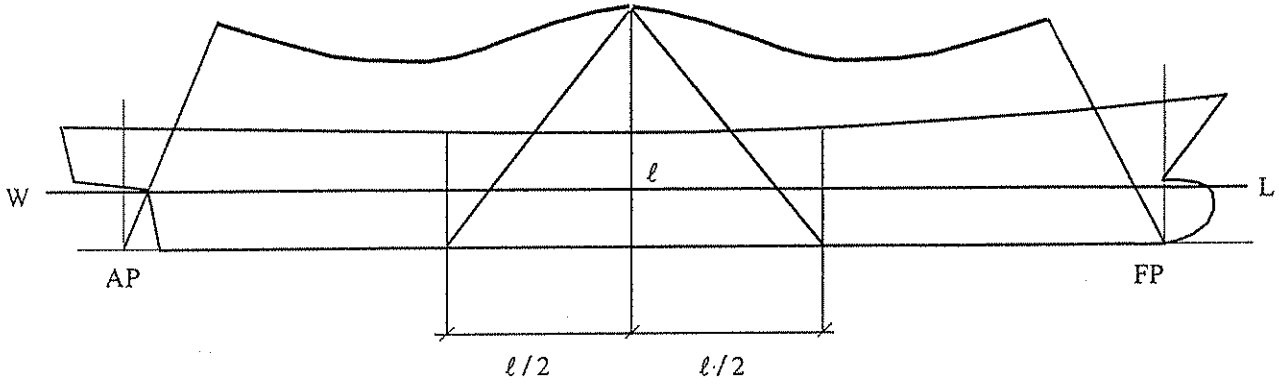
Permeabilite (Permeability): Bir bölmeye alınabilecek akışkan hacminin toplam hacme oranıdır. Gemi bölmeleri için permeabilite değeri her zaman 1'den küçük olup bu değer bölmenin özelliklerine bağlıdır. Bazı tipik bölmeler için permeabilite değerleri aşağıdaki gibidir:

Bölme	Permeabilite
Tamamen boş bölme	0.98
Yolcu hacimleri	0.95
Makina dairesi - dizel	0.85
Dolu ambar	0.60
Sıvı dolu ambar	0.00

Yaralı Bölme Boyu (Floodable Length): Simetrik bir yaralanma durumunda, gemi boyunca herhangi bir noktada, bu nokta merkez olmak üzere gemiyi sınır hattına teğet hale getirecek en büyük bölme boyuna o noktadaki yaralı bölme boyu denir.

Yaralı Bölme Boyu Eğrisi (Floodable Length Curve): Gemi boyunca değişik noktalarda hesaplanan yaralı bölme boyu değerlerinin plot edilmesi ile yaralı bölme boyu eğrisi elde edilir. Bu eğrinin herhangi bir noktasındaki ordinatı o nokta merkez olmak üzere yaralı bölme boyunu verir. Yaralı bölme boyu eğrisi gemi boyuna eş bir ölçekle çizilir. Böylece

bu eğri üzerinde herhangi bir noktadan temel hattına arctan2 derece açı ile çizilen doğrular, o nokta merkez olmak üzere yaralı bölme tanımlar.



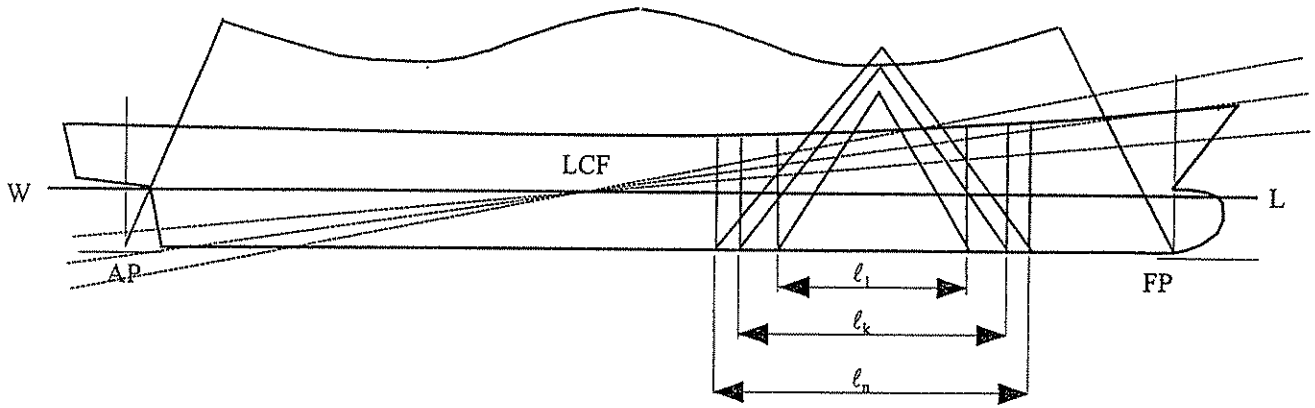
Şekil 1.5. Yaralı Bölme Boyu Eğrisi

Baş ve kıç çatışma perdelerinin konumu bu bölgelerin hassasiyeti nedeniyle genellikle klas kuruluşlarınca belirlenir. Diğer perdeler bu iki perde referans alınarak düzenlenir.

Bölmeleme Faktörü (Factor of Subdivision): Geminin yaralanması durumunda sınır hattına teğet hale gelmesi için gerekli bölme sayısıdır. Bölmeleme faktörü 0.5 olan bir gemide bitişik iki bölmenin yaralanması ile gemi hiç bir zaman sınır hattının ötesinde batmayacaktır. Bu faktör gemi tipine ve boyuna göre belirlenir. SOLAS 1914 tarafından öngörülen değerler yanda.

İzin Verilebilir Bölme Boyu (Permissible Length): Yaralı bölme boyu değerinin bölmeleme faktörü ile çarpılması ile bu değer elde edilebilir.

1.4. Yaralı Bölme Boyu Eğrisinin Hesabı ve Çizilmesi

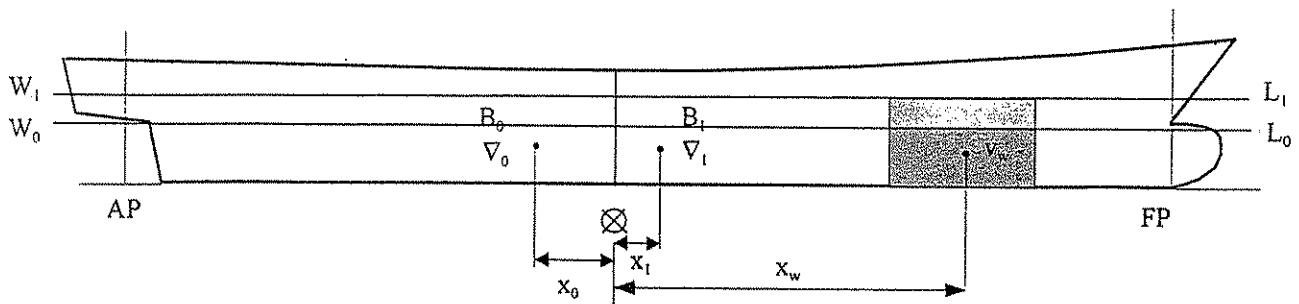


Şekil 1.6

$l_1, l_2, \dots, l_n$ bölme boylarından biri su hattını sınır hattına teğet yapar ki bu bölme boyu kritik bölme boyudur (l_k). Yaralı bölme boyu eğrisinin bilinmesi halinde gemi boyunca herhangi bir noktada bu nokta merkez olmak üzere kritik yaralı bölme boyu bu noktadan çıkılan dikin yaralı bölme boyu eğrisini kestiği noktadaki ordinat değeri olarak belirlenebilir.

Geminin ortalarında bir bölmenin yaralanması halinde trim miktarı az olacak ve sadece paralel batma oluşacaktır. Bu durumda geminin sınır hattına teğet bir su hattına gelmesi için oldukça büyük bir bölme yaralanmalıdır. Oysa baş veya kıçta daha küçük bir bölmenin yaralanması ile oluşan trim nedeniyle gemi sınır hattına teğet hale gelecektir.

Yaralı bölme boyu eğrisinin hesaplanmasında en çok kayıp sephiye yöntemi kullanılır.



Şekil 1.7

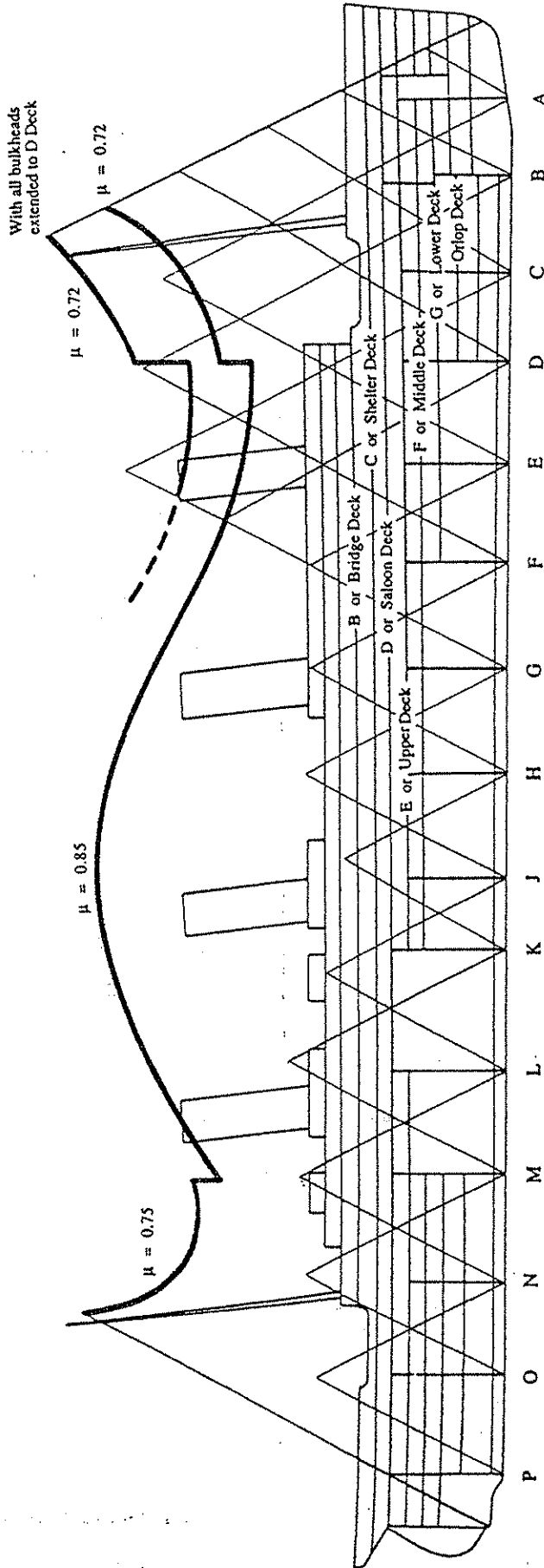
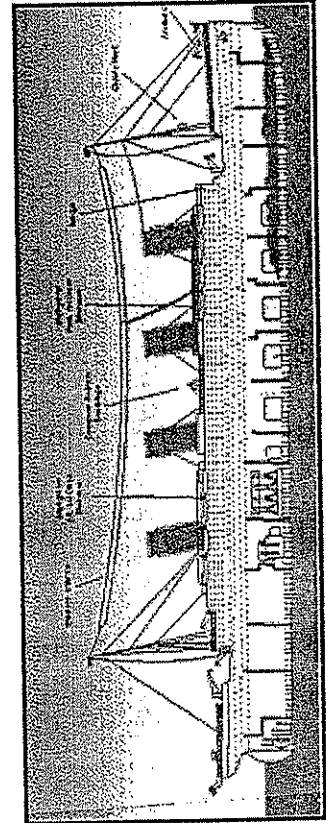


Fig 1. Floodable length curves for *Titanic*. Origin explained in the text

Notlar

- Toplam su geçirmez bölme sayısı 16
- Geminin batmasına baştaki 6 bölmenin yaranması neden oldu
- Su geçirmez perdeler üst güverteye kadar uzanmıyor.
- Baştaki 4 bölmenin yaranması durumunda dahi gemi batmayacaktı.
- Tüm su geçirmez perdeler D güvertesine kadar uzarsaydı baştaki 5 bölmenin yaranması durumunda dahi gemi batmayacaktı.



Şekil 1.7'den yararlanılarak aşağıdaki ifadeler yazılabilir:

$$v_w = \nabla_1 - \nabla_0$$

$$w = \Delta_1 - \Delta_0$$

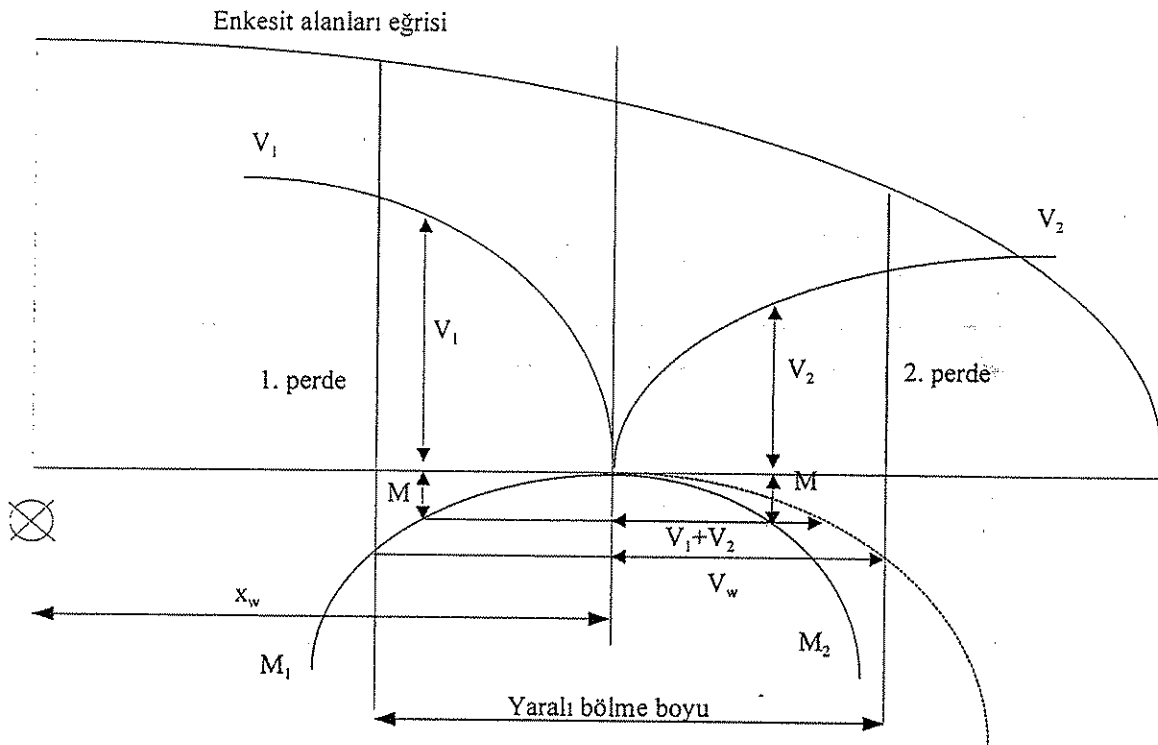
$$\nabla_1 = \nabla_0 + v_w$$

ve gemi ortasına göre moment alırsak

$$\nabla_0 x_0 + \nabla_1 x_1 = v_w x_w \quad (1) \text{ ve } x_w = \frac{\nabla_1 x_1 + \nabla_0 x_0}{v_w} \quad (2)$$

Bu durumda v_w yaralı bölme hacmi ve x_w ile tanımlanan yaralı bölme hacim merkezinin mastoriden uzaklığı koşulu sağlanmalıdır. Orijinal ve yaralı durumdaki sephiye merkezleri B_0 ve B_1 mastorinin aynı tarafında iseler (2) formülündeki işaret (-) olacaktır.

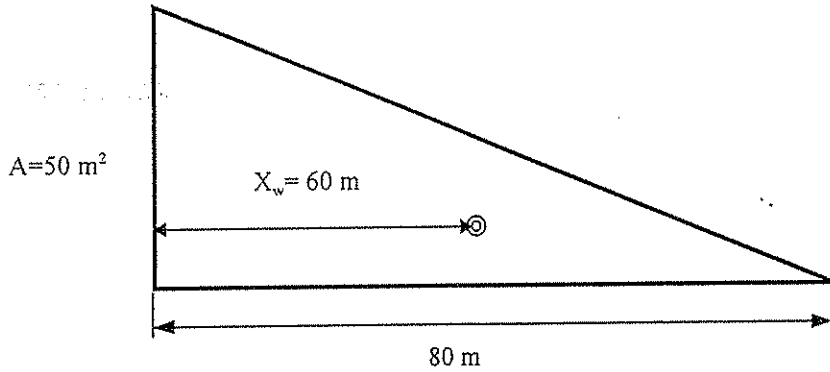
Dikdörtgenler prizması şeklinde bir duba için yaralı bölme hacmi ve hacim merkezinin belirlenmesi ile yaralı bölmeyi sınırlayan perdeler kolayca belirlenebilir ancak gemi formları ampirik formlar olduğundan bu işlem daha karmaşıktır. Bu amaçla Herner tarafından aşağıdaki gibi bir grafik yöntem geliştirilmiştir.



Şekil 1.8. Herner Yöntemi

Gemi boyunca herhangi bir bölmenin yaralanması durumunda başlangıç ve son deplasman değerleri kullanılarak yaralı bölme hacmi v_w ve bu bölmenin hacim merkezinin gemi ortasına uzaklığı x_w kolayca bulunabilmektedir. Bölme boyunu bulmak üzere bölme hacim merkezinin baş ve kıç yönlerinde 1. ve 2. integral eğrileri (V_1, V_2 hacim - M_1, M_2 moment) çizilir. M_1 ve M_2 eğrilerini kesen paralel doğrular eşit moment değerlerini göstereceğinden her iki taraftaki V_1 ve V_2 hacimleri eşit olacaktır. Ancak $V_1 + V_2$ toplamı v_w değerini vermeyecektir. Değişik $V_1 + V_2$ değerlerinin plot edilmesiyle bulunan eğri bulunan eğri üzerinde v_w değerinin işaretlenmesiyle aranan yaralı bölme boyu ve perde konumları bulunur.

Örnek 1.1. Yaralı durumdaki enkesit alanları eğrisi aşağıda verilen bir gemi için yaralı bölmeye giren tatlı su miktarı 400 ton olarak bilindiğine göre Herner yöntemini kullanarak yaralı bölme boyunu ve konumunu bulun.



Cözüm : ^{12.5} Herner yöntemi uyarınca yaralı bölme hacim merkezinin her iki yanında 1 metre (veya daha sık) aralıklarla alan, hacim ve moment değerlerini hesaplayalım.

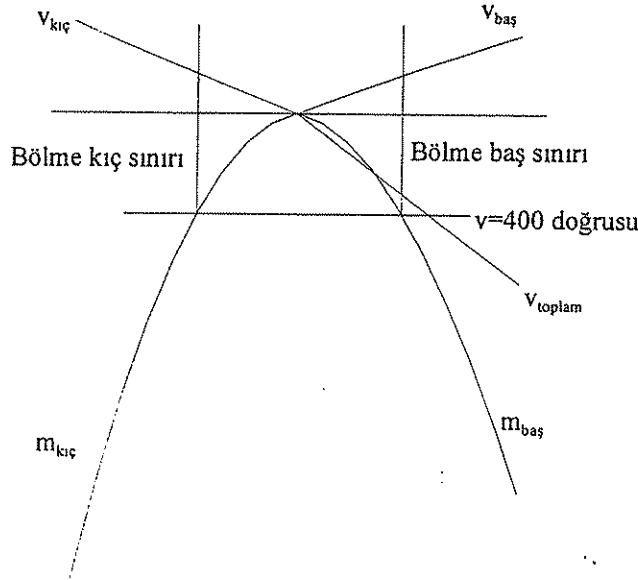
Baş taraf				Kıç taraf			
x	Alan	Hacim	Moment	x	Alan	Hacim	Moment
60	37.5	0	0	60	37.5	0	0
61	36.875	37.1875	37.1875	59	38.125	37.8125	37.8125
62	36.25	73.75	109.375	58	38.75	76.25	115.3125
63	35.625	109.6875	216.25	57	39.375	115.3125	233.4375
64	35	145	356.25	56	40	155	393.4375
65	34.375	179.6875	528.125	55	40.625	195.3125	596.5625
66	33.75	213.75	730.625	54	41.25	236.25	844.0625
67	33.125	247.1875	962.5	53	41.875	277.8125	1137.1875
68	32.5	280	1222.5	52	42.5	320	1477.1875
69	31.875	312.1875	1509.375	51	43.125	362.8125	1865.3125

↓

check!

↓

Yapılan hesapların grafik sunumu aşağıda görülmektedir. Grafikten yapılan ölçümde bölme kıç sınırı gemi ortasından 55.97 metre başta (bölme hacim merkezinden 4.03 metre kıça) ve bölme baş sınırı gemi ortasından 64.25 metre başta (bölme hacim merkezinden 4.25 m başa) belirlenmiştir.



Ödev 1.1. Boyu 130 metre olan bir gemiye yaranma sonucu 4910 m^3 deniz suyu dolmaktadır. Yaralı bölmenin hacim merkezi gemi ortasından 21.23 metre baş taraftadır. Yaranma sonucu geminin kıç dikeyden başa doğru eşit aralıklı olarak ölçülen enkesit alanları m^2 olarak aşağıdaki gibidir.

İst	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alan	0	51	107	143	161	172	181	191	189	139	0

Herner yöntemini kullanarak yaralı bölme boyunu ve bölmenin konumunu belirleyin

(Yanıt : Yaralı bölme boyu 32.76 metre)

*Bu permeabilite ile değm
 $\mu = 0.85$*

2 Method of the Board of Trade

This method is described in a booklet issued by the British Board of Trade and titled "Instruction as to the Survey of Passenger Steamships" (1928).

Lloyd's Register insists upon using this method when constructing ships under their survey.

The B.O.T.'s way gives good results.

Their procedure is clear and follows this path:

In a diagram floodable length is given for the station

$$P_a - (15 - 20 - 30 - 40 - 45 - 50 - 60 - 70 - 80 - 85) \% L_{pp} \text{ and } P_r.$$

These floodable lengths are a function of:

- the block coefficient based on L_{pp} ;
- the ratio of bulkhead freeboard to draught (f/d);
- the ratio of sheer to draught (S/d) — the sheer being fore or aft;
- permeability; given as 60% and 100%, for a different μ the interpolation formula is

$$l_{100} + (l_{60} - l_{100}) 1,5 \frac{(100 - \mu)}{\mu}$$

For $\mu = 63\%$ the floodable length l can be put at $0,95l_{60}$;

for $\mu = 95\%$ l can be put at $1,06l_{100}$.

Floodable lengths so found apply to a standard ship of the same main dimensions as those of the design. So the l 's have to be transformed in order to let them fit the design. For this transformation the booklet gives indications; form coefficients are devised to meet the need.

For the standard ship the form coefficients depend upon the "mean waterplane", and they are a function of the ratio of freeboard/draught and of δ :

- waterline coefficient

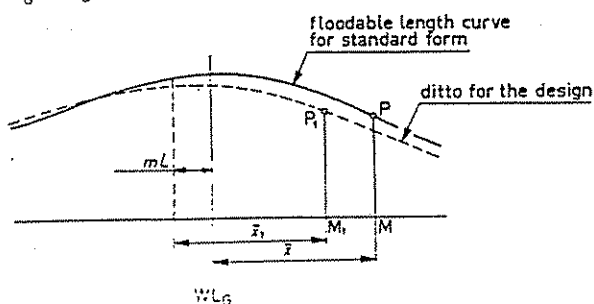
$$a = \frac{\text{area of mean waterplane}}{L \cdot B}$$

- what could be called a "trim coefficient":

$$n = \frac{\text{long. moment of inertia of mean waterplane}}{L^3 \cdot B}$$

- distance of centre of gravity of the mean waterplane to $\bar{x}$ expressed as a percentage of L_{pp} ;

Fig. 6.15



- sectional area coefficients

$$\beta = \frac{\text{section area up to margin line}}{B \cdot T};$$

they are a function of the ordinate, of δ , of the ratio of freeboard/draught and of the ratio of sheer/draught.

The mean waterplane is situated at half distance between loadline and lowest point of margin line.

For the design the values n , a , β are indicated with the index "one", thus: n_1 ..., etc.

The difference in distance of the centres of gravity of the mean waterplane in the standard ship and the designed ship is written mL (fig. 6.15).

The distance of an ordinate to the centre of gravity of the mean waterplane is called $\bar{x} = \bar{p} \cdot L$ (in the standard ship).

For the design (indices 1) the distance of the new ordinate to the centre of gravity of the waterline is:

$$\bar{x}_1 = \left(\bar{x} \cdot \frac{n_1}{n} \cdot \frac{a}{a_1} \right) : \left(1 \pm \frac{ma}{n} \cdot \bar{p} \right)$$

The sign $\pm$ applies to the bow and corresponds with a situation of the centre of gravity of the mean waterplane of the design forward or aft of that of the standard form. For the after part of the hull the sign $\mp$ is used.

Finally:

$$M_1 P_1 = MP \cdot \left(\frac{a_1}{a} \cdot \frac{\beta}{\beta_1} \right) \cdot \left(1 \pm \frac{ma}{n} \bar{p} \right).$$

3 Method of Skinner and Philips (T.R.I.N.A. '49)

The British Board of Trade method, evolved by Welch, has been simplified by Skinner and Philips in order to obtain a quick but satisfactory approximation. In a German script, written to be awarded the degree of naval architect, Mann condensed the method into diagrams (Mann's work was not published).

One must know:

- δ and α for the waterline at bulkhead draught
 - the ratio of freeboard/draught — F/T
 - the ratio of sheer/draught — S_f/T and S_a/T
- F , S_f and S_a are measured to the margin line (fig. 6.16).

Fig. 6.16

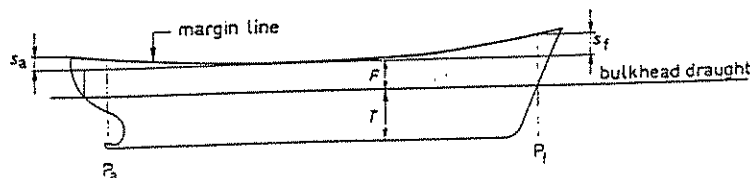


Table 6.2. Floodable length factors

after body			fore body																							
block coef- ficient	shear ratio	after terminal	$l_{11} =$ 0,15L _{pp}		$l_{12} =$ 0,20L _{pp}		$l_{13} =$ 0,30L _{pp}		$l_{14} =$ 0,40L _{pp}		$l_{15} =$ 0,45L _{pp}		$l_{16} =$ 0,50L _{pp}		$l_{17} =$ 0,60L _{pp}		$l_{18} =$ 0,70L _{pp}		$l_{19} =$ 0,80L _{pp}		$l_{20} =$ 0,85L _{pp}		fore terminal	shear ratio	block coef- ficient	
			m	a	m	a	m	a	m	a	m	a	m	a	m	a	m	a	m	a	m	a				m
0,60	0,15	41,2	0,275	57,4	0,077	57,7	0,045	66,9	0,021	96,3	-0,013	104,9	-0,020	98,5	-0,017	72,9	0,012	55,7	0,048	56,3	0,080	61,7	0,115	40,2	0,379	0,30
	0,08	40,0	0,250	55,9	0,044	55,2	0,018	63,7	0,001	92,0	-0,017	104,3	-0,022	97,0	-0,017	68,4	0,006	51,2	0,035	49,1	0,077	56,9	0,091	36,8	0,379	0,16
0,62	0,15	40,9	0,268	56,6	0,072	56,8	0,044	66,0	0,024	95,3	-0,008	105,1	-0,017	99,4	-0,015	74,2	0,012	56,0	0,045	55,4	0,077	60,8	0,110	40,1	0,368	0,30
	0,08	39,4	0,248	54,9	0,041	54,2	0,017	62,8	0,004	91,2	-0,013	104,3	-0,019	98,2	-0,015	69,5	0,007	51,4	0,032	48,4	0,073	55,8	0,087	36,8	0,365	0,16
0,64	0,15	40,6	0,261	55,9	0,067	55,9	0,043	65,1	0,027	94,4	-0,004	105,2	-0,014	100,3	-0,012	75,3	0,013	56,2	0,044	54,7	0,074	59,9	0,104	39,9	0,359	0,30
	0,08	39,0	0,244	53,9	0,037	53,2	0,016	62,1	0,006	90,4	-0,009	104,3	-0,016	99,2	-0,012	70,4	0,009	51,6	0,031	47,8	0,069	54,6	0,083	36,8	0,353	0,16
0,66	0,15	40,4	0,253	55,2	0,062	55,1	0,041	64,4	0,029	93,6	0,000	105,2	-0,012	101,1	-0,009	76,2	0,015	56,3	0,044	53,9	0,071	59,0	0,098	39,6	0,350	0,30
	0,08	38,6	0,238	53,1	0,033	52,4	0,015	61,5	0,008	89,6	-0,005	104,2	-0,013	100,2	-0,010	71,0	0,012	51,8	0,031	47,3	0,065	53,4	0,079	36,7	0,341	0,16
0,68	0,15	40,2	0,245	54,5	0,056	54,4	0,039	63,8	0,032	92,8	0,004	105,2	-0,009	101,9	-0,005	76,9	0,018	56,4	0,046	53,2	0,068	58,2	0,093	39,4	0,342	0,30
	0,08	38,3	0,229	52,2	0,028	51,6	0,014	61,0	0,009	88,9	-0,001	104,1	-0,010	101,0	-0,006	71,6	0,015	52,0	0,032	46,7	0,062	52,3	0,076	36,6	0,330	0,16
0,70	0,15	40,0	0,235	53,9	0,051	53,6	0,037	63,3	0,035	92,1	0,008	105,2	-0,006	102,6	-0,002	77,6	0,022	56,6	0,048	52,5	0,066	57,3	0,087	39,1	0,333	0,30
	0,08	38,1	0,219	51,5	0,023	50,9	0,013	60,7	0,011	88,2	0,003	104,1	-0,007	101,8	-0,004	72,1	0,019	52,2	0,034	46,2	0,059	51,2	0,072	36,5	0,319	0,16
0,72	0,15	39,9	0,225	53,2	0,046	53,0	0,036	62,9	0,038	91,5	0,012	105,2	-0,003	103,5	0,001	78,4	0,025	56,9	0,050	52,0	0,065	56,4	0,082	38,8	0,324	0,30
	0,08	38,0	0,207	50,7	0,018	50,2	0,012	60,6	0,012	87,6	0,007	104,2	-0,004	102,7	-0,001	72,8	0,023	52,5	0,037	45,8	0,057	50,1	0,069	36,4	0,308	0,16
0,74	0,15	39,8	0,215	52,6	0,042	52,3	0,036	62,6	0,041	91,1	0,016	105,4	0,000	104,4	0,004	79,5	0,028	57,4	0,053	51,5	0,064	55,6	0,076	38,6	0,314	0,30
	0,08	38,0	0,194	49,9	0,015	49,5	0,012	60,5	0,014	87,2	0,011	104,4	-0,001	103,6	0,002	73,9	0,026	52,9	0,039	45,4	0,056	49,0	0,066	36,3	0,296	0,16
0,76	0,15	39,7	0,203	51,9	0,040	51,7	0,038	62,5	0,044	90,9	0,020	105,7	0,002	105,6	0,006	81,0	0,029	58,2	0,056	51,0	0,064	54,9	0,070	38,4	0,303	0,30
	0,08	38,0	0,180	49,1	0,013	49,0	0,013	60,5	0,017	86,9	0,015	104,7	0,001	104,8	0,004	75,3	0,028	53,6	0,042	45,1	0,054	48,0	0,062	36,2	0,283	0,16
0,78	0,15	39,7	0,190	51,2	0,040	51,1	0,041	62,5	0,048	90,9	0,023	106,1	0,005	107,0	0,008	83,1	0,030	59,4	0,059	50,7	0,065	54,2	0,065	38,4	0,288	0,30
	0,08	38,1	0,166	48,2	0,013	48,4	0,015	60,5	0,020	86,7	0,018	105,1	0,004	106,3	0,006	77,2	0,028	54,5	0,046	44,9	0,054	47,1	0,059	36,2	0,269	0,16
0,80	0,15	39,8	0,176	50,3	0,041	50,5	0,046	62,6	0,052	91,0	0,027	106,7	0,008	108,6	0,009	85,6	0,030	60,9	0,062	50,4	0,066	53,5	0,059	38,5	0,272	0,30
	0,08	38,2	0,152	47,2	0,015	47,9	0,018	60,6	0,024	86,7	0,021	105,7	0,006	108,0	0,007	79,5	0,028	55,6	0,049	44,8	0,054	46,3	0,055	36,2	0,253	0,16

This table applies to all cases where:

- 1 the freeboard ratio varies from 0,18 to 0,38.
 - 2 the shear ratio varies from 0,16 to 0,30 forward and from 0,08 to 0,15 aft.
 - 3 the block coefficient varies from 0,06 to 0,80.
- Note: For the forward and after terminals the ordinate of the flooding curve as given by the formula must be plotted on a vertical line situated at a distance from the particular terminal equal to one-half the floodable length given by the formula for a permeability of 80 per cent.

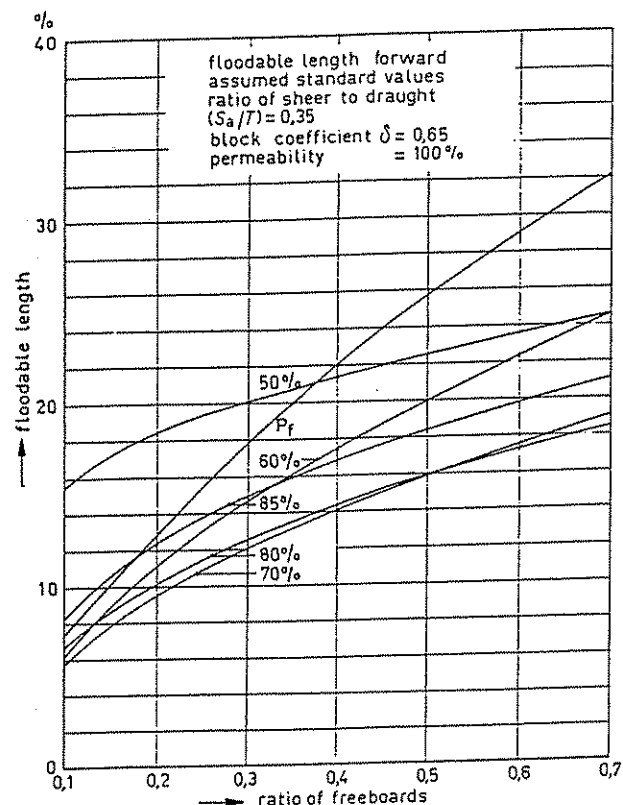
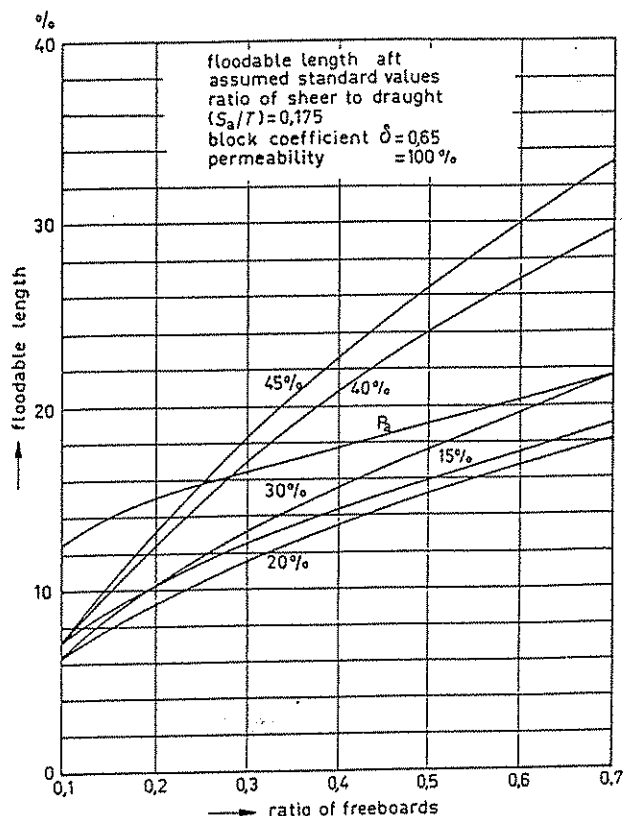


Fig. 6.17. Method of Skinner and Philips, T.R.I.N.A., 1949, as changed by Mann.

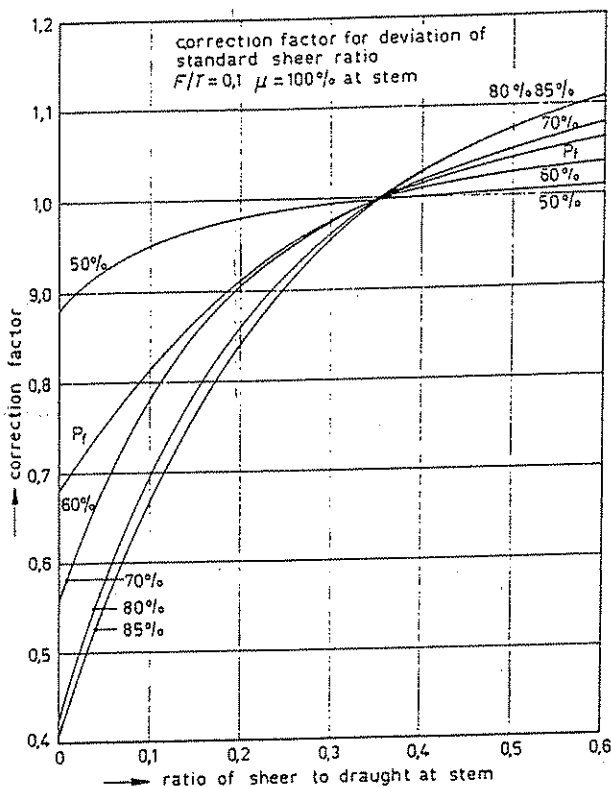
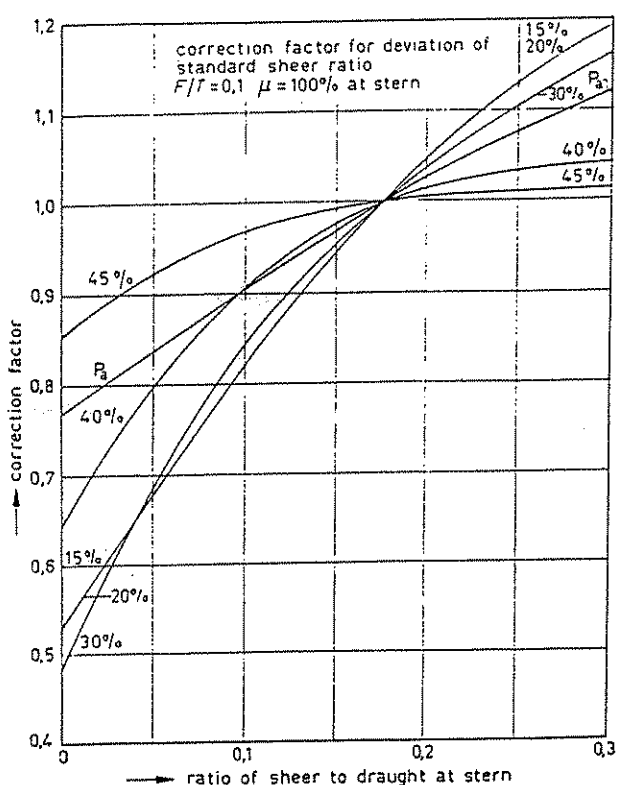


Fig. 6.18. Method of Skinner and Philips, T.R.I.N.A., 1949, as changed by Mann.

From the diagram (fig. 6.17) can be read the floodable length as a percentage of L_{pp} for the case of $\mu = 100\%$ and as a function of F/T .

The diagrams are drawn for

$$\delta = 0,65$$

$$S_f/T = 0,350$$

$$S_a/T = 0,175$$

The floodable lengths found need still to be corrected for variants in S/T , δ and form; see fig. 6.18... fig. 6.23.

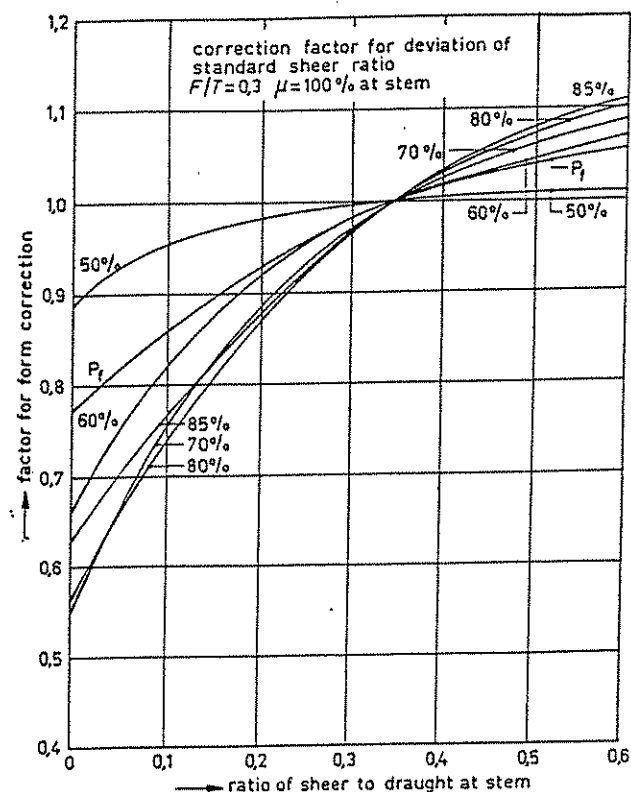
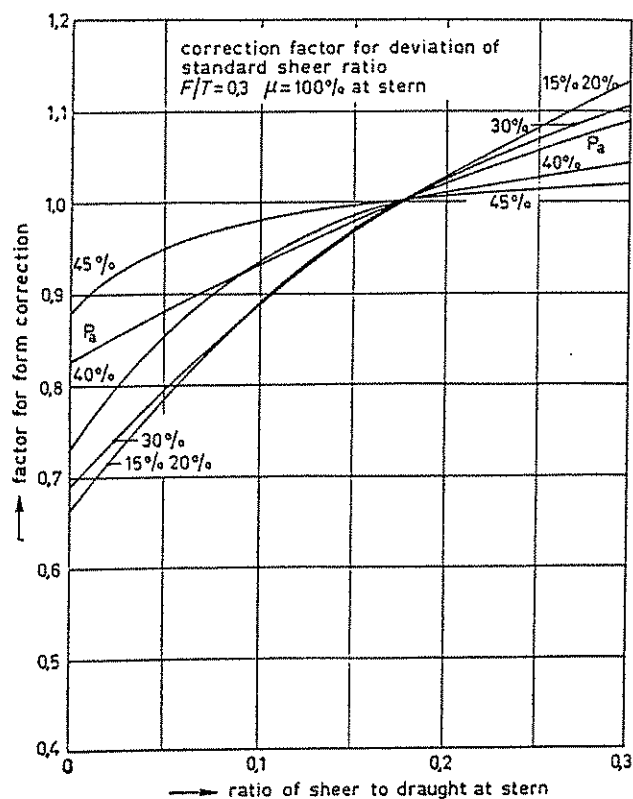
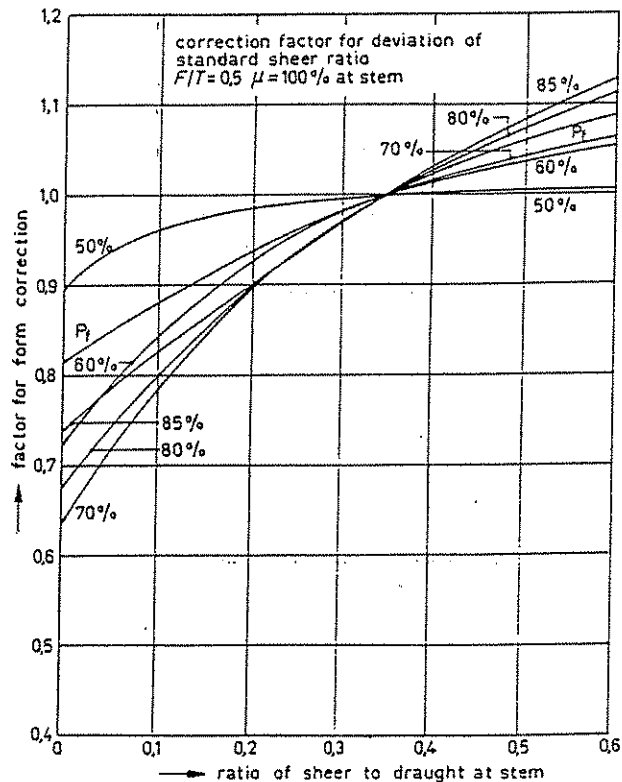
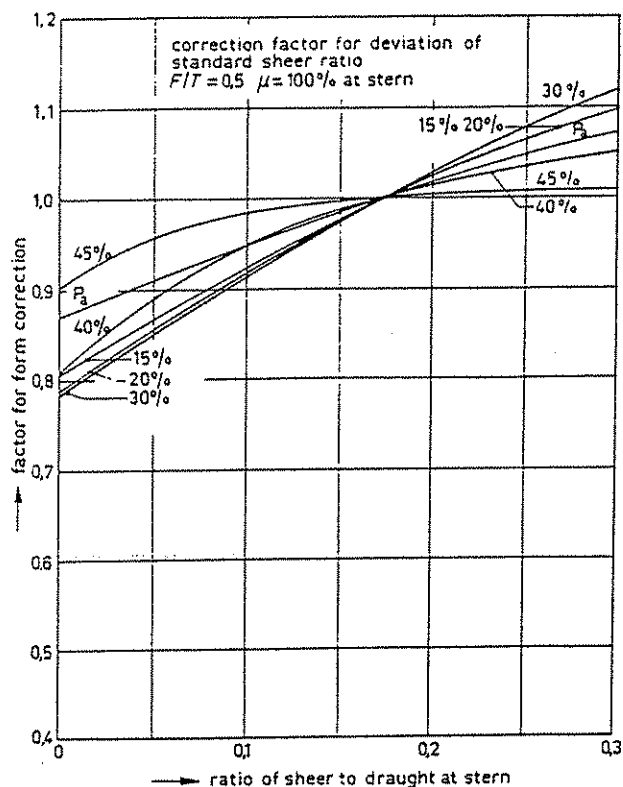


Fig. 6.19. Method of Skinner and Philips, T.R.I.N.A., 1949, as changed by Mann.

Fig. 6.20. Method of Skinner and Philips, T.R.I.N.A., 1949, as changed by Mann.



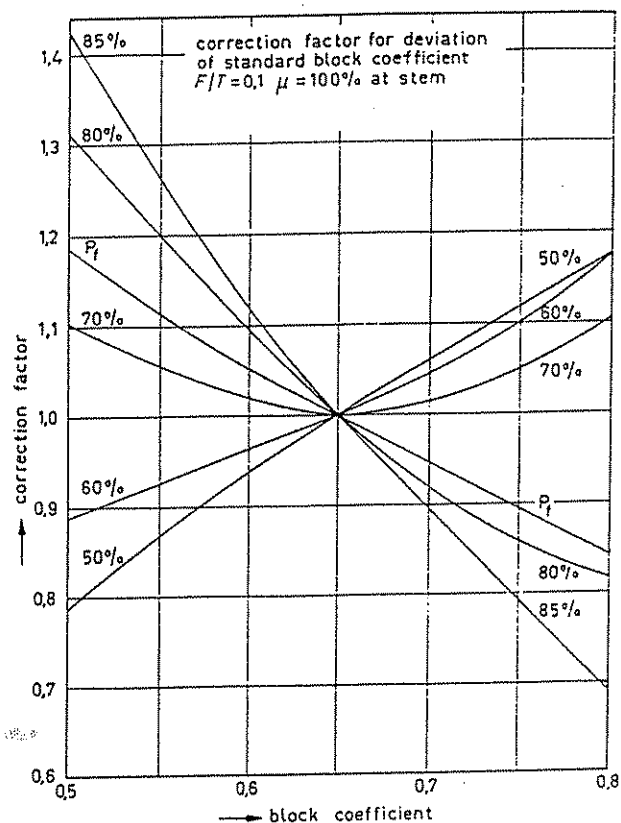
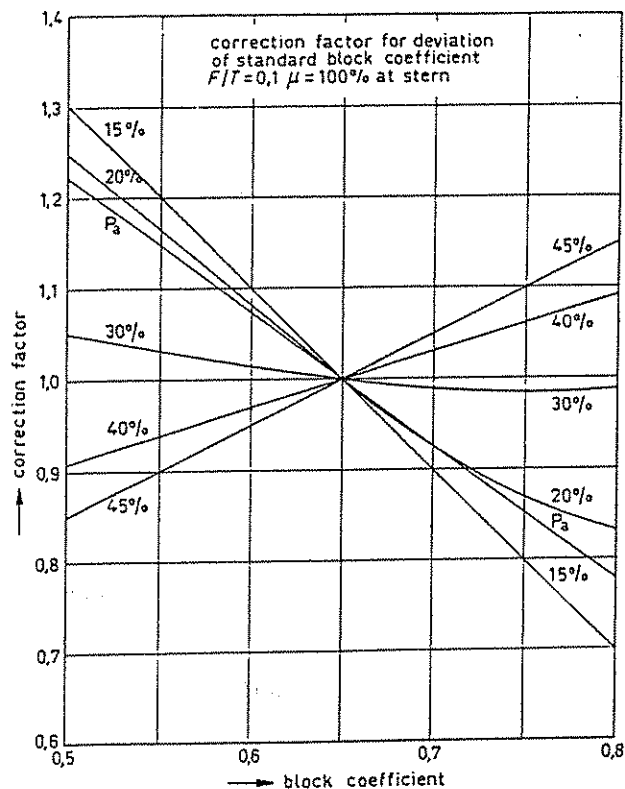
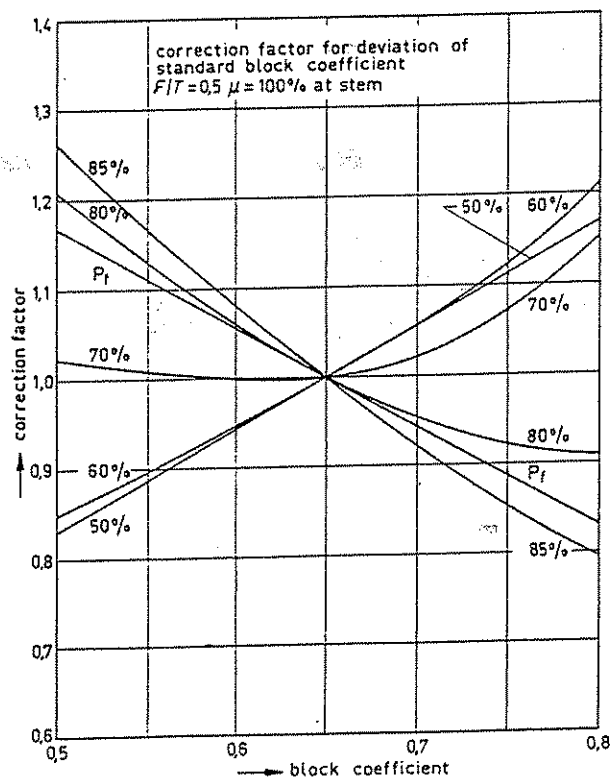
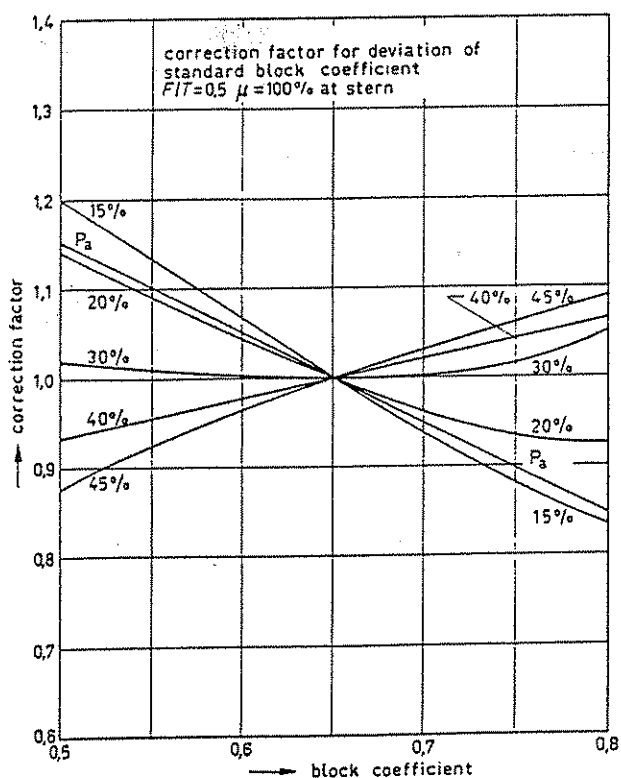


Fig. 6.21. Method of Skinner and Philips, T.R.I.N.A., 1949, as changed by Mann.

Fig. 6.22. Method of Skinner and Philips, T.R.I.N.A., 1949, as changed by Mann.



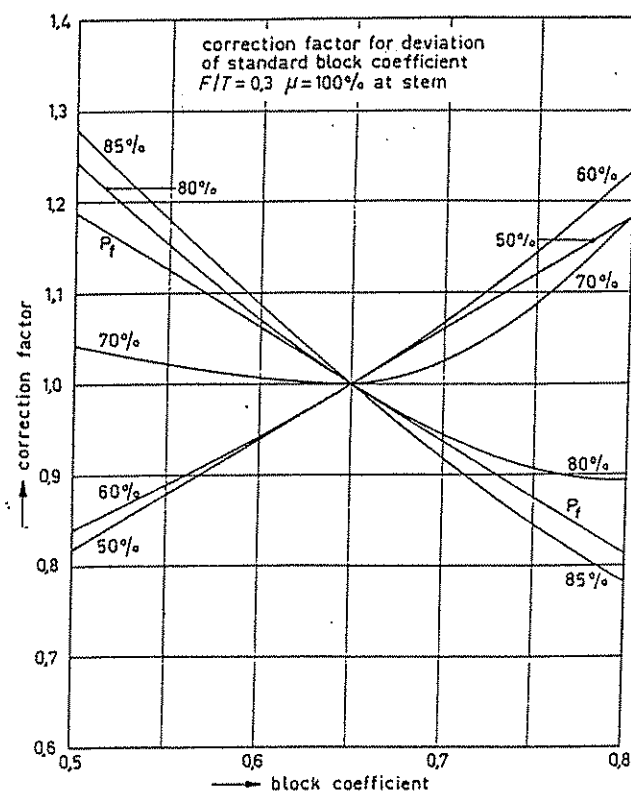
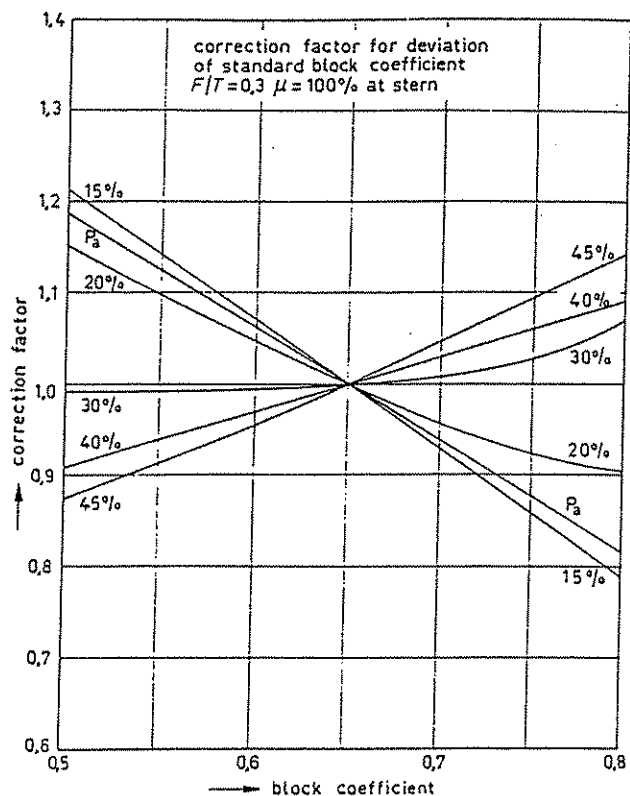
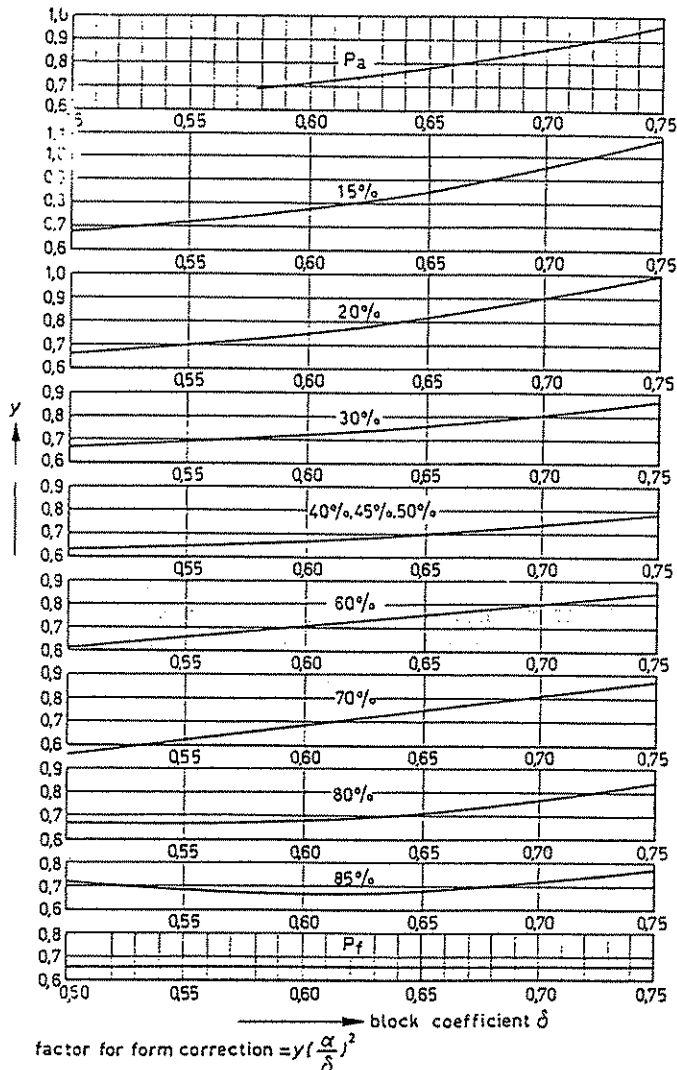


Fig. 6.23. } Method of Skinner and Philips, T.R.I.N.A., 1949, as changed by Mann.
 Fig. 6.24. }



The form correction reads:

$$y \left(\frac{\alpha}{\delta} \right)^2;$$

y is given as a function of δ in fig. 6.24.

The standard lengths are multiplied with the correction factors.

An accuracy of 1,5% at the ship's ends is claimed, i.e. at the most disadvantageous spots, as compared with the British Board of Trade results.

Accuracy can still be heightened by calculation for the fore and aft parts of the ship separately.

f Warships

In warship design no floodable length curves are calculated. In the first place sheer is often feeble and tangents to a margin line cannot very well be drawn. Secondly in warship design much attention is given not only to reserve buoyancy, but to reserve stability, of which all work on floodable lengths in merchant ship construction is totally silent. Thirdly, a warship is divided into an incomparably larger number of compartments, and larger warships also have longitudinal bulkheads.

For smaller warships a diagram of the type as in fig. 6.25 is used. It is ascribed to Gerosa, but the real inventor was probably M. Rappard, Kt., formerly D.N.C. of the Royal Netherlands Navy.

For larger warships a plan is prepared showing all water tight compartments and in each compartment is noted: its volume, the influence of flooding of the

compartment on draught, trim and list, and on MG. In those ships a special damage control service exists which, with the help of the plan described, in case of damage and according to the reports received, instantly gives the necessary order to either pump or counter-flood those compartments which can thus lessen the danger to the ship.

It is to be noted that warships have two characteristics which are very different from what is met in the merchant navy; the difference between load and light waterlines is comparatively much smaller, and the freeboard is comparatively much greater.

Finally in warships the real volumes taken up by furniture, equipment and machinery are not so large as to justify the introduction of special permeability. It is best to put this at 100% throughout (except for fuel tanks and low-lying ammunition magazines). In so doing a factor of safety is introduced.

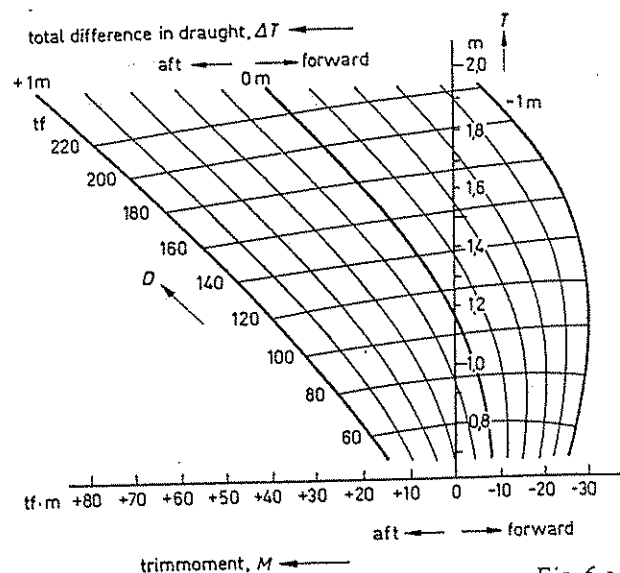


Fig. 6.25

CHAPTER 7 FREEBOARD

Freeboard is the distance from the freeboard-deck to the waterline (fig. 7.1).

In an open shelterdecker the freeboard-deck is the main deck (second deck). In a closed shelterdecker the freeboard-deck is the shelterdeck, and the main deck is then the 'tween deck. In a full-scantling ship with superstructures the main-deck is the freeboard-deck.

Although in daily life everyone would feel and say that the shelterdeck is the deck to which freeboard extends, be the ship an open shelterdecker or not, in fixing the draught marks one must obey the law which defined freeboard as in the beginning of this section.

The necessity of freeboard lies in the following considerations:

- A ship needs reserve-buoyancy in order to survive green seas on deck, in brief all sorts of extra load whether by error, the impact of the elements or calamity (leaks, water from fire-fighting, etc.).

- The deck must be high enough for working the ship and communication on board.
- The ship must have sufficient range of stability, and this range depends in a large measure on the ratio of freeboard to breadth. The angle at which the deckside reaches the water's surface must not be too small, because the ship must be able to absorb a certain amount of capsizing energy from the waves before danger of foundering arises (fig. 7.2).

Fig. 7.1

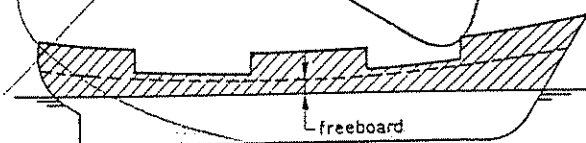
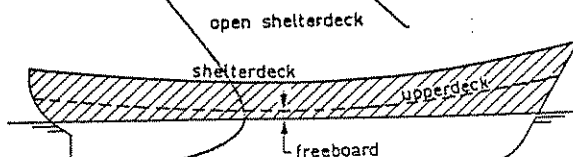
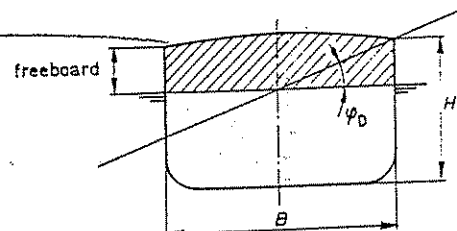


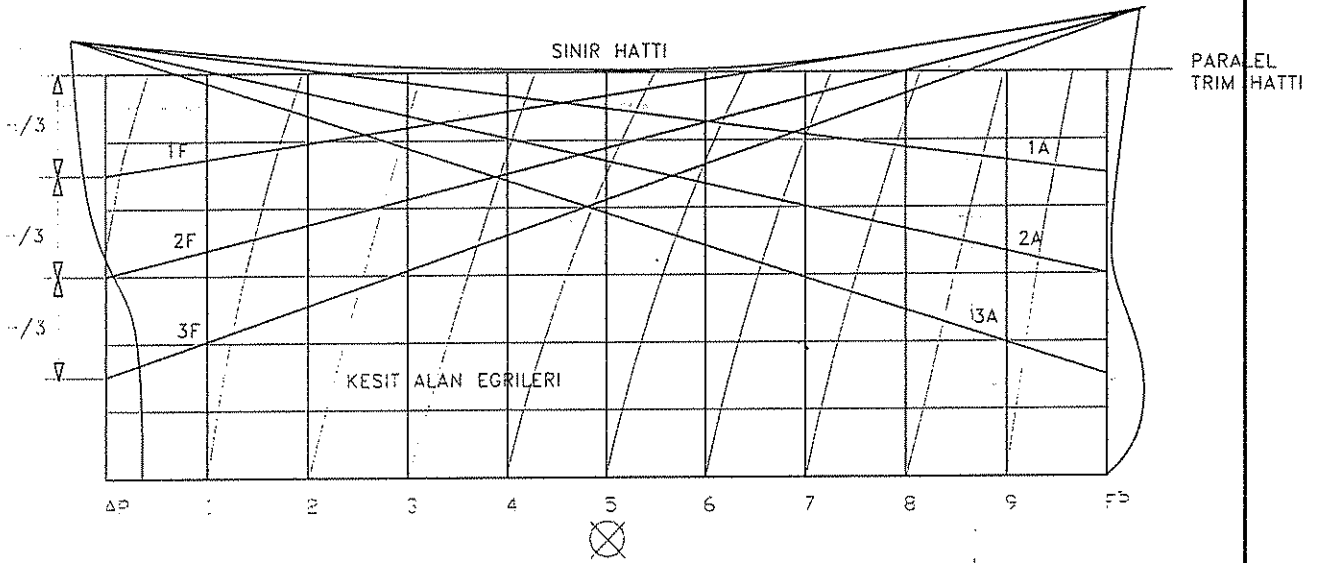
Fig. 7.2



1.5. Yaralanma Hesapları için Shirokauer Yöntemi

Yaralanma hesaplarının en temeli olan yaralı bölme boyu eğrisinin eldesine yönelik el ile hesaplama için en uygun yöntem Shirokauer (1928) tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntem oldukça pratiktir ve özel bir tablo, grafik veya mekanik alet kullanımı gerektirmez.

Hesaplamalar için bir gemi profil resmi üzerinde belli sayıda istasyon için temel hattından sınır hattına kadar uzanan kesit alanlarından yararlanılır. Profil resimlerinde değer okuma işlemini kolaylaştırmak amacıyla yükseklik ölçeği boy ölçeğinden daha büyük seçilebilir (tipik değer 5 kat).



Şekil 1.9

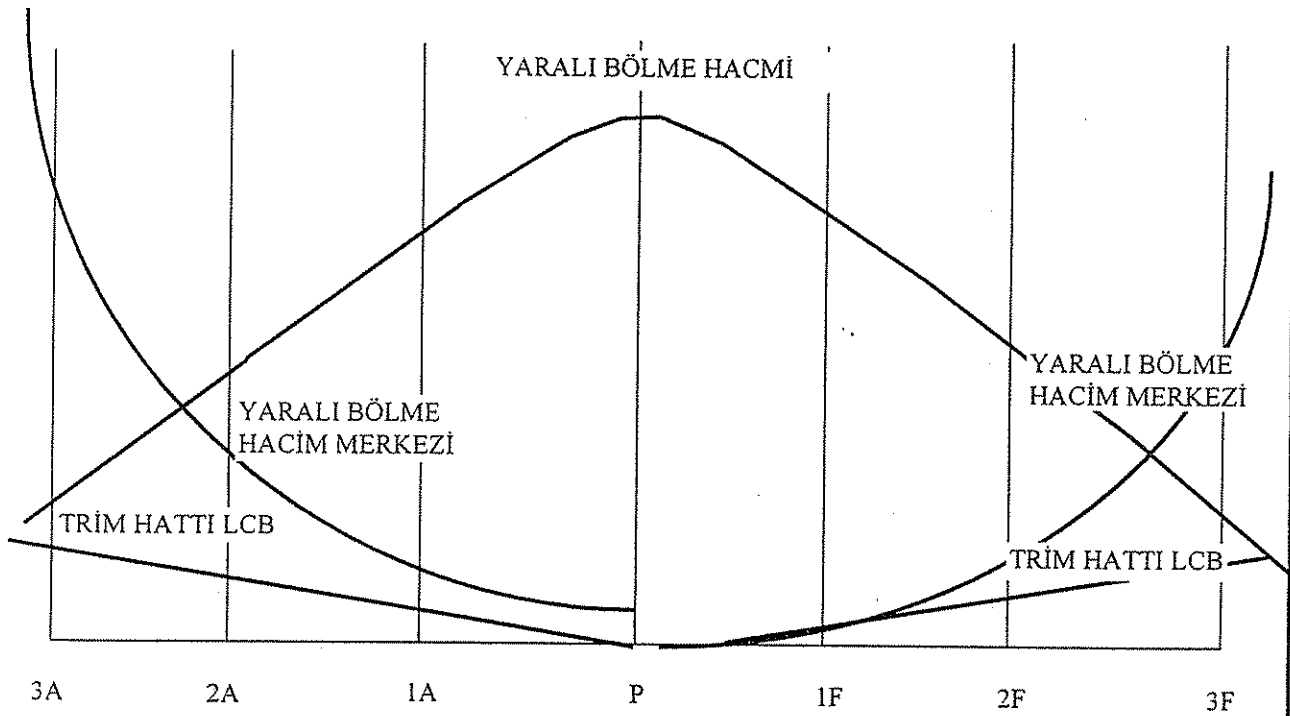
Şekil 1.9'da 10 kesit için çizilmiş bir profil resmi ve Bon Jean kesit alan eğrileri görülmektedir. Profil resmi üzerinde bölmeleme su hattı ve sınır hattının en düşük noktasından temel hattına paralel olarak bir paralel trim hattı çizilir. Bölmeleme su hattındaki derinlik T , Paralel trim hattındaki derinlik D ile gösterilir ve $H=1.6D-1.5T$ olarak tanımlanır.

Bölmeleme boyunun iki ucundaki baş ve kıç dikeylerde D yüksekliğinden temel hattı yönünde $H/3$, $2H/3$ ve H yükseklikleri işaretlenir ve bu noktalardan sınır hattına teğetler çizilir. Bu teğetler Şekil 1.9'daki gibi 1F, 2F, 3F ve 1A, 2A, 3A olarak kodlanır. Burada F harfi baş (Fore) ve A harfi ise kıç (Aft) tarafı gösterir.

Herbir trim hattı için herbir kesitin bu hatta kadar olan alanı okunur ve bu değerler Tablo 1'de yerine konarak herbir trim hattına kadar olan deplasman hacmi ve hacim merkezinin konumu (LCB) belirlenir.

Herbir trim hattı altındaki yaralı bölme hacmi bu trim hattı altındaki deplasman ile bölmeleme su hattı altındaki deplasman arasındaki farka eşittir. Yaralı bölmenin hacim merkezi ise $x_w = (\nabla_1 x_{1\pm} \nabla_0 x_0) / v_w$ ile bulunabilir. Burada ∇_0 orijinal deplasman hacmini, ∇_1 yaralanma sonrası deplasman hacmini, v_w yaralı bölmedeki suyun hacmini, x_0 orijinal LCB'nin mastoriden uzaklığını ve x_1 yaralı durumda LCB'nin mastoriden uzaklığını göstermektedir. x_0 ve x_1 mastorinin aynı yönlerinde ise aradaki işaret - olacaktır.

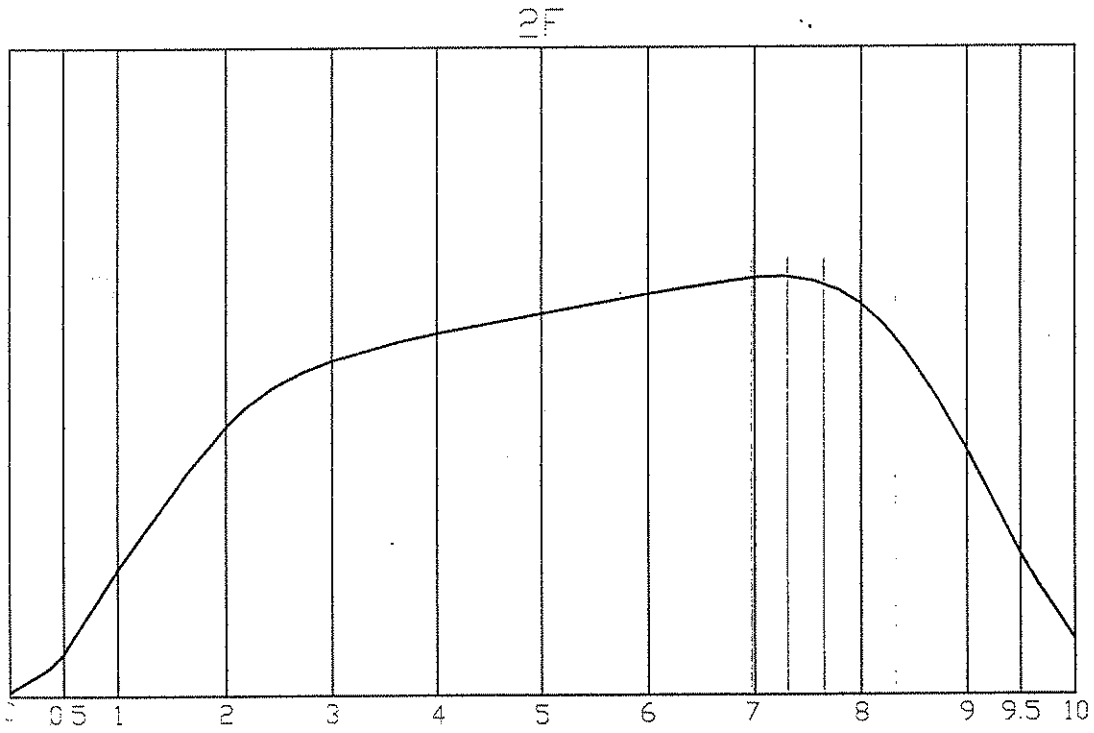
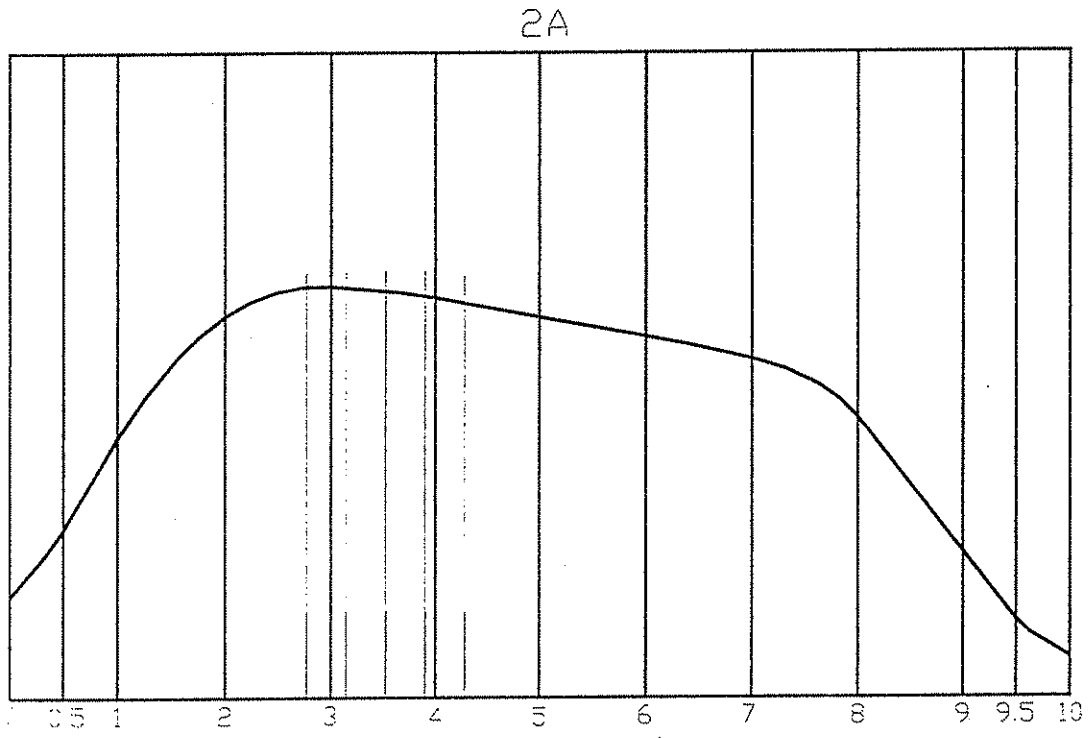
Bundan sonra Şekil 1.10 'daki interpolasyon eğrileri çizilebilir. Bu eğrinin x ekseninde 3A, 2A, 1A, P, 1F, 2F, 3F ile gösterilen trim hatları eşit aralıklı olarak yerleştirilir. Yaralı bölmenin hacim merkezinin mastoriden uzaklığı genellikle uçlarda aşırı bir eğime sahiptir. Bu nedenle gerekirse 2.5F ve 2.5A trim hatları içinde hesap yapılmalıdır.



Şekil 1.10

İnterpolasyon eğrilerinin düzgün çıkması yapılan hesapların doğruluğunun bir göstergesidir. Ayrıca bu eğriler yaralı bölme boyu eğrisinin uç noktalarının belirlenmesinde de kullanılır.

Şekil 1.9'daki BonJean kesit alan eğrilerinden okunan değerler Şekil 1.11'deki gibi herbir trim hattı için plot edilebilir. Bu eğrilerde hem hesapların doğruluğunu görsel olarak kontrol etme, hem de yaralı bölme boyu eğrisinin değerlerini belirlemek için kullanılır.



Şekil 1.11

Gemi Teorisi 1. Büyük ödev
Shirokauer Yöntemi ile Yaralı Bölme Boyu Eğrisinin Eldesi

İşlem Sırası

1. Ana boyutları ve perde güvertesine kadar su hatları verilen dökme yük gemisine ait profil resmi en az 70x50 boyutlarında bir resim kağıdına uygun boy ölçeği ve bunu 5-10 katı bir yükseklik ölçeği ile çizilecektir. Örneğin Boyu 100 metre ve derinliği 12 metre olan bir gemi için 70x50 boyutunda bir kağıda uygun boy ölçeği 1/150 ve yükseklik ölçeği 1/25 olabilecektir. Bu resimde ayrıca tüm su hatları ve istasyonlar belirtilecektir. Geminin baş-kıç profilleri ve şiyer ihmal edilecektir. 6. Su hattı perde güvertesi kabul edilecek ve sınır hattı bunun 7.6 cm (gerçek gemi için) altından kesikli çizgi ile çizilecektir.
2. Verilen Bonjean kesit alanları profil resmi üzerinde uygun ölçekle çizilecektir. Ölçeğin belirlenmesinde en büyük alan değerinin 0.15L'yi aşmamasına dikkat edilecektir. Ölçek olabildiğince yuvarlak bir sayı olacaktır. (1cm 20 m² gibi)
3. Profil resmi üzerinde 3F, 2F, 1F, P, 1A, 2A, 3A trimli su hatları çizilecek ve kesit alan eğrilerinden bu trim hatları için okunan değerler **Tablo 1**'de yerine konacaktır. Elde edilen trimli su hattı alanı eğrileri A4 boyutlu milimetrik kağıt üzerine uygun ölçekle çizilecektir.
4. **Tablo 1**'in tamamlanması ile bulunan yaralı bölme hacmi, yaralı bölme hacim merkezi ve yaralı durumda LCB değerleri A4 boyutlu milimetrik kağıt üzerinde uygun ölçekle interpolasyon eğrilerini oluşturacak şekilde çizilecektir.
5. Herbir trim hattı için yaralı bölme boyu değerleri **Tablo 2** kullanılarak belirlenecektir.
6. Yaralı bölme boyu eğrisinin uç noktaları **Tablo 3** ve interpolasyon eğrileri yardımıyla belirlenecektir.
7. Hesaplanan yaralı bölme boyu değerleri, uç noktalar ve gemi profili A4 boyutlarında bir kağıt üzerinde uygun ölçekle çizilecektir. Tüm bölmeler için permeabilite değeri 1 alınacaktır.

Her bir trim hattı için yapılacak yaralanma hesaplarını açıklayabilmek amacıyla, 2A nolu trim hattını ele alalım ve aşağıdaki tanımlamaları yapalım:

v_w : Yaralı bölmedeki suyun hacmi (Tablo 1 ve Şekil 1.10)

x_w : Yaralı bölme hacim merkezinin mastoriden uzaklığı (Tablo 1 ve Şekil 1.10)

μ : Bölme permeabilitesi

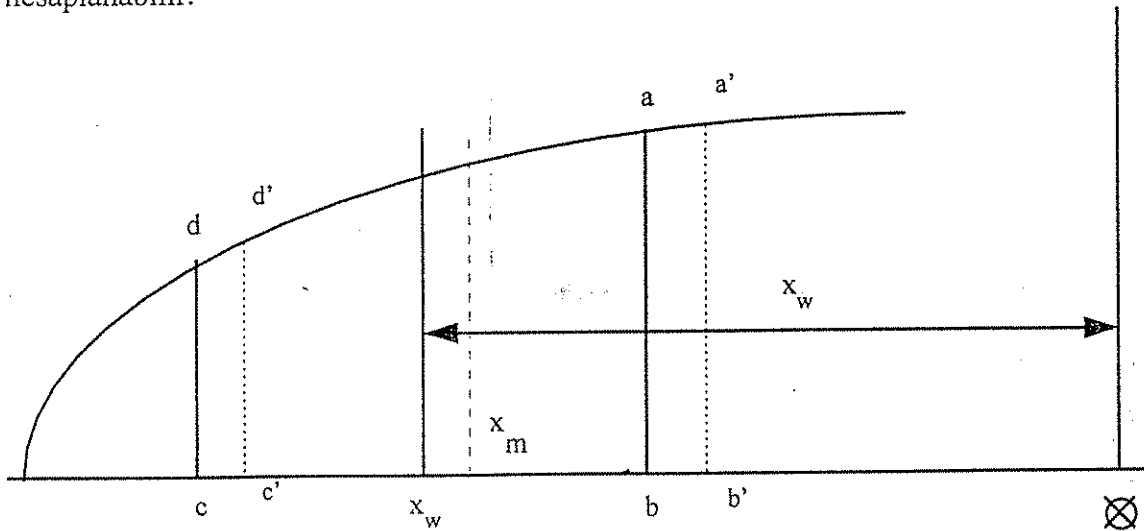
v_0 : Bölme hacmi ($\frac{v_w}{\mu}$)

x_m : Yaralı bölme boyu ortasının, bölme hacim merkezine uzaklığı

x_0 : Yaralı bölme boyu ortasının mastoriden uzaklığı

ℓ : Yaralı bölme boyu

Tablo 1 deki hesaplar sonucu yaralı bölmedeki suyun hacmi (v_w) ve hacim merkezinin mastoriden uzaklığı (x_w) belirlenir. Bu değerler **Şekil 1.10** deki gibi interpolasyon eğrilerinden de elde edilebilir. Yaralı bölme boyunu ve konumunu belirlemek üzere deneme yanılma esasına dayalı bir yöntem uygulanabilir. Bu amaçla öncelikle yaralı bölme boyu ortasının bölme hacim merkezine olan uzaklığı (x_m) tahmin edilir ve bu noktadaki alan değeri bölmenin ortalama alanı kabul edilerek bölme boyunu bulmak üzere bölme hacmi ($v_0 = v_w / \mu$) ortalama alana bölünür. Bu boy değeri **Şekil 1.12** deki gibi x_m noktasının iki yanına eşit şekilde (abcd) yayılır. Simpson kuralı ve beş ordinat kullanılarak **Tablo 2** deki gibi bölme hacmi ve hacim merkezinin bölme ortasına uzaklığı hesaplanabilir.



Şekil 1.12

Hesaplanan hacim, gerekli hacim (v_0) değerine ve hesaplanan hacim merkezi gerekli hacim merkezi (x_m) değerine eşit olmalıdır. Ancak bunu ilk denemede gerçekleştirmek zordur ve bu nedenle ikinci bir iterasyon ($a'b'c'd'$) gereklidir. İkinci denemede başarılı olmaz ise iterasyon sayısı gerektiği kadar artırılır.

TABLO 2a. YARALI BÖLME BOYU HESABI

Trim Hattı :

3A

Yaralı Bölme Hacmi (v_w) :Yaralı Bölme Hacim Merkezi (x_w) :**1.Deneme**

Kesit No	Kesit Alanı	SM (V)	SM (M)
0		1	2
1		4	4
2		2	0
3		4	-4
4		1	-2
$\Sigma f(V)$			
$\Sigma f(M)$			

$$(1) \ell_1 = \frac{v_w}{\text{Orta Kesit Alanı}} =$$

$$(2) x_m = 0$$

$$(3) s = \frac{\ell_1}{4} =$$

$$(4) v_w = \Sigma f(V) \times \frac{s}{3} =$$

$$(5) x_m = \frac{\Sigma f(M)}{\Sigma f(V)} \times s =$$

2.Deneme

Kesit No	Kesit Alanı	SM (V)	SM (M)
0		1	2
1		4	4
2		2	0
3		4	-4
4		1	-2
$\Sigma f(V)$			
$\Sigma f(M)$			

$$(6) \ell_2 = \ell_1 \times \frac{v_w}{(4)} =$$

$$(7) x_c = x_w + x_m =$$

$$(8) s = \frac{\ell_2}{4} =$$

$$(9) v_w = \Sigma f(V) \times \frac{s}{3} =$$

$$(10) x_m = \frac{\Sigma f(M)}{\Sigma f(V)} \times s =$$

$$(11) x_w = x_c - x_m =$$

Not : 0 gemi ortasına yakın olan kesiti, 4 ise uçlara (baş veya kık) yakın olan kesiti göstermektedir.

TABLO 2b. YARALI BÖLME BOYU HESABI

2A

Trim Hattı :

Yaralı Bölme Hacmi (v_w) :Yaralı Bölme Hacim Merkezi (x_w) :**1.Deneme**

Kesit No	Kesit Alanı	SM (V)	SM (M)
0		1	2
1		4	4
2		2	0
3		4	-4
4		1	-2
$\Sigma f(V)$			
$\Sigma f(M)$			

$$(1) \ell_1 = \frac{v_w}{\text{Orta Kesit Alanı}} =$$

$$(2) x_m = 0$$

$$(3) s = \frac{\ell_1}{4} =$$

$$(4) v_w = \Sigma f(V) \times \frac{s}{3} =$$

$$(5) x_m = \frac{\Sigma f(M)}{\Sigma f(V)} \times s =$$

2.Deneme

Kesit No	Kesit Alanı	SM (V)	SM (M)
0		1	2
1		4	4
2		2	0
3		4	-4
4		1	-2
$\Sigma f(V)$			
$\Sigma f(M)$			

$$(6) \ell_2 = \ell_1 \times \frac{v_w}{(4)} =$$

$$(7) x_c = x_w + x_m =$$

$$(8) s = \frac{\ell_2}{4} =$$

$$(9) v_w = \Sigma f(V) \times \frac{s}{3} =$$

$$(10) x_m = \frac{\Sigma f(M)}{\Sigma f(V)} \times s =$$

$$(11) x_w = x_c - x_m =$$

Not : 0 gemi ortasına yakın olan kesiti, 4 ise uçlara (baş veya kıç) yakın olan kesiti göstermektedir.

TABLO 2c. YARALI BÖLME BOYU HESABI

Trim Hattı :

1A

Yaralı Bölme Hacmi (v_w) :Yaralı Bölme Hacim Merkezi (x_w) :**1.Deneme**

Kesit No	Kesit Alanı	SM (V)	SM (M)
0		1	2
1		4	4
2		2	0
3		4	-4
4		1	-2
$\Sigma f(V)$			
$\Sigma f(M)$			

$$(1) \ell_1 = \frac{v_w}{\text{Orta Kesit Alanı}} =$$

$$(2) x_m = 0$$

$$(3) s = \frac{\ell_1}{4} =$$

$$(4) v_w = \Sigma f(V) \times \frac{s}{3} =$$

$$(5) x_m = \frac{\Sigma f(M)}{\Sigma f(V)} \times s =$$

2.Deneme

Kesit No	Kesit Alanı	SM (V)	SM (M)
0		1	2
1		4	4
2		2	0
3		4	-4
4		1	-2
$\Sigma f(V)$			
$\Sigma f(M)$			

$$(6) \ell_2 = \ell_1 \times \frac{v_w}{(4)} =$$

$$(7) x_c = x_w + x_m =$$

$$(8) s = \frac{\ell_2}{4} =$$

$$(9) v_w = \Sigma f(V) \times \frac{s}{3} =$$

$$(10) x_m = \frac{\Sigma f(M)}{\Sigma f(V)} \times s =$$

$$(11) x_w = x_c - x_m =$$

Not : 0 gemi ortasına yakın olan kesiti, 4 ise uçlara (baş veya kık) yakın olan kesiti göstermektedir.

TABLO 2d. YARALI BÖLME BOYU HESABI

P

Trim Hattı :

Yaralı Bölme Hacmi (v_w) :Yaralı Bölme Hacim Merkezi (x_w) :**1.Deneme**

Kesit No	Kesit Alanı	SM (V)	SM (M)
0		1	2
1		4	4
2		2	0
3		4	-4
4		1	-2
$\Sigma f(V)$			
$\Sigma f(M)$			

$$(1) \ell_1 = \frac{v_w}{\text{Orta Kesit Alanı}} =$$

$$(2) x_m = 0$$

$$(3) s = \frac{\ell_1}{4} =$$

$$(4) v_w = \Sigma f(V) \times \frac{s}{3} =$$

$$(5) x_m = \frac{\Sigma f(M)}{\Sigma f(V)} \times s =$$

2.Deneme

Kesit No	Kesit Alanı	SM (V)	SM (M)
0		1	2
1		4	4
2		2	0
3		4	-4
4		1	-2
$\Sigma f(V)$			
$\Sigma f(M)$			

$$(6) \ell_2 = \ell_1 \times \frac{v_w}{(4)} =$$

$$(7) x_c = x_w + x_m =$$

$$(8) s = \frac{\ell_2}{4} =$$

$$(9) v_w = \Sigma f(V) \times \frac{s}{3} =$$

$$(10) x_m = \frac{\Sigma f(M)}{\Sigma f(V)} \times s =$$

$$(11) x_w = x_c - x_m =$$

Not : 0 gemi ortasına yakın olan kesiti, 4 ise uçlara (baş veya kıç) yakın olan kesiti göstermektedir.

TABLO 2e. YARALI BÖLME BOYU HESABI

Trim Hattı :

1F

Yaralı Bölme Hacmi (v_w) :Yaralı Bölme Hacim Merkezi (x_w) :**1.Deneme**

Kesit No	Kesit Alanı	SM (V)	SM (M)
0		1	2
1		4	4
2		2	0
3		4	-4
4		1	-2
$\Sigma f(V)$			
$\Sigma f(M)$			

$$(1) \ell_1 = \frac{v_w}{\text{Orta Kesit Alanı}} =$$

$$(2) x_m = 0$$

$$(3) s = \frac{\ell_1}{4} =$$

$$(4) v_w = \Sigma f(V) \times \frac{s}{3} =$$

$$(5) x_m = \frac{\Sigma f(M)}{\Sigma f(V)} \times s =$$

2.Deneme

Kesit No	Kesit Alanı	SM (V)	SM (M)
0		1	2
1		4	4
2		2	0
3		4	-4
4		1	-2
$\Sigma f(V)$			
$\Sigma f(M)$			

$$(6) \ell_2 = \ell_1 \times \frac{v_w}{(4)} =$$

$$(7) x_c = x_w + x_m =$$

$$(8) s = \frac{\ell_2}{4} =$$

$$(9) v_w = \Sigma f(V) \times \frac{s}{3} =$$

$$(10) x_m = \frac{\Sigma f(M)}{\Sigma f(V)} \times s =$$

$$(11) x_w = x_c - x_m =$$

Not : 0 gemi ortasına yakın olan kesiti, 4 ise uçlara (baş veya kık) yakın olan kesiti göstermektedir.

TABLO 2f. YARALI BÖLME BOYU HESABI

2F

Trim Hattı :

Yaralı Bölme Hacmi (v_w) :Yaralı Bölme Hacim Merkezi (x_w) :1.Deneme

Kesit No	Kesit Alanı	SM (V)	SM (M)
0		1	2
1		4	4
2		2	0
3		4	-4
4		1	-2
$\Sigma f(V)$			
$\Sigma f(M)$			

$$(1) \ell_1 = \frac{v_w}{\text{Orta Kesit Alanı}} =$$

$$(2) x_m = 0$$

$$(3) s = \frac{\ell_1}{4} =$$

$$(4) v_w = \Sigma f(V) \times \frac{s}{3} =$$

$$(5) x_m = \frac{\Sigma f(M)}{\Sigma f(V)} \times s =$$

2.Deneme

Kesit No	Kesit Alanı	SM (V)	SM (M)
0		1	2
1		4	4
2		2	0
3		4	-4
4		1	-2
$\Sigma f(V)$			
$\Sigma f(M)$			

$$(6) \ell_2 = \ell_1 \times \frac{v_w}{(4)} =$$

$$(7) x_c = x_w + x_m =$$

$$(8) s = \frac{\ell_2}{4} =$$

$$(9) v_w = \Sigma f(V) \times \frac{s}{3} =$$

$$(10) x_m = \frac{\Sigma f(M)}{\Sigma f(V)} \times s =$$

$$(11) x_w = x_c - x_m =$$

Not : 0 gemi ortasına yakın olan kesiti, 4 ise uçlara (baş veya kıç) yakın olan kesiti göstermektedir.

TABLO 2g. YARALI BÖLME BOYU HESABI

Trim Hattı :

3F

Yaralı Bölme Hacmi (v_w) : 600Yaralı Bölme Hacim Merkezi (x_w) : 141.Deneme

Kesit No	Kesit Alanı	SM (V)	SM (M)
0	31.314	1	2
1	34.028	4	4
2	26.594	2	0
3	38.918	4	-4
4	41.888	1	-2
$\Sigma f(V)$	432.524		
$\Sigma f(M)$	+38.908		

$$(1) \ell_1 = \frac{v_w}{\text{Orta Kesit Alanı}} = \frac{600}{36.594} = 16.4 \text{ m}$$

$$(2) x_m = 0$$

$$(3) s = \frac{\ell_1}{4} = 4.1$$

$$(4) v_w = \Sigma f(V) \times \frac{s}{3} = 598.018$$

$$(5) x_m = \frac{\Sigma f(M)}{\Sigma f(V)} \times s = +0.25 \text{ m}$$

2.Deneme

Kesit No	Kesit Alanı	SM (V)	SM (M)
0	42.914	1	2
1	38.325	4	4
2	36.329	2	0
3	39.835	4	-4
4	31.035	1	-2
$\Sigma f(V)$	404.942		
$\Sigma f(M)$	39.318		

$$(6) \ell_2 = \ell_1 \times \frac{v_w}{(4)} = 16.45 \text{ m}$$

$$(7) x_c = x_w + x_m = 24.35$$

$$(8) s = \frac{\ell_2}{4} = 4.1125$$

$$(9) v_w = \Sigma f(V) \times \frac{s}{3} = 506.24$$

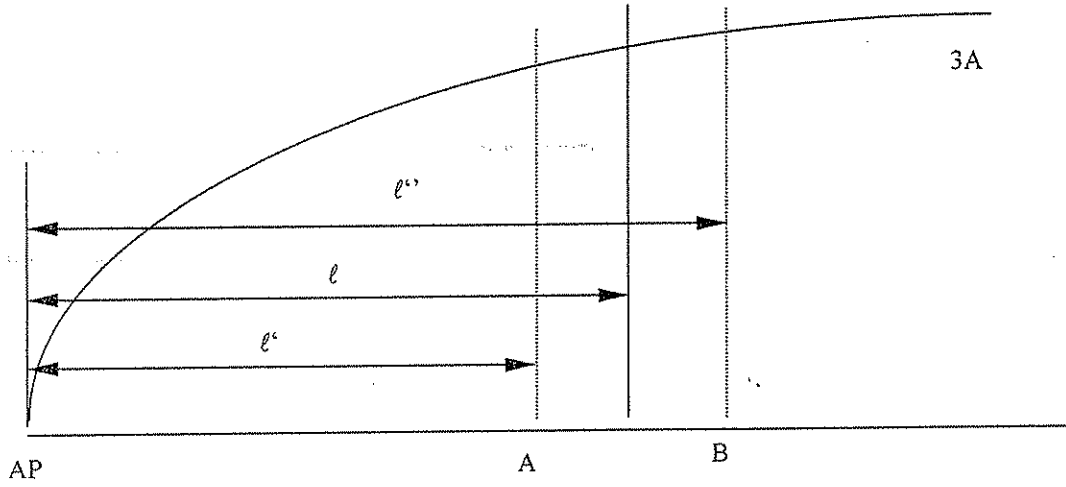
$$(10) x_m = \frac{\Sigma f(M)}{\Sigma f(V)} \times s = 0.322$$

$$(11) x_w = x_c - x_m = 22.973 \text{ m}$$

Not : 0.gemi.ortasına yakın olan kesiti, 4 ise uçlara (baş veya kıç) yakın olan kesiti göstermektedir.

Baş ve kıçtaki yaralı bölme boyu uç noktalarını belirlemek üzere 3A ve 3F trimli su hatlarından yararlanılır. Son yaralı bölme boyu 3A veya 3F trimli su hattı için bulunan ℓ yaralı bölme boyuna yakın bir değer olacağından bu değerden biraz küçük boyda bir A bölmesi ve biraz daha uzun bir B bölmesi seçilerek (Şekil 1.11), bu iki bölme için yaralı bölme hacimleri ve hacim merkezinin mastoriye olan uzaklığı Tablo 3 kullanılarak gerçekleştirir.

Örnek olarak yaralı bölme boyu eğrisinin kıçta son noktasını bulmak üzere 3A trim hattını ele alalım. Şekil 1.13 deki gibi bu bölmenin iki tarafında makul uzaklıklarda A ve B bölmelerini ele alalım.



Şekil 1.13

v_c' : A bölmesinin hacmi

v_c'' : B bölmesinin hacmi

x_w' : A bölmesinin hacim merkezinin mastoriye olan uzaklığı

x_w'' : B bölmesinin hacim merkezinin mastoriye olan uzaklığı

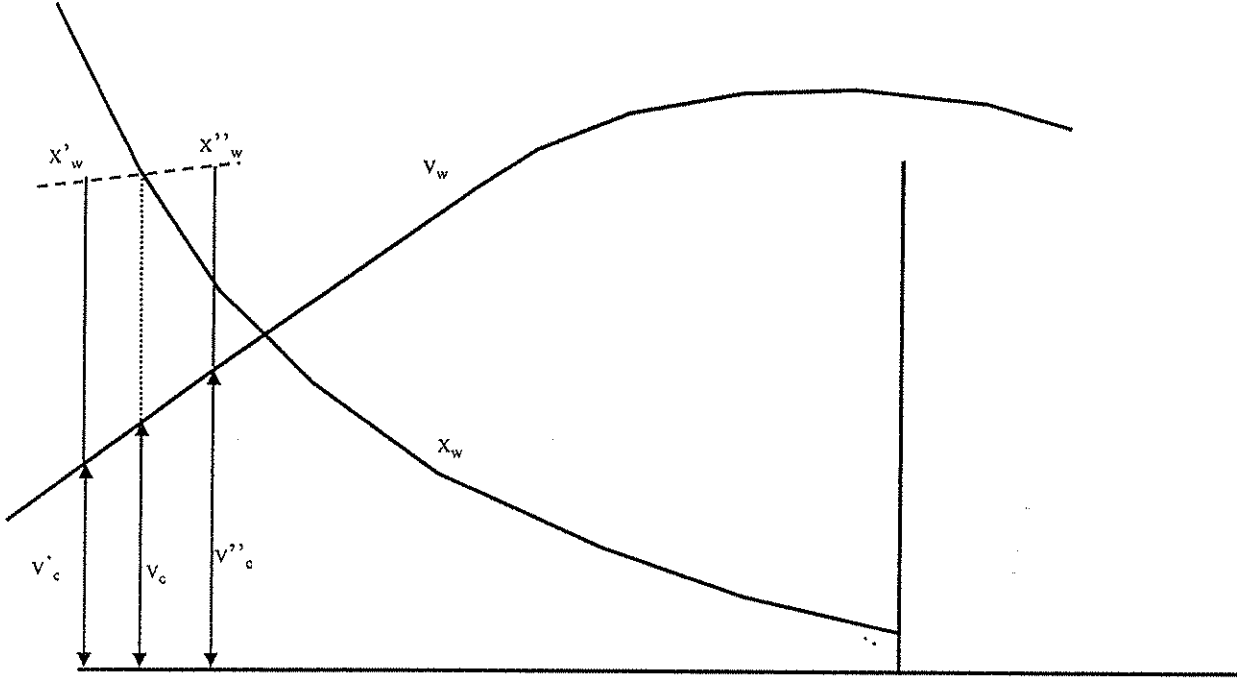
olsun. A ve B bölmelerinin hacimleri ve hacim merkezleri Tablo 3 kullanılarak bulunur.

Şekil 1.10 üzerinde, Şekil 1.14'de gösterildiği gibi A ve B bölmelerine ait hacim merkezleri işaretlenir ve bir doğru ile birleştirilerek kesim noktasından uç noktaya ait yaralı bölme hacmi belirlenir. Uç noktadaki yaralı bölme boyu ise

$$\ell = \ell' + \frac{v_c - v_c'}{v_c'' - v_c'} (\ell'' - \ell')$$

?

ile bulunur. Burada v_c şekilden bulunacak uç bölmenin yaralı hacmi, ℓ' A bölmesinin boyu, ve ℓ'' B bölmesinin yaralı boyudur.



Şekil 1.14

TABLO 3a. KIÇ UÇ NOKTA HESABI

L (Gemi Boyu) :

A BÖLMESİ

Kesit No	Kesit Alanı	SM (V)	SM (M)
Kıç 0		1	0
1		4	4
2		2	4
3		4	12
Baş 4		1	4
$\Sigma f(V)$			
$\Sigma f(M)$			

Varsayılan Yaralı Bölme Boyu, $l' =$

$$\text{Kesit Arası, } S = \frac{l'}{4} = \frac{s}{3} =$$

$$\text{Yaralı Hacim, } V_c' = \Sigma f(V) \times \frac{s}{3} =$$

$$0 \text{ Nolu Keside Uzaklık, } c = \frac{\Sigma f(M)}{\Sigma f(V)} \times s =$$

$$\text{Mastoriye Olan Uzaklık, } x_w' = \frac{L}{2} - c =$$

B BÖLMESİ

Kesit No	Kesit Alanı	SM (V)	SM (M)
Kıç 0		1	0
1		4	4
2		2	4
3		4	12
Baş 4		1	4
$\Sigma f(V)$			
$\Sigma f(M)$			

Varsayılan Yaralı Bölme Boyu, $l'' =$

$$\text{Kesit Arası, } S = \frac{l''}{4} = \frac{s}{3} =$$

$$\text{Yaralı Hacim, } V_c'' = \Sigma f(V) \times \frac{s}{3} =$$

$$0 \text{ Nolu Keside Uzaklık, } c = \frac{\Sigma f(M)}{\Sigma f(V)} \times s =$$

$$\text{Mastoriye Olan Uzaklık, } x_w'' = \frac{L}{2} - c =$$

Uç Yaralı Bölme Hacmi, $V_c =$

$$\text{Yaralı Boy, } l = l' + \frac{V_c' - V_c''}{V_c' - V_c''} (l'' - l') =$$

TABLO 3b. BAŞ UÇ NOKTA HESABI

L (Gemi Boyu) :

A BÖLMESİ

Kesit No	Kesit Alanı	SM (V)	SM (M)
Kıç 0		1	0
1		4	4
2		2	4
3		4	12
Baş 4		1	4
$\Sigma f(V)$			
$\Sigma f(M)$			

Varsayılan Yaralı Bölme Boyu, $l' =$

$$\text{Kesit Arası, } S = \frac{l'}{4} = \frac{s}{3} =$$

$$\text{Yaralı Hacim, } V_c' = \Sigma f(V) \times \frac{s}{3} =$$

$$0 \text{ Nolu Keside Uzaklık, } c = \frac{\Sigma f(M)}{\Sigma f(V)} \times s =$$

$$\text{Mastoriye Olan Uzaklık, } x_w' = \frac{L}{2} - c =$$

B BÖLMESİ

Kesit No	Kesit Alanı	SM (V)	SM (M)
Kıç 0		1	0
1		4	4
2		2	4
3		4	12
Baş 4		1	4
$\Sigma f(V)$			
$\Sigma f(M)$			

Varsayılan Yaralı Bölme Boyu, $l'' =$

$$\text{Kesit Arası, } S = \frac{l''}{4} = \frac{s}{3} =$$

$$\text{Yaralı Hacim, } V_c'' = \Sigma f(V) \times \frac{s}{3} =$$

$$0 \text{ Nolu Keside Uzaklık, } c = \frac{\Sigma f(M)}{\Sigma f(V)} \times s =$$

$$\text{Mastoriye Olan Uzaklık, } x_w'' = \frac{L}{2} - c =$$

Uç Yaralı Bölme Hacmi, $V_c =$

$$\text{Yaralı Boy, } l = l' + \frac{V_c'' - V_c'}{V_c'' - V_c'} (l'' - l') =$$

Örnek 1.2

130 metre boyunda ve 13000 ton deplasman tonajına sahip bir geminin sephiye merkezi mastoriden 2.1 metre başadır. Gemi yaralanma sonucu sınır hattına teğet bir su hattında yüzmektedir. Bu durumda kış dikeyden başa doğru eşit aralıklarla ölçülen en kesit alanları m² olarak aşağıdaki gibidir.

Kesit	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alan	0	51	107	143	161	172	181	191	189	139	0

- a) Geminin kaybettiği sephiye miktarını ve merkezini bulun.
b) Yaralı bölme permeabilitesinin 0.80, deniz suyu yoğunluğunun 1.025 ton/m³ olması durumunda yaralı bölme boyunu yaklaşık olarak belirleyin.

Cözüm :

a) Başlangıçtaki deplasman hacmi $\nabla_0 = \frac{\Delta_0}{\rho} = \frac{13000}{1.025} = 12683\text{m}^3$

İstasyon aralığı $s = \frac{L}{10} = \frac{130}{10} = 13\text{m}$

İstasyon	Alan (m ²)	SM	Çarpım	MK	Çarpım
0	0	1	0	5	0
1	51	4	204	4	816
2	107	2	214	3	642
3	143	4	572	2	1144
4	161	2	322	1	322
5	172	4	688	0	0
6	181	2	362	-1	-362
7	191	4	764	-2	-1528
8	189	2	378	-3	-1134
9	139	4	556	-4	-2224
10	0	1	0	-5	0
			$\Sigma_1 = 4060$		$\Sigma_2 = -2324$

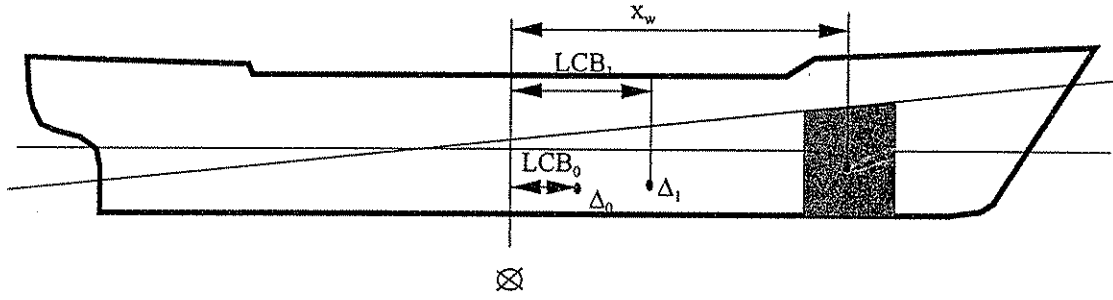
Yaralı durumda deplasman $\nabla_1 = \frac{s}{3} \Sigma_1 = \frac{13}{3} \times 4060 = 17593\text{m}^3$

Yaralı durumda sephiye merkezi $LCB_1 = s \frac{\Sigma_2}{\Sigma_1} = 13 \times \frac{-2324}{4060} = -7.44\text{m}$ (baş)

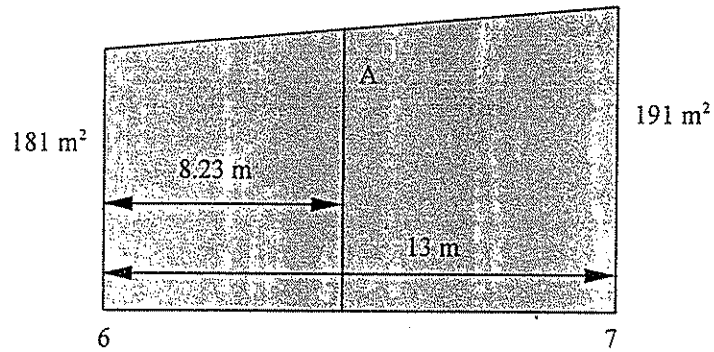
Yaralı bölme hacmi $v_w = \nabla_1 - \nabla_0 = 17593 - 12683 = 4910\text{m}^3$

Yaralı bölme hacim merkezi

$$x_w = \frac{\nabla_1 \times LCB_1 - \nabla_0 \times LCB_0}{v_w} = \frac{17593 \times 7.44 - 12683 \times 2.1}{4910} = 21.23\text{m}$$



b) $x_w=21.23$ metre olduğundan yaralı bölme merkezi 6 ve 7 nolu istasyonlar arasında olmalıdır. Bu durumda bölme merkezindeki enkesit alanı değeri aşağıdaki şekilde doğrusal interpolasyon ile bulunabilir:



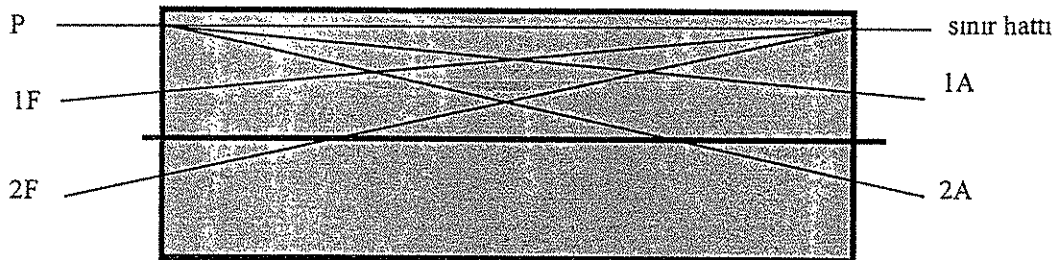
$$A = 181 + \frac{8.23}{13}(191 - 181) = 187.33 \text{ m}^2$$

Yaklaşık yaralı bölme boyu $\ell = \frac{v_w}{\mu A} = \frac{4910}{0.80 \times 187.33} = 32.76 \text{ m}$

Örnek 1.3

36 metre boyunda, 12 metre genişliğinde ve 3.6 metre derinliğinde olan ve 2.4 m. su çekimi ile yüzen dikdörtgenler prizması şeklinde bir dubanın yaralı bölme boyu eğrisini 5 ordinat ile çizin.

Cözüm:



Orijinal durumdaki deplasman $\nabla_0 = L \times B \times T = 36 \times 12 \times 2.4 = 1036.8\text{m}^3$

Paralel trim hattı :

Paralel trim hattında su çekimi $T = D - 0.075 = 3.6 - 0.075 = 3.525\text{m}$

Yaralı durumdaki deplasman $\nabla_1 = L \times B \times D = 36 \times 12 \times 3.525 = 1522.8\text{m}^3$

Yaralı bölme hacmi $v_w = \nabla_1 - \nabla_0 = 1522.8 - 1036.8 = 486\text{m}^3$

Ortalama enkesit alanı $A = B \times D = 12 \times 3.525 = 42.3\text{m}^2$

Yaralı bölme boyu $\ell = \frac{v_w}{A} = \frac{486}{42.3} = 11.489\text{m}$

1A :

Kıç su çekimi $T_K = D = 3.525\text{m}$

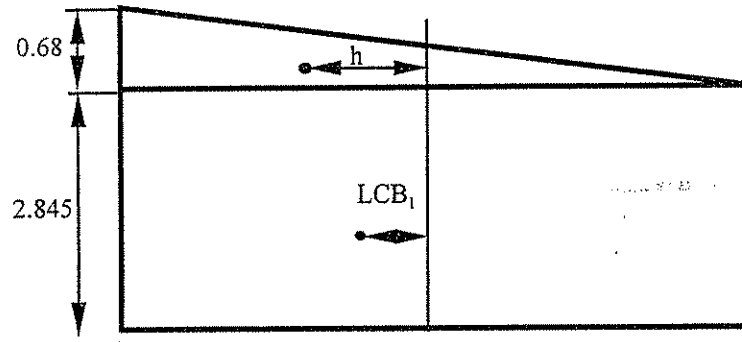
Baş su çekimi $T_B = D - \frac{H}{3} = D - \frac{1.6 \times D - 1.5 \times T}{3} = 3.525 - \frac{1.6 \times 3.525 - 1.5 \times 2.4}{3} = 2.845\text{m}$

Ortalama su çekimi $T_o = \frac{T_B + T_K}{2} = \frac{3.525 + 2.845}{2} = 3.185\text{m}$

Yaralı durumda deplasman $\nabla_1 = L \times B \times T_o = 36 \times 12 \times 3.185 = 1375.92\text{m}^3$

Yaralı bölme hacim/merkezi $v_w = \nabla_1 - \nabla_0 = 1375.92 - 1036.8 = 339.12\text{m}^3$

Yaralı durumda hacim merkezi $LCB_1 = \frac{36 \times 0.68 \times 12 \times 0.5 \times 6}{1375.92} = 0.64\text{m (kıça)} \checkmark$



Yaralı bölme hacim merkezi

$$x_w = \frac{\nabla_1 \times LCB_1 - \nabla_0 \times LCB_0}{v_w} = \frac{1375.92 \times 0.64}{339.12} = 2.6\text{m}$$

Ortalama enkesit alanı

$$A = B \times (2.845 + 0.68 \times \frac{18 - 2.6}{36}) = 37.63\text{m}^2$$

Yaralı bölme boyu

$$\ell = \frac{v_w}{A} = \frac{339.12}{37.63} = 9.01\text{m}$$

2A :

Kıç su çekimi $T_K = D = 3.525\text{m}$

Baş su çekimi

$$T_B = D - \frac{2H}{3} = D - 2 \frac{1.6 \times D - 1.5 \times T}{3} = 3.525 - 2 \frac{1.6 \times 3.525 - 1.5 \times 2.4}{3} = 2.165\text{m}$$

Ortalama su çekimi

$$T_o = \frac{T_B + T_K}{2} = \frac{3.525 + 2.165}{2} = 2.845\text{m}$$

Yaralı durumda deplasman

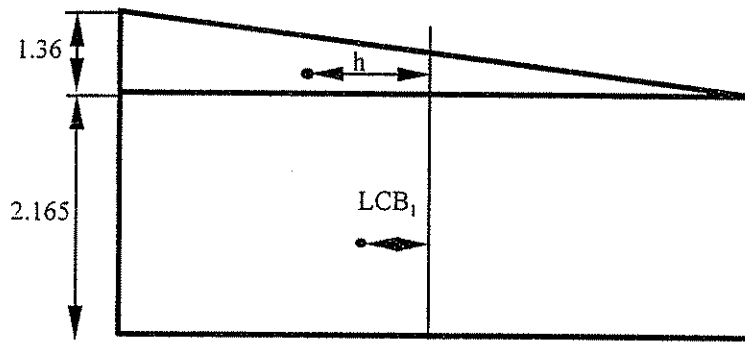
$$\nabla_1 = L \times B \times T_o = 36 \times 12 \times 2.845 = 1129.04\text{m}^3$$

Yaralı bölme hacim merkezi

$$v_w = \nabla_1 - \nabla_0 = 1129.04 - 1036.8 = 192.24\text{m}^3$$

Yaralı durumda hacim merkezi

$$LCB_1 = \frac{36 \times 1.36 \times 12 \times 0.5 \times 6}{1129.04} = 1.56\text{m (kıç)}_a$$



Yaralı bölme hacim merkezi

$$x_w = \frac{\nabla_1 \times LCB_1 - \nabla_0 \times LCB_0}{v_w} = \frac{1129.04 \times 1.56}{192.24} = 9.16\text{m}$$

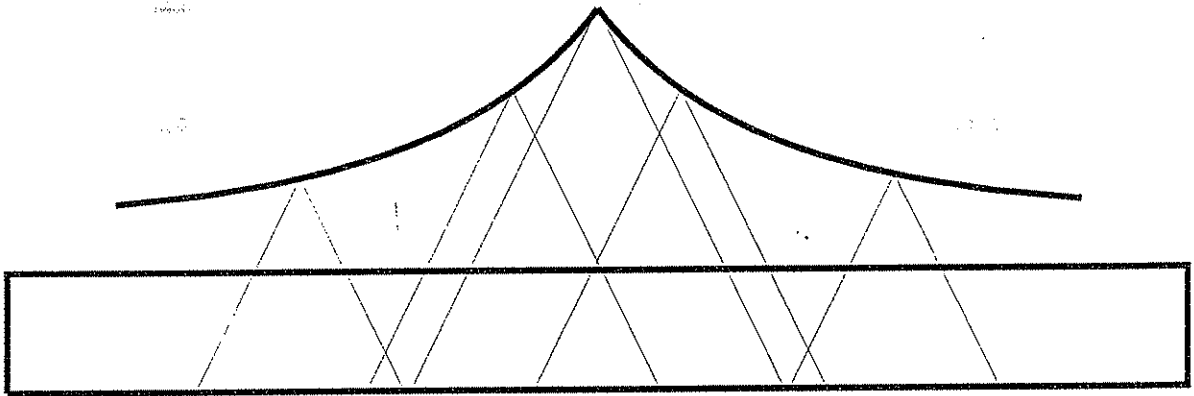
Ortalama enkesit alanı

$$A = B \times (2.165 + 1.36 \times \frac{18 - 9.16}{36}) = 29.99 \text{ m}^2$$

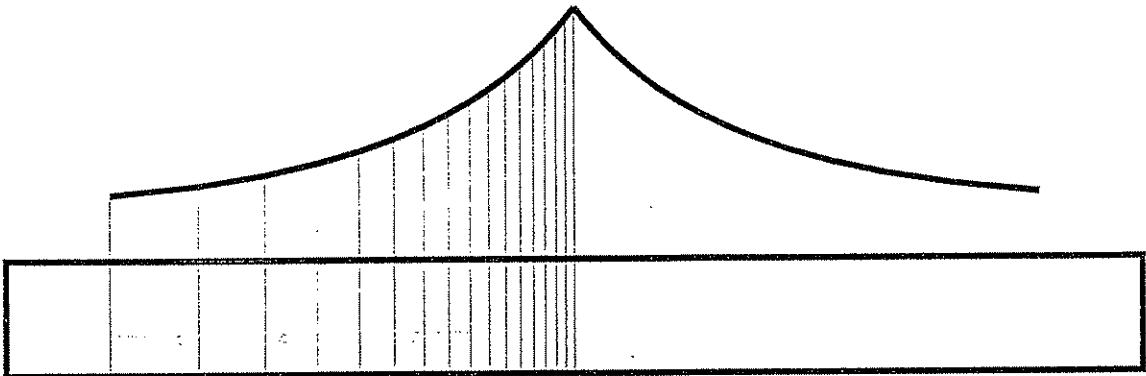
Yaralı bölme boyu

$$\ell = \frac{v_w}{A} = \frac{192.24}{29.99} = 6.41 \text{ m}$$

	ℓ (m)	x (m)
2A	6.41	8.84
1A	9.01	15.4
P	11.489	18
1F	9.01	20.6
2F	6.41	27.16



Yukarıdaki örnekte ele alınan dubanın yaralı bölme eğrisi daha çok sayıda su hattı alınarak daha hassas olarak bulunabilir. İzleyen tablolarda simetriden dolayı sadece kıç taraf dikkate alınmakta ve kıç trim değerinin $x=0, 0.1, 0.2, \dots$ değerleri için sistematik olarak yaralı bölme merkezi ve boyu hesaplanmaktadır.



x	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
$T_0 = \frac{2D-x}{2}$	3.525	3.475	3.425	3.375	3.325	3.275	3.225	3.175	3.125
$\nabla_1 = LB \frac{2D-x}{2}$	1522.8	1501.2	1479.6	1458	1436.4	1414.8	1393.2	1371.6	1350
$v_w = LB(\frac{2D-x}{2} - T)$	486	464.4	442.8	421.2	399.6	378	356.4	334.8	313.2
$LCB_1 = \frac{Lx}{12(\frac{2D-x}{2} - T)}$	0	0.09	0.175	0.266	0.361	0.458	0.558	0.661	0.768
$x_w = \frac{Lx}{12(\frac{2D-x}{2} - T)}$	0	0.279	0.585	0.923	1.297	1.714	2.182	2.710	3.310
$A_0 = B \left[D - x(0.5 + \frac{x_w}{L}) \right]$	42.3	41.69	41.06	40.41	39.727	39.014	38.26	37.468	36.617
$\ell = \frac{L(\frac{2D-x}{2} - T)}{D - x(0.5 + \frac{x_w}{L})}$	11.489	11.140	10.784	10.424	10.059	9.689	9.314	8.936	8.553

x	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7
$T_0 = \frac{2D-x}{2}$	3.075	3.025	2.975	2.925	2.875	2.825	2.755	2.725	2.675
$\nabla_1 = LB \frac{2D-x}{2}$	1328.4	1306.8	1285.2	1263.6	1242	1220.4	1198.8	1177.2	1155.6
$v_w = LB(\frac{2D-x}{2} - T)$	291.6	270	248.4	226.8	205.2	183.6	162	140.4	118.8
$LCB_1 = \frac{Lx}{12(\frac{2D-x}{2} - T)}$	0.878	0.992	1.109	1.231	1.356	1.487	1.622	1.761	1.907
$x_w = \frac{Lx}{12(\frac{2D-x}{2} - T)}$	4	4.8	5.739	6.857	8.211	9.882	12	14.769	18.546
$A_0 = B \left[D - x(0.5 + \frac{x_w}{L}) \right]$	35.7	34.7	33.596	32.357	30.942	29.288	27.3	24.823	21.591
$\ell = \frac{L(\frac{2D-x}{2} - T)}{D - x(0.5 + \frac{x_w}{L})}$	8.168	7.781	7.394	7.009	6.632	6.269	5.934	5.656	5.502

Örnek 1.4*başına göre aynı hacim (4800 m³)*

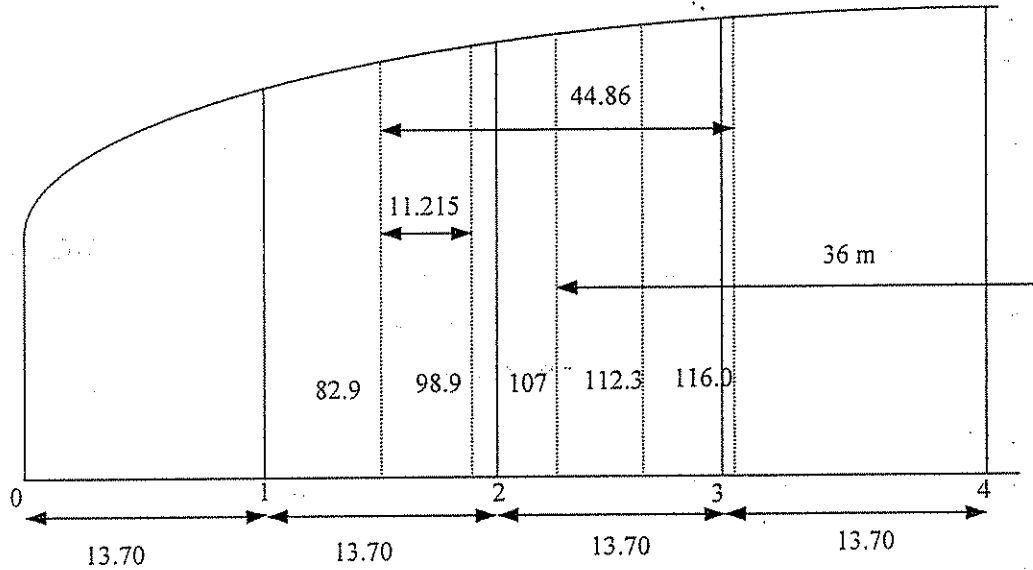
Bir geminin, hacim merkezi gemi ortasından 36 metre kıç tarafta bulunan 4800 m³ hacmindeki bir bölmesi yaralandığında gemi sınır hattına teğet olmaktadır. Bu durumda gemi kıçından itibaren gemi ortasına kadar 13.70 metre aralıklı olarak enkesit alanları aşağıdaki tabloda verilmektedir.

İstasyon	0	1	2	3	4	5
Alan (m ²)	58.05	88.75	104.05	111.50	116.13	

Yaralı bölme boyunu belirleyin.

Cözüm :

Yaralı bölme boyunun hacim merkezinin bölme ortasında olduğunu kabul edelim. Böylece yaralı bölme ortasının gemi ortasına uzaklığı 36 metre olacaktır. İlk tahmini yaralı bölme boyu $\ell = \frac{V_w}{A}$ formülü ile bulunabilir. Buradaki A değeri 36 metre uzaklıktaki alan değeri olup aşağıdaki şekilden 107 m² olarak bulunabilir. Buna göre $\ell = 44.86$ m olarak elde edilir. Bu boy değerinin bölme iki yanına dağıtılması ile:



Alan (m ²)	SM	Çarpım	MK	Çarpım
116.0	1	116.0	2	232.0
112.3	4	449.2	1	449.2
107.0	2	214.0	0	0
98.9	4	395.6	-1	-395.6
82.9	1	82.9	-2	-165.8

$$\Sigma_1 = 1257.7$$

$$\Sigma_2 = 119.8$$

$$v_w = \frac{s}{3} \sum_1 = \frac{112.5}{3} 1257.7 = 4701.7 \text{ m}^3$$

$$\text{Hacim farkı} : 4800 - 4701.7 = 98.3 \text{ m}^3$$

$$\text{Gerekli boy artımı} : \frac{98.3}{4701.1} 44.86 = 0.94 \text{ m}$$

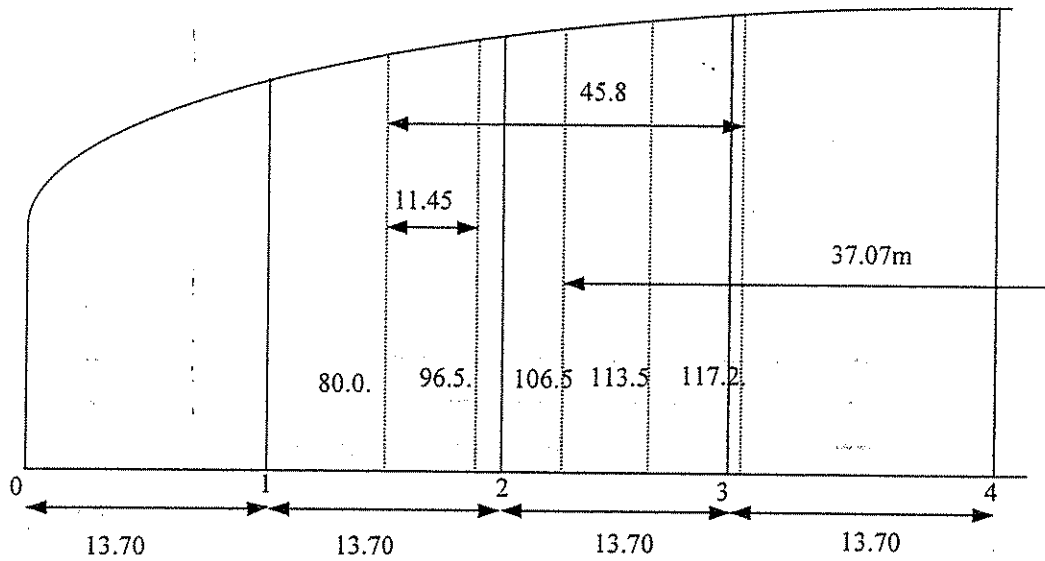
$$\text{Yeni yaralı bölme boyu} : 44.86 + 0.94 = 45.8 \text{ m}$$

$$\text{LCB} = s \frac{\sum_2}{\sum_1} = 11.215 \frac{119.8}{1257.7} = 1.07 \text{ m}$$

$$\text{Yeni bölmenin ortası} : 36 + 1.07 = 37.07 \text{ m}$$

$$\text{Yeni bölme boyu} : 45.8 \text{ m}$$

$$s = 45.8 / 4 = 11.45 \text{ m}$$



Alan (m ²)	SM	Çarpım	MK	Çarpım
117.2	1	117.2	2	234.4
113.5	4	454.0	1	454.0
106.5	2	213.0	0	0
96.5	4	386.0	-1	-386.0
80.0	1	80.0	-2	-160.0

$$\sum_1 = 1250.2$$

$$\sum_2 = 129.0$$

$$V_w = \frac{s}{3} \Sigma_1 = \frac{11.45}{3} 1250.2 = 4771.6 \text{ m}^3$$

$$\text{Hacim farkı} : 4800 - 4771.6 = 28.4 \text{ m}^3$$

$$\text{LCB} = s \frac{\Sigma_2}{\Sigma_1} = 11.45 \frac{125.0}{1250.2} = 1.14 \text{ m}$$

$$x_w = 37.07 - 1.14 = 35.93 \text{ m.}$$

Ödev 1.2 : Deplasman tonajı $\Delta=420$ ton olan bir geminin yoğunluğu $\rho=1.025 \text{ t/m}^3$ olan deniz suyunda sınır hattına teğet olarak yüzerken 4 metre eşit aralıkla ölçülen kesit alanları kıç dikeyden itibaren aşağıdaki gibidir:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.0	5.0	9.4	13.1	15.9	17.2	18.0	18.1	15.2	9.8	0.0

Geminin yaralanmadan önceki sephiye merkezi gemi ortasından 0.23 metre başadır. Geminin yaralanma sonucu kaybettiği sephiye miktarını ve yaralı bölme merkezini bulun. (Yanıt: 85.4 ton ve 8.814 metre ortadan başa)

8.841

Ödev 1.3 : Boyu $L=80$ metre ve deplasman tonajı $\Delta=4200$ ton olan bir geminin yoğunluğu $\rho=1.025 \text{ t/m}^3$ olan deniz suyunda sınır hattına teğet olarak yüzerken eşit aralıkla ölçülen kesit alanları kıç dikeyden itibaren aşağıdaki gibidir:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.0	23.2	43.7	60.8	73.9	78.4	83.5	84.0	70.6	45.5	0.0

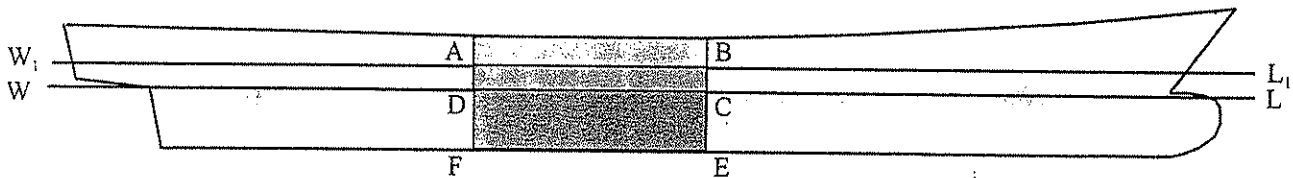
Geminin yaralanmadan önceki sephiye merkezi gemi ortasından 0.50 metre kıçadır. Yaralanan bölmenin permeabilitesi 0.70 olduğuna göre geminin yaralanma sonucu kaybettiği sephiye miktarını ve yaralı bölme merkezini bulun. (Yanıt : 476.13 t, 37.56 m)

1.6. Yaralanma Hesapları

Bir yaralanma durumunda geminin kaybedilme riskinin belirlenmesi için öncelikle değişik yaralanma senaryolarının geliştirilmesi ve herbir senaryo için geminin yaralı durumda incelenmesi gerekir. Bu senaryolarda kullanılacak bölme sayı ve kombinasyonları genellikle Uluslararası konvansiyonlar ile belirlenir. Herbir yaralanma senaryosunda aşağıdaki karakteristikler belirlenmelidir:

1. Yaralı su hattı, trim ve meyil miktarları
2. Yaralı durumdaki stabilite

Bu karakteristikleri belirlemede iki ayrı yaklaşım kullanılabilir. Bu yaklaşımları açıklamak üzere **Şekil 1.15** daki gibi bir geminin merkezi bir bölmesinin yaralandığını düşünelim.



Şekil 1.15.

Başlangıçta WL su hattında yüzen gemi merkezi bölmenin yaralanması sonucu bölmeye dolan su nedeniyle W_1L_1 su hattına kadar paralel batacaktır. Bölme merkezde ve simetrik olduğundan herhangi bir meyil veya trim olmayacaktır. Son durumda gemiye ABEF hacmindeki deniz suyunun ağırlığı kadar ek bir ağırlığın eklenmiş olduğu düşünülebilir. Bu ek ağırlığı dengeleyecek olan ek sephiye W_1L_1LW dilimi ile temsil edilmektedir.

Bölmenin yaralanması ile gemiye eklendiği varsayılan ağırlığı bulabilmek için ABEF hacminin ve dolayısıyla A ve B noktalarının geçtiği W_1L_1 su hattının bilinmesi gereklidir ki bu su hattı önceden bilinmediği için ancak tahmin edilebilir. Tahmin edilen su hattı için ek ağırlık ve ek sephiye hesaplanarak bu ikisi belli bir yaklaşıklık sınırı içinde eşitlenene kadar iterasyon yapılır. Bu yaklaşım **Eklenen Ağırlık Yöntemi** olarak bilinir. Eklenen ağırlık yöntemi aşağıdaki gibi formüle edilebilir:

Bölmeye giren suyun yaratacağı ek kuvvet ve momentler geminin yapacağı paralel batma, meyil ve trim ile karşılanacak ve bir denge durumuna ulaşılabilecektir. Bu durumda yaralı bölmedeki suyun hacmi v , ağırlığı $w=v.\rho$ olsun. Geminin ilk durumdaki deplasman hacmi ∇_0 ve deplasman tonajı Δ_0 ise

$$\nabla_1 = \nabla_0 + v \quad \Delta_1 = \Delta_0 + w$$

yazılabilir. Yaralanma sonucu oluşacak paralel batma

$$p = \frac{v\mu}{A_{WP} - a_{WP}}$$

Burada A_{WP} orijinal durumdaki su hattı alanı ve a_{WP} yaralı bölme su hattı olup, μ bölmenin permeabilitesidir. Geminin ilk durumdaki ağırlık merkezi KG_0 ve yaralı bölmenin ağırlık merkezi Kg ise son durumdaki ağırlık merkezi

$$KG_1 = \frac{\Delta_0 KG_0 + wKg}{\Delta_1}$$

olacaktır. Sephiye merkezinin yüksekliği ilk durumda KB_0 ise son durumda

$$KB_1 = \frac{\left(T + \frac{p}{2}\right)v + \nabla_0 KB_0}{\nabla_1}$$

olacaktır. Metasantr yarıçapını bulmak için su hattı atalet momentinden yaralı bölmeye ait etkin olmayan kısımları çıkarmak gerekir.

$$BM = \frac{I - i}{\nabla_1}$$

Bu durumda son durumdaki metasantr yüksekliği

$$GM = KB_1 + BM - KG_1$$

ile bulunabilir.

Probleme ikinci yaklaşımda CEFD bölmesine su dolması ile bu bölmedeki sephiyenin kaybedildiği ve bu kayıp sephiyenin W_1ADW ve BL_1LC dilimlerindeki ek sephiye ile dengelendiği kabul edilir. CEFD kayıp sephiyesi orijinal su hattı altında olduğundan kolayca hesaplanabilir. W_1ADW ve BL_1LC ek sephiyeleri de W_1L_1 yaralı su hattının AB yaralı kısmı ihmal edilerek 1 cm batma tonajından bulunabilir. ABCD kısmında ek ağırlık ve ek sephiye birbirini yok ederler ve böylece geminin toplam ağırlığı sabit kalır. Bu yaklaşım **Kayıp Sephiye Yöntemi** olarak bilinir.

Kayıp sephiye yönteminde başlangıçtaki deplasman hacmi ∇ , deplasman tonajı Δ ve ağırlık merkezinin omurgadan yüksekliği KG sabit kalacaktır. Yaralanma sonucu oluşacak paralel batma eklenen ağırlık yönteminde olduğu gibi hesaplanabilir. Sephiye merkezinin yaralanmadan sonraki konumu

$$KB_1 = \left(T + \frac{p}{2} \right) v + \nabla KB_0$$

$$KB_0 +$$

$$\frac{v \cdot b \cdot b_1}{\nabla}$$

$$KB_0 + \frac{v \cdot b \cdot b_1}{\nabla} = \frac{v \cdot (T + \frac{p}{2} - KB_0)}{\nabla}$$

Yaralı bölme ile kayıp hacim merkezi ile orijinal sепhiye merkezi arasındaki mesafes $KB_1 = T + \frac{p}{2}$

Burada p paralel batmayı, T orijinal su çekimini, KB_0 orijinal durumdaki sепhiye merkezinin omurgadan yüksekliğini ve ∇ deplasman hacmini temsil etmektedir. Yaralanma sonucu metasentr yarıçapı aşağıdaki şekilde bulunabilir:

$$BM = \frac{I - i}{\nabla}$$

Burada I orijinal su hattı atalet momenti ve i yaralı bölmenin atalet momentidir. Bu durumda son durumdaki metasentr yüksekliği

$$GM = KB_1 + BM - KG_1$$

ile bulunabilir.

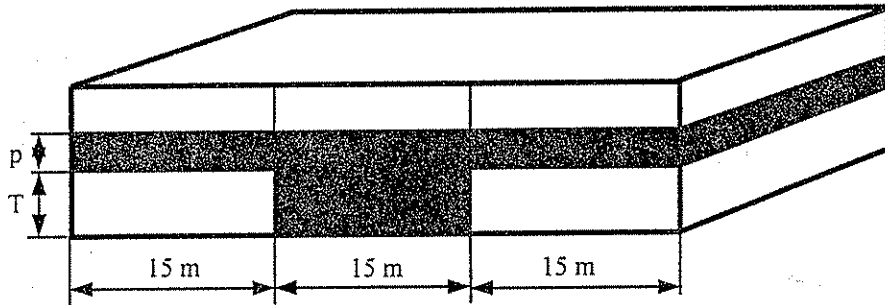
Eklenen ağırlık ve kayıp sепhiye yöntemleri ile yapılan hesaplamalar sonucu farklı GM değerleri bulunacaktır. Ancak her iki yöntem sonucu bulunan ΔGM değerleri, yani stabilite momentleri aynı olacaktır. Eklenen ağırlık yöntemi ile yapılan hesaplarda bulunan GM değeri Δ_0/Δ_1 ile çarpılarak kayıp sепhiye yönteminde bulunacak GM değeri elde edilebilir. Burada Δ_0 orijinal deplasman ve Δ_1 yaralanma sonucu ortaya çıkan deplasman değeridir.

Kayıp sепhiye yönteminin uygulaması genelde daha kolaydır ancak orijinal durumdaki su hattının özellikleri kullanıldığından özellikle su hattı formunun değişiklikler gösterdiği durumlarda duyarlılığı düşüktür. Buna karşılık eklenen ağırlık yönteminde yaralı su hattının özellikleri kullanıldığından yöntem daha duyarlıdır ancak yaralı su hattı önceden bilinmediğinden iterasyon gereklidir. Bu nedenle yöntem fazla işlem ve zaman gerektirir.

Yaralı bölmenin üst yüzeyi yaralı su hattından daha aşağıda ise bölmeye giren su miktarı kolayca hesaplanabilir ve bu durumda eklenen ağırlık yöntemi rahatça kullanılabilir. Ancak üst yüzeyi açık bölmelerde kayıp sепhiye yöntemi çok daha avantajlıdır.

Örnek 1.5

Boy $L=45$ metre ve genişliği $B=10$ metre olan dikdörtgenler prizması şeklinde bir duba tatlı suda $T=1.8$ metre su çekimi ile yüzmektedir. Dubanın tam ortasında bulunan $\ell = 15$ metre boyunda bir bölmenin yaralanması sonucu $\varphi=10^\circ$ meyil açısında oluşan doğrultma momentini kayıp sephiye ve eklenen ağırlık yöntemleri ile hesaplayın. Dubanın ağırlık merkezinin yüksekliği $KG=1.8$ metre olarak verilmektedir.

Cözüm:**a) Kayıp sephiye yöntemi : Δ ve KG sabit**

$$\text{Paralel batma : } p = \frac{v_w}{A_{WP} - a_{WP}} = \frac{15 \times 10 \times 1.8}{45 \times 10 - 15 \times 10} = 0.9 \text{ m.}$$

$$\text{Yeni su çekimi : } T_1 = T_0 + p = 1.8 + 0.9 = 2.7 \text{ m.}$$

$$GM = KB + BM - KG$$

$$KB = T_1/2 = 2.7/2 = 1.35 \text{ m.}$$

$$BM = \frac{I - i}{\nabla} = \frac{\frac{10^3 \times 45}{12} - \frac{10^3 \times 15}{12}}{45 \times 10 \times 1.8} = 3.09 \text{ m.}$$

$$GM = 1.35 + 3.09 - 1.8 = 2.64 \text{ m.}$$

$$M_D = \Delta G \sin \varphi = 45 \times 10 \times 1.8 \times 2.64 \times \sin 10 = 371.3 \text{ tm}$$

b) Eklenen ağırlık yöntemi : Δ ve KG değişken

$$BM = \frac{I - i}{\nabla_1} = \frac{\frac{10^3 \times 45}{12} - \frac{10^3 \times 15}{12}}{45 \times 10 \times 2.7} = 2.06 \text{ m.}$$

$$KB_1 = KB + BB_1 = KB + \frac{v_w}{\nabla} b b_1 = KB + \frac{v_w}{\nabla} (kb_1 - kb)$$

$$KB_1 = \frac{T_0}{2} + \frac{v_w}{\nabla} (kb_1 - kb) = \frac{1.8}{2} + \frac{270}{810} (2.25 - 0.9) = 1.35 \text{ m}$$

Bu işlem aynı şekilde yapılır.

$$KB_1 = \frac{\nabla KB + v_w kb_1}{\nabla + v_w} = \frac{810 \times 1.35 + 270 \times 2.25}{810 + 270} = 1.35 \text{ m}$$

$$KG = \frac{\Delta_0 KG_0 + wKg}{\Delta_1} = \frac{10 \times 45 \times 1.8 \times 1.8 + 15 \times 10 \times 2.7 \times 1.35}{1215} = 1.65 \text{ m}$$

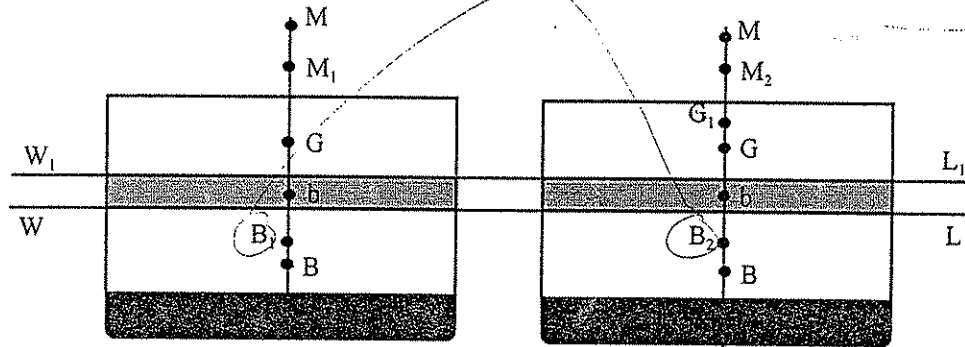
$$GM = 1.35 + 2.06 - 1.65 = 1.76 \text{ m}$$

$$M_D = \Delta_1 G_m \sin \phi = 45 \times 10 \times 2.7 \times 1.76 \times \sin 10 = 371.3 \text{ tm}$$

Örnek 1.6

Yaralı bir gemi için kayıp sephiye ve eklenen ağırlık yöntemleri ile hesaplanan doğrultucu momentlerin aynı olacağını gösterin.

Çözüm:



Kayıp Sephiye

Eklenen Ağırlık

Kayıp Sephiye Yöntemi :

Sephiye merkezindeki değişim

$$BB_1 = \frac{v_w b g}{\nabla_0} \quad \text{g neti } G?$$

Metasantr yüksekliği

$$GM_1 = B_1 M_1 - B_1 G = B_1 M_1 - BG + BB_1$$

$$GM_1 = \frac{I_1 - i}{\nabla_0} - BG + \frac{v_w b g}{\nabla_0} \quad \delta b$$

Doğrultucu moment

$$\Delta_0 GM_1 \phi = [\rho(I_1 - i) - \Delta_0 BG + \omega b g] \phi$$

Eklenen Ağırlık Yöntemi :

Sephiye merkezindeki değişim

$$BB_2 = \frac{v_w Bb}{V_0 + v_w}$$

Ağırlık merkezindeki değişim

$$GG_1 = \frac{\omega Gg}{\Delta_0 + \omega} \quad \text{neri}$$

Metasantr yüksekliği

$$G_1 M_2 = B_2 M_2 - B_2 G = B_1 M_2 - BG + BB_2 + GG_1$$

$$G_1 M_2 = \frac{I_1 - i}{V_0 + v_w} - BG + \frac{\omega}{\Delta_0 + \omega} (Bb + Gg)$$

Doğrultucu moment

$$(\Delta_0 + \omega) G_1 M_2 \varphi = [\rho(I_1 - i) - \Delta_0 BG + \omega(Bb + Gg)] \varphi$$

$$(\Delta_0 + \omega) G_1 M_2 \varphi = [\rho(I_1 - i) - \Delta_0 BG + \omega Bg] \varphi$$

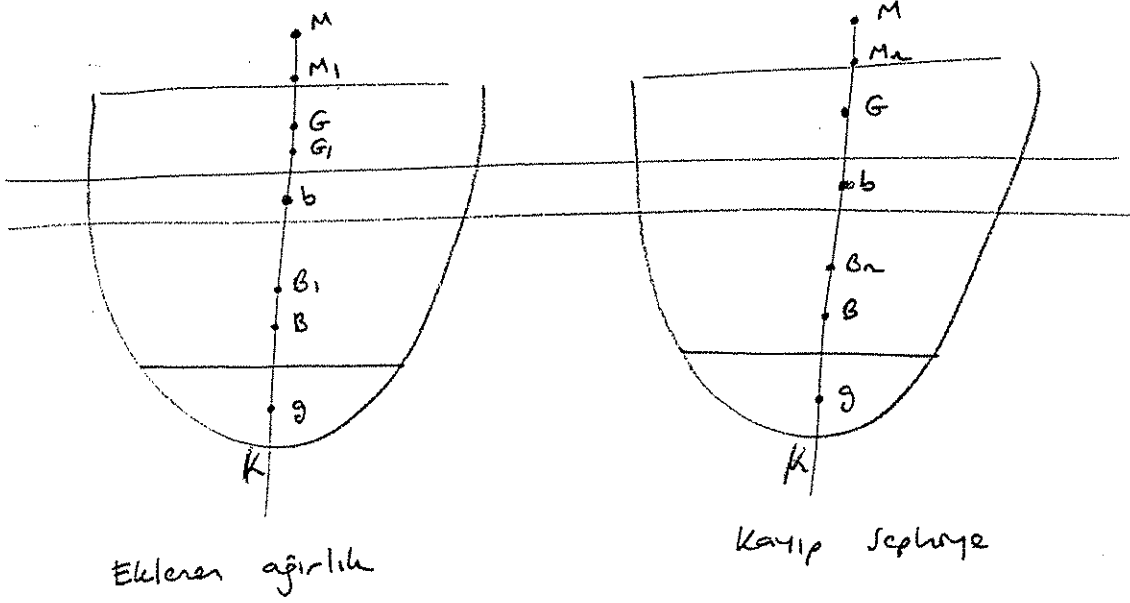
Sonuç

$$\Delta_0 GM_1 \varphi = (\Delta_0 + \omega) G_1 M_2 \varphi$$

Ödev 1.4 : L=15 metre boyunda, B=3.5 metre genişliğinde dikdörtgenler prizması şeklinde bir duba T=0.6 metre su çekimi ile yüzerken ağırlık merkezinin omurgadan yüksekliği KG=0.6 metre olarak verilmektedir. Dubanın ortasında 5 metre boyunda bir bölme yaralanmaktadır. Yaralanma sonrası metasantr yüksekliğini (GM) kayıp sephiye ve eklenen ağırlık yöntemleri ile hesaplayın.

(Yanıt . Kayıp sephiye 0.984 metre, Eklenen ağırlık 0.656 metre)

ÖRNEK 1.6



$$(\nabla_0 + \nabla_w) G_1 M_1 = \nabla_0 G M_2$$

$$(\nabla_0 + \nabla_w) \left[\frac{k_B \nabla_0 + \nabla_w k_b}{\nabla_0 + \nabla_w} + \frac{I_1 - i}{\nabla_0 + \nabla_w} - \frac{k_G \nabla_0 + \nabla_w k_g}{\nabla_0 + \nabla_w} \right] \stackrel{?}{=}$$

$$\nabla_0 \left[\frac{k_B \nabla_0 + \nabla_w b_g}{\nabla_0} + \frac{I_1 - i}{\nabla_0} - k_G \right]$$

$$k_B \nabla_0 + \nabla_w k_b + I_1 - i - k_G \nabla_0 - \nabla_w k_g \stackrel{?}{=} k_B \nabla_0 + \nabla_w b_g + I_1 - i - k_G \nabla_0$$

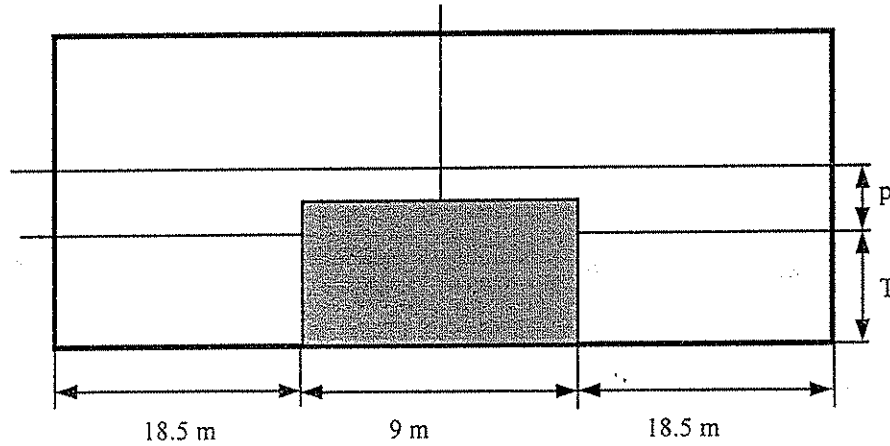
$$\nabla_w k_b - \nabla_w k_g \stackrel{?}{=} \nabla_w b_g$$

$$\nabla_w (k_b - k_g) = \nabla_w b_g$$

$$\underline{\nabla_w b_g = \nabla_w b_g}$$

Örnek 1.7

L=46 metre boyunda, B=8 metre genişliğinde dikdörtgenler prizması şeklinde bir duba T=2.5 metre su çekimi ile yüzmektedir. Dubanın ortasında bulunan 9 metre boyunda bir bölme bordadan bordaya uzanmakta olup omurgadan yüksekliği 2.65 metre olan bir güverte ile sınırlanmıştır. Bu bölmenin yaralanması sonucu son su çekimini ve başlangıç stabilitesindeki kaybı kayıp sephiye yöntemi kullanarak belirleyen. Bölmenin permeabilitesi $\mu=0.8$ ve deniz suyu yoğunluğu 1.025 t/m^3 alınacaktır.

Çözüm:

$$p = \frac{v_w \mu}{A_{wp}} = \frac{9 \times 8 \times 2.65 \times 0.8}{46 \times 8} = 0.44 \text{ m}$$

$$T_1 = T + p = 2.5 + 0.44 = 2.94 \text{ m}$$

$$GM_1 = KB_1 + BM_1 - KG$$

$$KB_1 = \frac{2 \times 18.5 \times 8 \times 2.94 \times \frac{2.94}{2} + 9 \times 8 \times (2.94 - 2.65) \left(2.65 + \frac{2.94 - 2.65}{2} \right)}{46 \times 8 \times 2.5} = 1.454 \text{ m}$$

Su hattı formu değişmediğinden

$$BM_1 = BM$$

Toplam ağırlık değişmediğinden

$$KG_1 = KG$$

$$\delta GM = \delta KB = KB_1 - KB = 1.454 - \frac{2.5}{2} = 0.204 \text{ m}$$

$$KB_1 = \frac{KB \Delta_0 + v_w b b_1}{\Delta_0} = \frac{1.25 \times 920 + 1923 \times 1.395}{920}$$

Örnek 1.8

$L=106$ metre boyunda, $B=15$ metre genişliğinde dikdörtgenler prizması şeklinde bir duba $T=6$ metre su çekimi ile yüzmektedir. Dubanın başında bulunan 10 metre boyunda bir bölme bordadan bordaya uzanmakta olup omurgadan yüksekliği 6 metre olan bir güverte ile sınırlanmıştır. Bu bölmenin yaralanması sonucu kış su çekimi 5.1 metre olarak ölçülmektedir. Yaralanan bölmenin permeabilitesinin 0.8-1.0 arasında olduğu bilinmektedir. $GM_L = BM_L$ kabulü ile eklenen ağırlık yöntemini kullanarak yaralı bölmenin permeabilitesini bulun.

Cözüm:

Paralel batma
$$p = \frac{v_w \mu}{A_{wp}} = \frac{10 \times 15 \times 6 \times \mu}{106 \times 15} = 0.566\mu$$

Trim açısı
$$\tan \psi = \frac{\omega d}{\Delta_1 GM_L}$$

$$GM_L \cong BM_L = \frac{I_L}{\nabla_1} = \frac{BL^3}{12LBT_1} = \frac{L^2}{12T_1}$$

 $\mu=1.0$ için

$$p = 0.566\mu = 0.566$$

$$BM_L = \frac{L^2}{12T_1} = \frac{106 \times 106}{12 \times (6 + 0.566)} = 142.6\text{m}$$

$$\tan \psi = \frac{\omega d}{\Delta_1 BM_L} = \frac{6 \times 10 \times 15 \times 1.025 \times 1 \times (53 - 5)}{(106 \times 15 \times 6.566 \times 1.025) \times 142.6} = 0.029$$

$$t = L \tan \psi = 0.029 \times 106 = 3.08\text{m}$$

$$T_K = T + p - \frac{t}{2} = 6 + 0.566 - \frac{3.08}{2} = 5.026\text{m}$$

 $\mu=0.8$ için

$$p = 0.566\mu = 0.453$$

$$BM_L = \frac{L^2}{12T_1} = \frac{106 \times 106}{12 \times (6 + 0.453)} = 145.2\text{m}$$

$$\tan \varphi = \frac{\omega d}{\Delta_1 BM_L} = \frac{6 \times 10 \times 15 \times 1.025 \times 0.8 \times (53 - 5)}{(106 \times 15 \times 6.453 \times 1.025) \times 145.2} = 0.023$$

$$t = L \tan \psi = 0.023 \times 106 = 2.459 \text{ m}$$

$$T_k = T + p - \frac{t}{2} = 6 + 0.453 - \frac{2.459}{2} = 5.22 \text{ m}$$

Yaralı bölme permeabilitesi doğrusal interpolasyon ile bulunabilir:

$$\mu = 1 - (1 - 0.8) \frac{5.1 - 5.026}{5.22 - 5.026} = 0.925$$

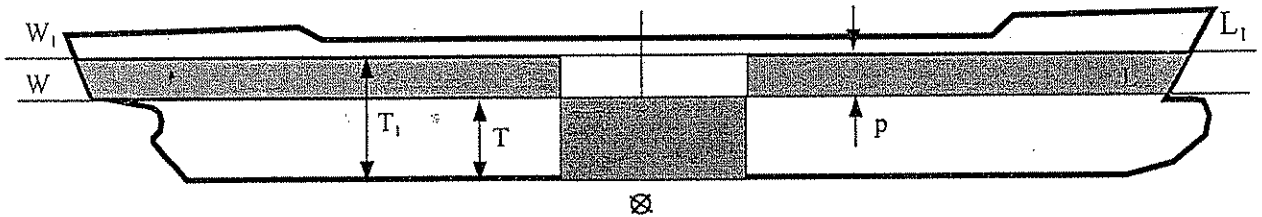
1.7. Yaralanmanın Gemi Üzerindeki Etkileri

Bir geminin su geçirmez dış kaplaması üzerinde herhangi bir noktada herhangi bir nedenle bir yaralanma oluşması halinde bu yaradan gemi içindeki bölmeye su girecek ve bir denge durumuna ulaşılana kadar su dolmaya devam edecektir. Ciddi bir yaralanmada birden fazla bölmeye su dolması ve geminin kaybedilmesi olasıdır. Bu olasılık iki nedenden olabilir:

1. Gemiye dolan su sonucu geminin ağırlığını karşılayacak sephiye miktarının kalmaması
2. Yaralanmanın herhangi bir ara aşamasında doğrultucu moment kolunun negatif olması ve geminin devrilmesi.

Genel olarak daha fazla bölmeye sahip bir geminin yaralanma durumunda kaybedilme olasılığı daha düşük olacaktır.

Geminin çatışma veya karaya oturma gibi bir nedenle yaralanması durumunda bu yaradan içeri giren suyun etkileri üç grupta incelenebilir; paralel batma, trim ve meyil.



a) **Paralel batma** : Geminin deplasmanı yaranma sonrası sabit kalacağından yaralı bölme giren su yaranmayan kısımların deplasmanına eşit olana kadar gemi paralel batma yapacaktır. Yani

$$pA_{WP} = v_w \mu + a_{WP} p \Rightarrow p = \frac{\mu v_w}{A_{WP} - a_{WP}}$$

Burada, p paralel batma, v_w yaralı bölme hacmi, μ yaralı bölmenin permeabilitesi, A_{WP} geminin yaranma öncesi su hattı alanı, a_{WP} yaralı bölmenin su hattı alanıdır.

b) **Meyil** : Yaralanma iskele-sancak yönünde simetrik değil ise gemi yaralı sephiye merkezi ağırlık merkezi ile üst üste gelene kadar su almaya devam edecektir. Yaralı durumdaki başlangıç stabilitesi aşağıdaki metasantr yüksekliği ile belirlenebilir.

$$GM_1 = KB_1 + B_1 M_1 - KG$$

Kayıp sephiye yönteminde geminin deplasmanı ve ağırlık merkezinin değişmediği varsayıldığından KG sabit kalır. Paralel batmadan dolayı sephiye merkezinin düşey konumu değişecek ve $KB_1 > KB$ olacaktır. Metasantr yarıçapı aşağıdaki şekilde değişecektir.

$$B_1 M_1 = \frac{I_T}{\nabla} = \frac{I_{T0} - (A_{WP} - a_{WP})e_y^2 - i_T - a_{WP}y_w^2}{\nabla} = \frac{I_{T0} + A_{WP}e_y^2 - i_T - a_{WP}(y_w + e_y)^2}{\nabla}$$

Burada

I_{T0}	Geminin yaranma öncesi enine atalet momenti
i_T	Yaralı bölmenin enine atalet momenti
y_w	Yaralı bölme merkezinin orijinal yüzme merkezine uzaklığı
e_y	Yüzme merkezindeki enine kayma miktarı

$$e_y = \frac{a_{WP} y_w}{A_{WP} - a_{WP}}$$

Buradan meyil açısı $\tan \phi = \frac{wy_w}{\Delta GM_1}$ formülü ile bulunur. Burada $w = v_w \mu$ bölmeye giren suyun ağırlığıdır.

c) **Trim** : Geminin baş veya kıç tarafında bir bölmenin yaranması durumunda yaranmamış kısmın sephiye merkezi ile ağırlık merkezi aynı düşey doğru üzerine gelene kadar gemi trim yapacaktır.

Yaralı bölmeye su girmesi ile bir trim momenti M_T oluşacak ve gemi $t = \frac{M_T}{M_{T1}}$ kadar

trim yapacaktır. Burada $M_{T1} = \frac{\Delta GM_L}{L}$ formülü ile bulunur. GM_L boyuna metasantr yüksekliği olup $GM_L = KB_1 + B_1 M_L - KG$ boyuna formülü ile hesaplanır. Burada boyuna metasantr yarıçapı

$$B_1 M_L = \frac{I_L}{\nabla} = \frac{I_{L0} - (A_{WP} - a_{WP})e_x^2 - i_L - a_{WP}x_w^2}{\nabla} = \frac{I_{L0} + A_{WP}e_x^2 - i_L - a_{WP}(x_w + e_x)^2}{\nabla}$$

formülü ile bulunabilir. Burada

- I_{L0} Geminin yaranılma öncesi boyuna atalet momenti
- i_L Yaralı bölmenin boyuna atalet momenti
- x_w Yaralı bölme merkezinin orijinal yüzme merkezine uzaklığı
- e_x Yüzme merkezindeki boyuna kayma miktarı

$$e_x = \frac{a_{WP} x_w}{A_{WP} - a_{WP}}$$

Buradan trim açısı $\tan \psi = \frac{wx_w}{\Delta GM_L}$ formülü ile bulunur. Burada $w = v_w \mu \rho$ bölmeye giren suyun ağırlığıdır. Toplam trimin bulunması ile baş ve kıç su çekimlerindeki değişim miktarları

$$h = t \left(\frac{1}{2} + \frac{e}{L} \right) \quad u = t \left(\frac{1}{2} - \frac{e}{L} \right)$$

ile bulunabilir. Burada t trim, e ise yüzme merkezinin boyuna konumunu göstermektedir.

Ödev 1.5

Yaralı durumdaki enine atalet momentine ait aşağıdaki formüllerin özdeşliğini gösterin

$$I_T = I_{T0} - (A_{WP} - a_{WP})e_y^2 - i_T - a_{WP}y_w^2 = I_{T0} + A_{WP}e_y^2 - i_T - a_{WP}(y_w + e_y)^2$$

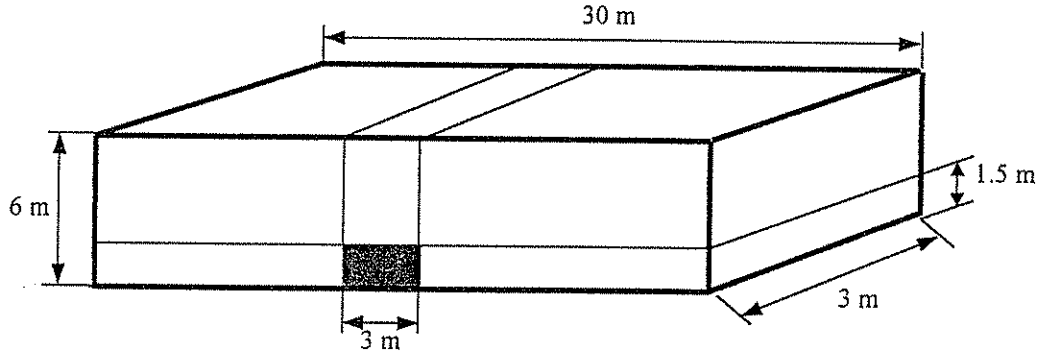
Ödev 1.6

Yaralı durumdaki boyuna atalet momentine ait aşağıdaki formüllerin özdeşliğini gösterin

$$I_L = I_{L0} - (A_{WP} - a_{WP})e_x^2 - i_L - a_{WP}x_w^2 = I_{L0} + A_{WP}e_x^2 - i_L - a_{WP}(x_w + e_x)^2$$

Örnek 1.9

$L=30$ metre boyunda, $B=3$ metre genişliğinde, $D=6$ metre yüksekliğinde dikdörtgenler prizması şeklinde bir duba tatlı suda $T=1.5$ metre su çekimi ile yüzmektedir. Dubanın tam ortasında bulunan 3 metre boyunda ve bordadan bordaya uzanan bir bölme yaranmaktadır. Yaralanma sonrası su çekimini bulun.



Başlangıçtaki deplasman

$$\nabla_0 = L \times B \times T = 30 \times 3 \times 1.5 = 135 \text{ m}^3$$

Yaralı bölme hacmi

$$v_w = \ell \times B \times T = 3 \times 3 \times 1.5 = 13.5 \text{ m}^3$$

Paralel batma

$$p = \frac{v_w}{A_{WP} - a_{WP}} = \frac{13.5}{90 - 9} = 0.1666 \text{ m}$$

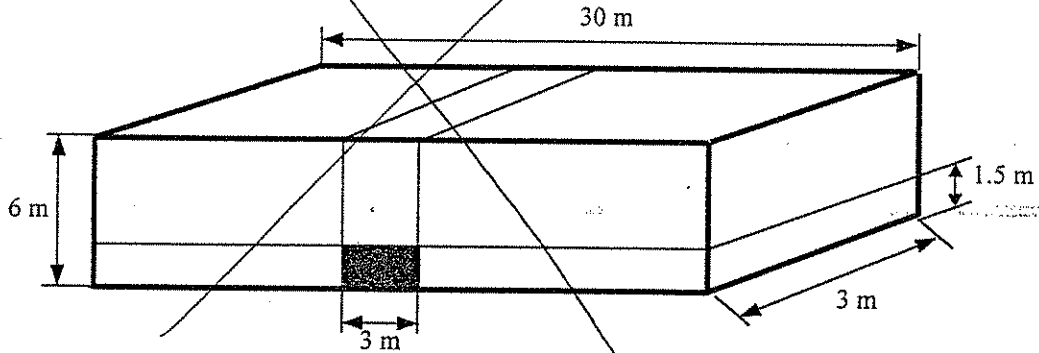
Son su çekimi

$$T_1 = T + p = 1.5 + 0.1666 = 1.6666 \text{ m}$$

Örnek 1.10

1.9 ile aynı

$L=30$ metre boyunda, $B=3$ metre genişliğinde, $D=6$ metre yüksekliğinde dikdörtgenler prizması şeklinde bir duba tatlı suda $T=1.5$ metre su çekimi ile yüzmektedir. Dubanın tam ortasında bulunan 3 metre boyunda ve bordadan bordaya uzanan bir bölme yaranmaktadır. Yaralanma sonrası su çekimini bulun.



Başlangıçtaki deplasman

~~$$\nabla_0 = L \times B \times T = 30 \times 3 \times 1.5 = 135 \text{ m}^3$$~~

Yaralı bölme hacmi

~~$$v_w = \ell \times B \times T = 3 \times 3 \times 1.5 = 13.5 \text{ m}^3$$~~

Paralel batma

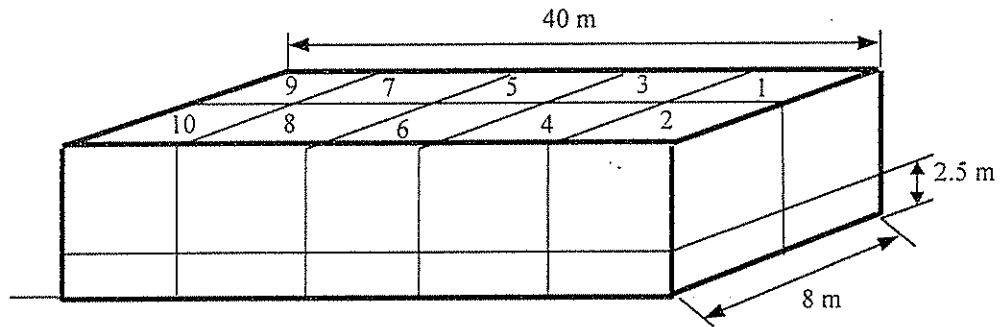
~~$$p = \frac{v_w}{A_{WP} - a_{WP}} = \frac{13.5}{90 - 9} = 0.1666 \text{ m}$$~~

Son su çekimi

~~$$T_1 = T + p = 1.5 + 0.1666 = 1.6666 \text{ m}$$~~

Örnek 1.11

L= 40 metre boyunda, B=8 metre genişliğinde dikdörtgenler prizması şeklinde bir duba tatlı suda T=2.5 metre su çekimi ile yüzmektedir. Duba bir boyuna ve dört enine perde ile 10 eşit bölmeye ayrılmıştır. Dubanın ağırlık merkezi omurgadan 2.5 metre yukarıda olup tüm bölmelerin permeabilitesi birimdir. 3,5 ve 7 nolu bölmelerin yaralanması halinde dubanın köşelerindeki son su çekimlerini bulun.



Başlangıçtaki deplasman

$$\nabla_0 = L \times B \times T = 40 \times 8 \times 2.5 = 800 \text{ m}^3$$

Yaralı bölme hacmi

$$v_w = \ell \times B \times T = 24 \times 4 \times 2.5 = 240 \text{ m}^3$$

Paralel batma

$$p = \frac{v_w}{A_{WP} - a_{WP}} = \frac{240}{320 - 96} = 1.071 \text{ m}$$

Yeni su çekimi

$$T_1 = T + p = 2.5 + 1.071 = 3.571 \text{ m}$$

Sephiye merkezinin yüksekliği

$$KB = \frac{T_1}{2} = \frac{3.571}{2} = 1.7855 \text{ m}$$

Yüzme eksenindeki kayma

$$e_y = \frac{a_{WP} y_w}{A_{WP} - a_{WP}} = \frac{96 \times 2}{320 - 96} = 0.857 \text{ m}$$

Enine atalet momenti

$$I = I_0 - (A_{WP} - a_{WP}) e_y^2 - i - a_{WP} y_w^2$$

$$I = \frac{40 \times 8^3}{12} - (320 - 96) \times 0.857^2 - \frac{24 \times 4^3}{12} - 96 \times 2^2 = 1030.15 \text{ m}^4$$

Enine metasantr yarıçapı

$$BM = \frac{I}{\nabla_0} = \frac{1030.15}{800} = 1.288 \text{ m}$$

Enine metasantr yüksekliği

$$GM = KB + BM - KG = 1.7855 + 1.288 - 2.5 = 0.5735 \text{ m}$$

Meyil açısı

$$\tan \varphi = \frac{w \times y_w}{\Delta \times GM} = \frac{240 \times 2}{800 \times 0.5735} = 1.046 \Rightarrow \varphi = 46.3^\circ$$

Meyil miktarı

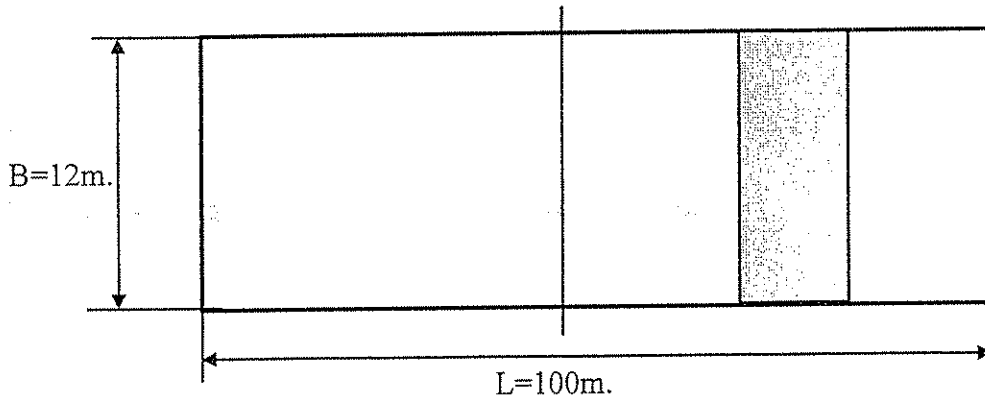
$$m_1 = \left(\frac{B}{2} + e_y \right) \tan \varphi = \left(\frac{8}{2} + 0.857 \right) \times 1.046 = 5.080 \text{ m}$$

$$m_2 = \left(\frac{B}{2} - e_y \right) \tan \varphi = \left(\frac{8}{2} - 0.857 \right) \times 1.046 = 3.288 \text{ m}$$

	İskele	Sancak
İlk su çekimi	2.5	2.5
Paralel batma	1.071	1.071
Meyil	5.080	-3.288
Son su çekimi	8.651	0.283

Örnek 1.12.

$L=100$ metre boyunda, $B=12$ metre genişliğinde dikdörtgenler prizması şeklinde bir duba tatlı suda $T=3$ metre su çekimi ile yüzmektedir. Dubanın ağırlık merkezi omurgadan 5 metre yukarıda olup dubanın 8 ve 9 nolu istasyonları arasında permeabilitesi 0.9 olan bir bölme yaralanmaktadır. Kayıp sephiye yöntemini kullanarak yaralanma sonrası baş ve kıç su çekimlerini bulun.



Başlangıçtaki deplasman

$$\nabla_0 = L \times B \times T = 100 \times 12 \times 3 = 3600 \text{ m}^3$$

Yaralı bölme hacmi

$$v_w = \ell \times B \times T = 10 \times 12 \times 3 = 360 \text{ m}^3$$

Paralel batma

$$p = \frac{v_w \mu}{A_{wp} - a_{wp}} = \frac{360 \times 0.9}{1200 - 120} = 0.3 \text{ m}$$

Yeni su çekimi

$$T_1 = T + p = 3 + 0.3 = 3.3 \text{ m}$$

Sephiye merkezinin yüksekliği

$$KB = \frac{T_1}{2} = \frac{3.3}{2} = 1.65 \text{ m}$$

Yüzme eksenindeki kayma

$$e_x = \frac{a_{wp} x_w}{A_{wp} - a_{wp}} = \frac{120 \times 35}{1200 - 120} = 3.888 \text{ m}$$

Boyuna atalet momenti

$$I_L = I_0 + A_{wp} e_x^2 - i - a_{wp} (x_w + e_x)^2$$

$$= \frac{12 \times 100^3}{12} + 1200 \times 3.888^2 - \frac{12 \times 10^3}{12} - 120 \times (35 + 3.888)^2 = 835667 \text{ m}^4$$

Boyuna metasentr yarıçapı

$$BM_L = \frac{I_L}{\nabla_0} = \frac{835667}{3600} = 232.13 \text{ m}$$

Boyuna metasantr yüksekliği $GM_L = KB + BM_L - KG = 1.65 + 232.13 - 5 = 228.78m$

Trim açısı $\tan \psi = \frac{w \times x_w}{\Delta \times GM_L} = \frac{360 \times 35}{3600 \times 228.78} = 0.0153 \rightarrow \psi = 0,9^\circ$

Trim miktarı $t = L \tan \psi = 100 \times 0.0153 = 1.53m$

Baş trim miktarı $t_B = t \left(\frac{1}{2} + \frac{e_x}{L} \right) = 1.53 \times \left(\frac{1}{2} + \frac{3.888}{100} \right) = 0.824m$

Kıç trim miktarı $t_K = t \left(\frac{1}{2} - \frac{e_x}{L} \right) = 1.53 \times \left(\frac{1}{2} - \frac{3.888}{100} \right) = 0.706m$

	Baş (m)	Kıç (m)
İlk su çekimi	3	3
Paralel Batma	0.3	0.3
Trim	0.824	-0.706
Son su çekimi	4.124	2.594

ÖDEV 1.7 : L= 100 metre boyunda, B=35 metre genişliğinde dikdörtgenler prizması şeklinde bir duba tatlı suda T=10 metre su çekimi ile yüzmektedir. Dubanın ağırlık merkezi omurgadan 14.5 metre yukarıda olup dubanın ortasında 50 metre boyunda permeabilitesi 0.75 olan bir bölme yaralandığında dubanın dengeli olarak yüzemeyeceğini gösterin. (Yanıt : GM= -0.65m)

ÖDEV 1.8 : L= 45.5 metre boyunda, B=7 metre genişliğinde dikdörtgenler prizması şeklinde bir duba tatlı suda T=2.43 metre su çekimi ile yüzmektedir. Dubanın ağırlık merkezi omurgadan 2.58 metre yukarıda olup dubanın ortasında 9.1 metre boyunda bir bölme yaralandığında dubanın dengeli olarak yüzebileceğini gösterin. (Yanıt : GM= 0.283m)

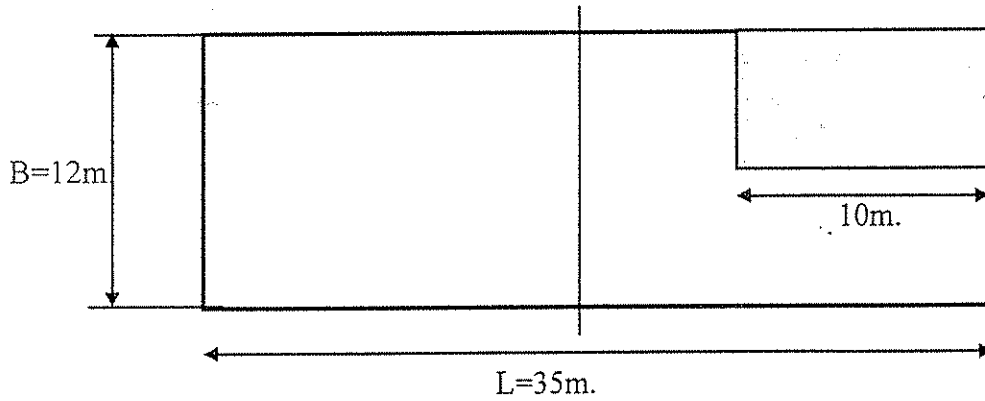
ÖDEV 1.9 : L= 122 metre boyunda, B=23 metre genişliğinde dikdörtgenler prizması şeklinde bir duba tatlı suda T=8 metre su çekimi ile yüzmektedir. Dubanın ağırlık merkezi omurgadan 7.6 metre yukarıdadır. Dubanın ortasında 15.2 metre boyunda bir merkez bölmesi boyuna bir perde ile bölünmüştür. Sancak tarafındaki bölme yaralandığında dubanın yapacağı meyil açısını bulun. (Yanıt : 11.3°)

?

ÖDEV 1.10 : $L=30.5$ metre boyunda, $B=12.2$ metre genişliğinde dikdörtgenler prizması şeklinde bir duba tatlı suda $T=3.05$ metre su çekimi ile yüzmektedir. Dubanın ağırlık merkezi omurgadan 1.52 metre yukarıdadır. Dubanın ortasında enine bir perde bulunmakta olup bu perdenin baş tarafında 12.2 metre uzaklıkta ikinci bir perde bulunmaktadır. Bu iki perde arasındaki bölme yaralandığında baş ve kıç su çekimleri ne olur? (Yanıt : $7.909m$ ve $3.447m$)

Örnek 1.13.

$L=35$ metre boyunda, $B=12$ metre genişliğinde dikdörtgenler prizması şeklinde bir duba tatlı suda $T=3$ metre su çekimi ile yüzmektedir. Dubanın ağırlık merkezi omurgadan 2.75 metre yukarıdadır. Dubanın bir köşesindeki 10 metre boyunda ve 6 metre genişliğinde bir bölme yaralanmaktadır. Kayıp sephiye yöntemini kullanarak yaralanma sonrası her bir köşedeki son su çekimlerini bulun.



Başlangıçtaki deplasman

$$\nabla_0 = L \times B \times T = 35 \times 12 \times 3 = 1260m^3$$

Yaralı bölme hacmi

$$v_w = \ell \times B \times T = 10 \times 6 \times 3 = 180m^3$$

Paralel batma

$$p = \frac{v_w \mu}{A_{wp} - a_{wp}} = \frac{180}{420 - 60} = 0.5m$$

Yeni su çekimi

$$T_1 = T + p = 3 + 0.5 = 3.5m$$

Sephiye merkezinin yüksekliği

$$KB = \frac{T_1}{2} = \frac{3.5}{2} = 1.75m$$

Yüzme eksenindeki enine kayma

$$e_y = \frac{a_{wp} y_w}{A_{wp} - a_{wp}} = \frac{60 \times 3}{420 - 60} = 0.5m$$

Yüzme eksenindeki boyuna kayma

$$e_x = \frac{a_{wp} x_w}{A_{wp} - a_{wp}} = \frac{60 \times 12.5}{420 - 60} = 2.083m$$

Enine atalet momenti

$$I = I_0 + A_{wp}e_y^2 - i - a_{wp}(y_w + e_y)^2 = \frac{35 \times 12^3}{12} + 420 \times 0.5^2 - \frac{10 \times 6^3}{12} - 60 \times (3 + 0.5)^2 = 4230 \text{m}^4$$

Boyuna atalet momenti

$$I_L = I_0 + A_{wp}e_x^2 - i - a_{wp}(x_w + e_x)^2 \\ = \frac{12 \times 35^3}{12} + 420 \times 2.083^2 - \frac{6 \times 10^3}{12} - 60 \times (12.5 + 2.083)^2 = 31437.5 \text{m}^4$$

Enine metasantr yarıçapı

$$BM = \frac{I}{\nabla_0} = \frac{4230}{1260} = 3.357 \text{m}$$

Boyuna metasantr yarıçapı

$$BM_L = \frac{I_L}{\nabla_0} = \frac{31437.5}{1260} = 24.95 \text{m}$$

Enine metasantr yüksekliği

$$GM = KB + BM - KG = 1.75 + 3.357 - 2.75 = 2.357 \text{m}$$

Boyuna metasantr yüksekliği

$$GM_L = KB + BM_L - KG = 1.75 + 24.95 - 2.75 = 23.95 \text{m}$$

Meyil açısı

$$\tan \varphi = \frac{w \times y_w}{\Delta \times GM} = \frac{180 \times 3}{1260 \times 2.357} = 0.182 \rightarrow \varphi = 10.3^\circ$$

Trim açısı

$$\tan \psi = \frac{w \times x_w}{\Delta \times GM_L} = \frac{180 \times 12.5}{1260 \times 23.95} = 0.0746 \rightarrow \psi = 4.26^\circ$$

Meyil miktarı

$$m = B \times \tan \varphi = 12 \times 0.182 = 2.184 \text{m}$$

Sancak meyil miktarı

$$m_s = m \left(\frac{1}{2} - \frac{e_y}{B} \right) = 2.184 \left(\frac{1}{2} - \frac{0.5}{12} \right) = 1.001 \text{m}$$

İskele meyil miktarı

$$m_i = m \left(\frac{1}{2} + \frac{e_y}{B} \right) = 2.184 \left(\frac{1}{2} + \frac{0.5}{12} \right) = 1.183 \text{m}$$

Trim miktarı

$$t = L \times \tan \psi = 35 \times 0.0746 = 2.611 \text{m}$$

Baş trim miktarı

$$t_B = t \left(\frac{1}{2} + \frac{e_x}{L} \right) = 2.611 \left(\frac{1}{2} + \frac{2.083}{35} \right) = 1.46 \text{m}$$

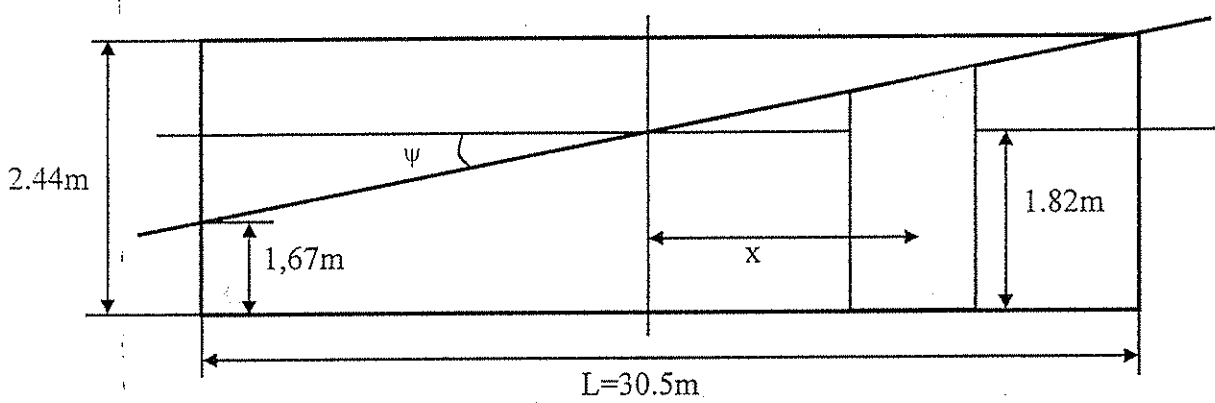
Kıç trim miktarı

$$t_K = t \left(\frac{1}{2} - \frac{e_x}{L} \right) = 2.611 \left(\frac{1}{2} - \frac{2.083}{35} \right) = 1.15 \text{m}$$

	Baş-İskele A	Baş-Sancak B	Kıç-İskele C	Kıç-Sancak D
İlk su çekimi	3	3	3	3
Paralel Batma	0.5	0.5	0.5	0.5
Meyil	1.183	-1.001	1.183	-1.001
Trim	1.46	1.46	-1.15	-1.15
Son su çekimi	6.143	3.959	3.533	1.349

Örnek 1.14.

$L = 30.5$ metre boyunda, birim genişlikte ve 2.44 metre derinliğinde dikdörtgenler prizması şeklinde bir duba tatlı suda $T = 1.82$ metre su çekimi ile yüzmektedir. Dubanın başını su seviyesine getirecek ve kıçta 1.67 metre su çekimi bırakacak yaralı bölme boyunu ve bölme hacim merkezinin mastoriden uzaklığını bulun. Yaralı bölmenin permeabilitesi 0.6 alınacaktır.



Ortalama su çekimi

$$T_1 = \frac{T_B + T_K}{2} = \frac{1.67 + 2.44}{2} = 2.055\text{m.}$$

Paralel batma

$$p = T_1 - T = 2.055 - 1.82 = 0.235\text{m}$$

Tabaka hacmi

$$v_w = L p = 30.5 \times 0.235 = 7.168\text{m}^3$$

Yaralı bölme hacmi

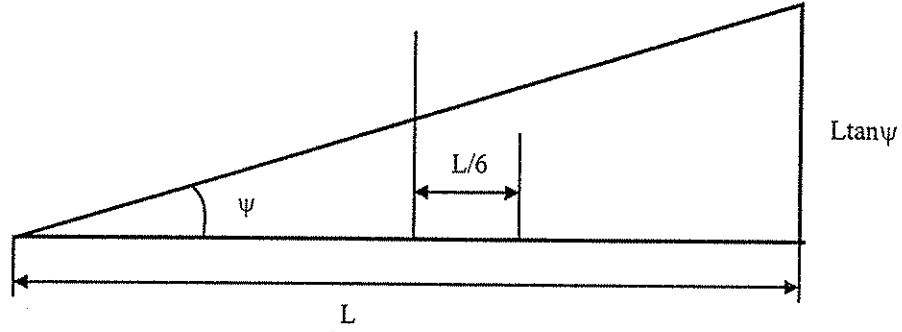
$$v = \frac{v_w}{\mu} = \frac{7.168}{0.6} = 11.95\text{m}^3$$

Trim açısı

$$\tan \psi = \frac{T_B - T_K}{L} = \frac{2.44 - 1.67}{30.5} = 0.025$$

Trim momenti

$$M_T = \left(\frac{1}{2} L^2 \cdot L \tan \psi \right) \frac{L}{6} = \frac{1}{12} L^3 \tan \psi = v_w x$$



Bölme merkezinin mastoriden uzaklığı

$$x = \frac{L^3 \tan \psi}{12 v_w} = \frac{30.5^3 \times 0.025}{12 \times 7.168} = 8.25 \text{ m}$$

x noktasındaki su çekimi

$$T_{8.25} = 1.67 + 0.025 \times 23.5 = 2.26 \text{ m}$$

Yaralı bölme boyu

$$\ell = \frac{v}{T_{8.25}} = \frac{11.95}{2.26} = 5.29 \text{ m}$$

Örnek 1.15.

Bir gemide su hattı alanı $a_{wp}=100\text{m}^2$ olan bir bölme yaralanmaktadır. Bölmenin alan merkezi gemi ortasından 65 metre baş tarafta ve orta simetri ekseninden 12 metre sancak taraftadır. Bölmenin su hattına kadar olan hacmi $v_w=810\text{m}^3$ olup hacim merkezi gemi ortasından 64.75 metre baş tarafta, orta simetri ekseninden 11.5 metre sancak tarafta ve omurgadan 5.1 metre yukardadır. Bölmenin hacim permeabilitesi 0.70 olarak verilmektedir. Gemi yaralanmadan önce 9.5 metre ortalama su çekimi ile yüzmektedir. Ve bu duruma ait hidrostatik değerler aşağıdaki gibidir. Yaralanma sonrası meyil ve trim miktarlarını bulun.

$\Delta(\text{ton})$	30000	$KM_L(\text{m})$	158
$KG(\text{m})$	8.75	$T_L(\text{ton/cm})$	42
$KM(\text{m})$	10.5	$LCF(\text{m})$	0.6(\text{baş})
$KB(\text{m})$	5.3	$\rho(\text{t/m}^3)$	1

NOT : Yaralı su hattına ait atalet momenti hesap edilirken yaralı bölmenin kendi eksenlerine göre atalet momentleri ihmal edilecek ve kayıp sephiye yöntemi uygulanacaktır.

Bölmeye giren su miktarı

$$w = v_w \rho \mu = 810 \times 1 \times 0.7 = 567 \text{ t}$$

Yaralı öncesi su hattı alanı

$$A_{wp} = \frac{100T_1}{\rho} = \frac{100 \times (42)}{1} = 4200 \text{ m}^2$$

Paralel batma

$$p = \frac{v_w \mu}{A_{wp} - a_{wp}} = \frac{567}{4200 - 100} = 0.138 \text{ m}$$

Su hattı alan merkezinin enine hareketi

$$e_y = \frac{a_{wp} y_w}{A_{wp} - a_{wp}} = \frac{100 \times 12}{4200 - 100} = 0.293 \text{ m}$$

Su hattı alan merkezinin boyuna hareketi

$$e_x = \frac{a_{wp} (x_w - LCF)}{A_{wp} - a_{wp}} = \frac{100 \times (65 - 0.6)}{4200 - 100} = 1.57 \text{ m}$$

Enine metasantr yüksekliği

$$GM = KB + BM - KG$$

Boyuna metasantr yüksekliği

$$GM_L = KB + BM_L - KG$$

Yaralanma öncesi metasantr yarıçapı

$$BM = KM - KB = 10.5 - 5.3 = 5.2 \text{ m (enine)}$$

Yaralanma öncesi metasantr yarıçapı

$$BM_L = KM_L - KB = 158 - 5.3 = 152.7 \text{ m (boyuna)}$$

Enine atalet momenti

$$I = \nabla \cdot BM + A_{wp} e_y^2 - i - a_{wp} (y_w + e_y)^2$$

$$= 30000 \times 5.2 + 4200 \times 0.293^2 - 100 \times (12 + 0.293)^2 = 141249 \text{ m}^4$$

Boyuna atalet momenti

$$I_L = \nabla \cdot BM_L + A_{wp} e_x^2 - i_L - a_{wp} (x_w + e_x)^2$$

$$= 30000 \times 152.7 + 4200 \times 1.57^2 - 100 \times (65 - 0.6 + 1.57)^2 = 4156149 \text{ m}^4$$

Yaralanma sonrası metasantr yarıçapı

$$BM = \frac{I}{\nabla} = \frac{141249}{30000} = 4.71 \text{ m (enine)}$$

Yaralanma sonrası metasantr yarıçapı

$$BM_L = \frac{I_L}{\nabla} = \frac{4156149}{30000} = 138.54 \text{ m (boyuna)}$$

Yaralanma öncesi enine metasantr yarıçapı : $BM = KM - KB = 10.5 - 5.3 = 5.2m$

Yaralanma öncesi boyuna metasantr yarıçapı : $BM_L = KM_L - KB = 158 - 5.3 = 152.7m$

Enine atalet momenti : $I_T = \nabla BM + A_{WP} e_y^2 - i - a_{WP} (y_w + e_y)^2$
 $= 30000 \times 5.2 + 4200 \times 0.293^2 - 100 \times (12 + 0.293)^2 = 141249m^4$

Boyuna atalet momenti : $I_L = \nabla BM_L + A_{WP} e_x^2 - i_L - a_{WP} (x_w + e_x)^2$
 $= 30000 \times 152.7 + 4200 \times 1.57^2 - 100 \times (65 - 0.6 + 1.57)^2 = 4156149m^4$

Yaralanma sonrası enine metasantr yarıçapı : $BM = \frac{I}{\nabla} = \frac{141249}{30000} = 4.71m$

Yaralanma sonrası boyuna metasantr yarıçapı : $BM_L = \frac{I_L}{\nabla} = \frac{4156149}{30000} = 138.54m$

Sepiye merkezindeki yükselme. $\mu v_w bb_1 = \nabla BB_1$

şekli bu eleman şekli
 $KB_1 = \frac{\nabla KB + \mu (T + \frac{p}{2})}{\nabla}$
hükümet!

$\mu v_w (T + \frac{p}{2} - 5.1) = \nabla BB_1$

$BB_1 = \frac{\mu v_w (T + \frac{p}{2} - 5.1)}{\nabla} = \frac{567(9.5 + \frac{0.138}{2} - 5.1)}{30000} = 0.084m$

$KB_1 = KB + BB_1 = 5.384m$

Enine metasantr yüksekliği

: $GM = KB_1 + BM - KG$
 $= 5.384 + 4.71 - 8.75 = 1.344m$

Boyuna metasantr yüksekliği

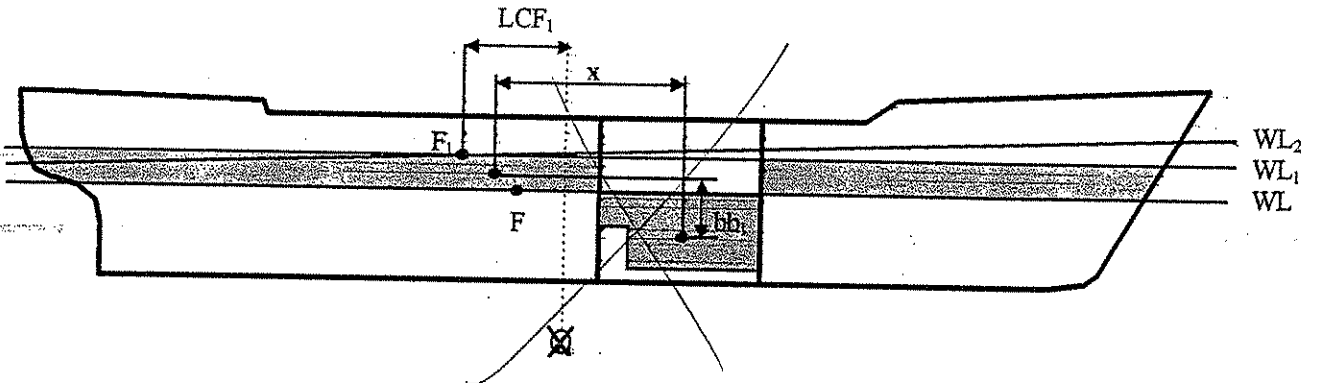
: $GM_L = KB_1 + BM_L - KG$
 $= 5.384 + 138.54 - 8.75 = 135.174m$

Meyil açısı

: $\tan \phi = \frac{wx_w}{\Delta GM} = \frac{567 \times 11.5}{30000 \times 1.344} = 0.162$

Trim açısı

: $\tan \psi = \frac{wy_w}{\Delta GM_L} = \frac{567 \times 64.75}{30000 \times 135.174} = 0.009$



Su hattı alan merkezinin enine konumu $e_y = \frac{a_{wp} y_w}{A_{wp} - a_{wp}} = \frac{7.9 \times 3.1 \times 3.2}{1300 - 7.9 \times 3.1} = 0.061m$

Enine metasantr yüksekliği $GM = KB + BM - KG$

Yaralanma öncesi metasantr yarıçapı $BM = KM - KB = 6.62 - 2.7 = 3.92m$ (enine)

Enine atalet momenti $I = \nabla \cdot BM + A_{wp} e_y^2 - i - a_{wp} (y_w + e_y)^2$
 $= 2927 \times 3.92 + 1300 \times 0.061^2 - \frac{7.9 \times 3.1^3}{12} - 7.9 \times 3.1 \times (3.2 + 0.061)^2 = 11198m^4$

Yaralanma sonrası metasantr yarıçapı $B_1 M_1 = \frac{I}{\nabla} = \frac{11198}{2937} = 3.825m$ (enine)

Yeni sephiye merkezi yüksekliği

$KB_1 = KB + BB_1 = KB + \frac{v_w \times bb_1}{\nabla} = 2.7 + \frac{122.5 \times (5 + \frac{0.096}{2} - 2.5)}{2937} = 2.806m$

Enine metasantr yüksekliği $GM = KB_1 + B_1 M_1 - KG = 2.806 + 3.825 - 4.52 = 2.11m$

Meyil açısı $\tan \phi = \frac{w \cdot x_w}{\Delta \cdot GM} = \frac{7.9 \times 3.1 \times 5 \times 1.025 \times 3.3}{3000 \times 2.11} = 0.065 \rightarrow \phi = 3.7^\circ$

ÖDEV 1.11.

120 metre boyunda bir gemi 4 metre ortalama su çekimi ile yüzerken deplasman hacmi $3140m^3$ tür ve bazı temel hidrostatik özellikleri aşağıdaki gibidir:

T_1 (ton)	1200	KG (m)	5.1
MT_1 (ton)	8000	KB (m)	2.2
LCF (m)	5.1 (kıç)	ρ (t/m ³)	1.025

Yaralanma sonucu baş tarafta $40 m^3$ hacminde bir bölme su almaktadır. Bölmenin su hattı alanı $20 m^2$ olup alan merkezi baş dikeyin 4.6 metre kıç tarafında ve omurgadan 2 metre yukarıdadır. Kayıp sephiye yöntemini kullanarak baş ve kıç su çekimlerini bulun.

Önemli
1.19.12
aynı

Sephiye merkezindeki yükselme

$$\mu \cdot v_w \cdot bb_1 = \nabla \cdot BB_1$$

$$\mu \cdot v_w \left(T + \frac{p}{2} - 5.1 \right) = \nabla \cdot BB_1$$

$$BB_1 = \frac{\mu \cdot v_w \left(T + \frac{p}{2} - 5.1 \right)}{\nabla} = \frac{567 \left(9.5 + \frac{0.138}{2} - 5.1 \right)}{30000} = 0.084 \text{ m}$$

$$KB_1 = KB + BB_1 = 5.384 \text{ m}$$

Enine metasantr yüksekliği

$$GM = KB + BM - KG = 5.384 + 4.71 - 8.75 = 1.344 \text{ m}$$

Boyuna metasantr yüksekliği

$$GM_L = KB + BM_L - KG = 5.384 + 138.54 - 8.75 = 135.17 \text{ m}$$

Meyil açısı

$$\tan \phi = \frac{w \cdot x_w}{\Delta \cdot GM} = \frac{567 \times 11.5}{30000 \times 1.344} = 0.162$$

Trim açısı

$$\tan \psi = \frac{w y_w}{\Delta GM_L} = \frac{567 \times 64.75}{30000 \times 135.174} = 0.009$$

Örnek 1.16.

120 metre boyunda bir gemi 5 metre ortalama su çekimi ile yüzerken hidrostatik özellikleri aşağıdaki gibidir:

Δ (ton)	3000	A_{wp} (m ²)	1300
KG(m)	4.52	KB(m)	2.7
KM(m)	6.62	ρ (t/m ³)	1.025

Yaralanma sonucu 7.9 metre boyunda 3.1 metre genişliğinde olan bir bölme su almaktadır. Bölme alan ve hacim merkezleri orta simetri ekseninin sırası ile 3.2m ve 3.3m iskele tarafındadır. Yaralanma sonucu oluşan meyil açısını bulun.

Deplasman hacmi

$$\nabla = \frac{\Delta}{\rho} = \frac{3000}{1.025} = 2937 \text{ m}^3$$

Paralel batma

$$p = \frac{v_w \mu}{A_{wp} - a_{wp}} = \frac{7.9 \times 3.1 \times 5}{1300 - 7.9 \times 3.1} = 0.096 \text{ m}$$

Yeni su hattı çekimi

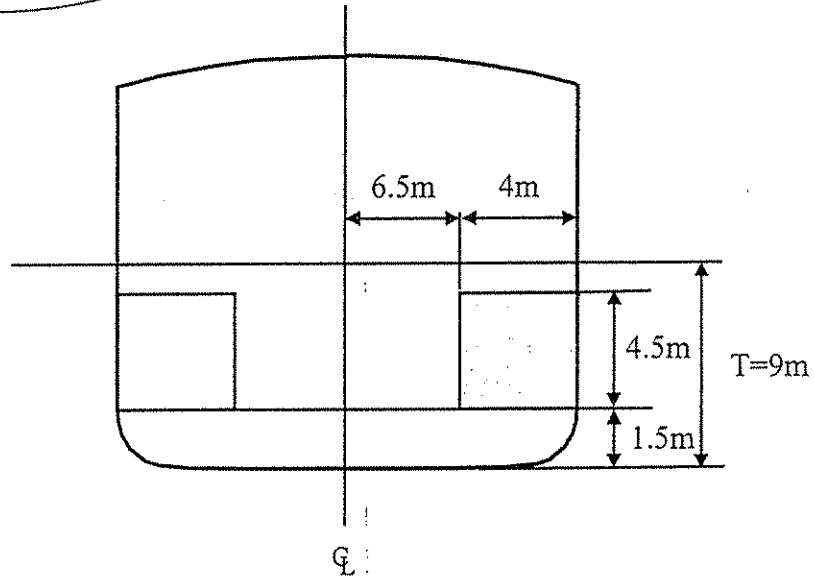
$$T_1 = T + p = 5 + 0.096 = 5.096 \text{ m}$$

Örnek 1.17.

Şekilde gösterilen su çekimi 9 metre olan bir geminin temel bazı hidrostatik özellikleri aşağıdaki gibidir:

$\Delta(\text{ton})$	20000	$T_1(\text{ton})$	25
$KG(\text{m})$	10	$KB(\text{m})$	4.65
$BM(\text{m})$	6.3	$\rho(\text{t/m}^3)$	1.025

Her biri 25 metre boyunda olan yan tanklardan birinin yaralanması halinde oluşan meyil açısını eklenen ağırlık yöntemiyle bulun.



Yaralı bölme hacmi

$$v = \ell b t = 25 \times 4 \times 4.5 = 450 \text{ m}^3$$

Bölmeye giren suyun ağırlığı

$$w = v \rho = 450 \times 1.025 = 461 \text{ ton}$$

Paralel batma

$$p = \frac{w}{T_1} = \frac{461}{25 \times 100} = 0.18 \text{ m}$$

Yeni su çekimi

$$T_1 = T + p = 9 + 0.18 = 9.18 \text{ m}$$

Bölmenin ağırlık merkezi

$$Kg = 1.5 + \frac{4.5}{2} = 3.75 \text{ m}$$

Yeni deplasman

$$\Delta_1 = \Delta + w = 20000 + 461 = 20461 \text{ t}$$

Ağırlık merkezinin yeni konumu

$$KG_1 = \frac{\Delta \times KG + w \times K_g}{\Delta_1} = \frac{20000 \times 10 + 461 \times 3.75}{20461} = 9.86m$$

Sephiye merkezinin yeni konumu

$$KB_1 = \frac{\nabla \times KB + v(T + \frac{p}{2})}{\nabla_1} = \frac{\frac{20000}{\rho} \times 4.65 + \frac{461}{\rho} (9 + \frac{0.18}{2})}{\frac{20461}{\rho}} = \frac{20000 \times 4.65 + 461 \times 9.09}{20461} = 4.75m$$

$I \ominus I_1$ olduğundan

Yeni metasantr yarıçapı

$$BM_1 = BM \frac{\nabla}{\nabla_1} = 6.3 \frac{20000/\rho}{2461/\rho} = 6.16m$$

Enine metasantr yüksekliği

$$GM = KB_1 + B_1M_1 - KG = 4.75 + 6.16 - 9.86 = 1.05m$$

Meyil açısı

$$\tan \varphi = \frac{w \times x_w}{\Delta GM} = \frac{461 \times (6.5 + 2)}{20461 \times 1.05} = 0.182 \Rightarrow \varphi =$$

Örnek 1.18.

120 metre boyunda, 15 metre genişliğinde bir gemi 5 metre ortalama su çekimi ile tatlı suda yüzerken baş taraftan aldığı bir yara sonucu iskeleye 7° meyil ve başa 1.2m trim yapmaktadır. Geminin yaralanmadan önceki bazı hidrostatik özellikleri aşağıdaki gibidir:

Δ (ton)	5000	C_{wp}	0.8
KG (m)	5.2	KB (m)	3.4
BM_L (m)	52	LCF (m)	0
BM (m)	2.96	ρ (t/m ³)	1.0

Yaralanma sonucu geminin su hattı formunun değişmediği varsayılmaktadır. Yaralı bölme 10 metre boyunda 6 metre genişliğinde olup bölmeye giren suyun ağırlık merkezinin omurgadan yüksekliği $K_g=2.8$ metredir. Eklenen ağırlık yöntemini kullanarak bölmeye giren suyun ağırlık merkezinin enine ve boyuna konumunu bulun. Bölmenin permeabilitesi 1 alınacaktır.

Yaralı bölme hacmi

$$v = \ell.b.t = 10 \times 6 \times 6 = 360m^3$$

Bölmeye giren suyun ağırlığı

$$w = v.\rho = 360 \times 1 = 360ton$$

Paralel batma

$$p = \frac{w}{A_{wp} - a_{wp}} = \frac{360}{(80 \times 15 \times 0.8 - 10 \times 6)} = 0.4m$$

Yeni su çekimi

$$T_1 = T + p = 6 + 0.4 = 6.4m$$

Bölmeye giren suyun ağırlığı

$$w = \ell \cdot b \cdot T_1 \cdot \rho = 10 \times 6 \times 6.4 \times 1 = 384m^3$$

Yeni deplasman

$$\Delta_1 = \Delta + w = 5000 + 384 = 5384 t$$

Ağırlık merkezinin yeni konumu

$$KG_1 = \frac{\Delta \times KG + w \times Kg}{\Delta_1} = \frac{5000 \times 5.2 + 384 \times 2.8}{5384} = 5.03m$$

Sephiye merkezinin yeni konumu

$$KB_1 = \frac{\nabla \times KB + v(T + \frac{p}{2})}{\nabla_1} = \frac{\frac{5000}{\rho} \times 3.4 + \frac{384}{\rho} (6 + \frac{0.4}{2})}{\frac{5384}{\rho}} = 3.6m$$

 $I \cong I_1$ olduğundan

Yeni metasantr yarıçapı

$$BM_1 = BM_L \frac{\nabla}{\nabla_1} - i = BM_L \frac{\nabla}{\nabla_1} - \frac{\ell b^3}{12 \nabla_1} = 2.96 \frac{5000/\rho}{5384/\rho} - \frac{10 \times 6^3}{12 \times 5384} = 2.72m$$

Enine metasantr yüksekliği

$$GM = KB_1 + BM_1 - KG_1 = 3.6 + 2.72 - 5.03 = 1.29m$$

Meyil açısı

$$\tan 7^\circ = 0.123$$

$$\tan \varphi = \frac{wy}{\Delta_1 GM} = \frac{384 \times y}{5384 \times 1.29} = 0.123$$

$$y = \frac{0.123 \times 5384 \times 1.29}{384} = 2.22m$$

Yeni boyuna metasantr yarıçapı

$$BM_{L1} = BM_L \frac{\nabla}{\nabla_1} - \frac{b \ell^3}{12 \nabla_1} = 52 \times \frac{5000}{5384} - \frac{6 \times 10^3}{12 \times 5384} = 48.2m$$

Yeni boyuna metasantr yüksekliği

$$GM_L = KB_1 + BM_{L1} - KG_1 = 3.6 + 48.2 - 5.03 = 46.77m$$

Trim açısı

$$\tan \psi = \frac{t}{L} = \frac{w x}{\Delta_1 GM_L}$$

$$\text{Ağırlık merkezinin boyuna uzaklığı } x = \frac{t \Delta_1 GM_L}{L w} = \frac{1.2 \times 5384 \times 46.77}{80 \times 384} = 9.836 \text{ m}$$

Örnek 1.19.

120 metre boyunda bir gemi 4 metre ortalama su çekimi ile suda yüzmektedir. Geminin bazı hidrostatik özellikleri aşağıdaki gibidir:

$V(m^3)$	3140	C_{wp}	
$KG(m)$	5.1	$KB(m)$	2.2
$T_1(\text{ton})$	1200	$LCF(m)$	5.1(kıç)
$MT_1(\text{tonm})$	8000	$\rho(t/m^3)$	1.025

Ödev
1.11 ile
27.11

Yaralanma sonucu geminin baştaki $40m^3$ hacminde bir bölme su dolmaktadır. Bölmenin su hattı alanı $20m^2$ olup alan merkezi baş dikeyin 4.6 metre kıç tarafındadır. Bölmenin hacim merkezi baş dikeyin 4.5 metre kıç tarafında ve omurgadan yüksekliği $Kg=2$ metredir. Kayıp sephiye yöntemini kullanarak baş ve kıç su çekimlerini bulun.

Su hattı alanı

Check!

$$A_{wp} = \frac{100T_1}{\rho} = \frac{100(1200)}{1.025} = 1170.7m^2 \quad \checkmark$$

Paralel batma

$$p = \frac{w}{A_{wp} - a_{wp}} = \frac{40}{1170.7 - 20} = 0.035m \quad \checkmark$$

Sephiye merkezinin yeni konumu $KB_1 = KB + \delta KB$

$$\delta KB \times \nabla = v(T + \frac{p}{2}) - v \times Kb$$

$$\delta KB = \frac{v}{\nabla} (T + \frac{p}{2} - Kb) = \frac{40}{3140} (4 + \frac{0.035}{2} - 2) = 0.026m \quad \checkmark$$

$$KB_1 = 2.2 + 0.026 = 2.226m \quad \checkmark$$

Boyuna atalet momenti

$$I_L = \nabla BM_L$$

$$BM_L \cong GM_L$$

$$MT_1 = \frac{\Delta \times GM_L}{L}$$

$$GM_L = \frac{L \times MT_1}{\Delta} = \frac{120 \times 8000}{3140 \times 1.025} = 298.3m \quad \checkmark$$

$$I_L = \nabla \times BM_L = 3140 \times 298.3 = 936662m^4 \quad \checkmark$$

Su hattı alan merkezinin boyuna kayma miktarı

$$x_w = 60 - 4.6 + 5.1$$

$$\delta x = \frac{a_{wp} (x_w + LCF)}{A_{wp} - a_{wp}} = \frac{20(60 - 4.6 + 5.1)}{1170.7 - 20} = 1.052m \quad \checkmark$$

Yaralı durumdaki atalet momenti

$$I_{L1} = I_L - (A_{wp} - a_{wp}) \delta x^2 - i_L - a_{wp} x_w^2 = 936662 - (1170.7 - 20) \times 1.052^2 - 20(60 - 4.6 + 5.1)^2 = 962184m^4$$

Boyuna metasantr yarıçapı

$$BM_L = \frac{I_{L1}}{\nabla} = \frac{862184}{3140} = 274.6m$$

Boyuna metasantr yüksekliği

$$GM_L = KB + BM_L - KG = 2.226 + 274.6 - 5.1 = 271.7m$$

Trim açısı

$$\tan \psi = \frac{w(x_w + LCF)}{\Delta GM_L} = \frac{40 \times (60 - 4.6 + 5.1 + 1.052)}{3140 \times 271.7} = 0.0029$$

Trim miktarı

$$t = L \tan \psi = 120 \times 0.0029 = 0.35m$$

Baştaki su çekimi

$$T_B = T + t \left(\frac{1}{2} + \frac{e}{L} \right) = 4 + 0.35 \left(\frac{1}{2} + \frac{5.1 + 1.052}{120} \right) = 4.193m$$

Kıçtaki su çekimi

$$T_K = T - t \left(\frac{1}{2} - \frac{e}{L} \right) = 4 - 0.35 \left(\frac{1}{2} - \frac{5.1 + 1.052}{120} \right) = 3.843m$$

ÖDEV 1.12.

L = 15 metre boyunda B=5m genişliğinde ve D=2m derinliğinde dikdörtgenler prizması şeklinde bir duba T=0.6m. su çekimi ile yüzmektedir. Baştan 2.5 metre geride bir su geçirmez perde bulunmaktadır. Baş bölmenin yaralanması halinde $GM_L \approx BM_L$ kabulü ile baş ve kıç su çekimlerini bulun. (Yanıt : $T_B = 1.325m$. $T_K = 0.288m$)

ÖDEV 1.13.

$L = 35$ metre boyunda $B=5$ m dikdörtgenler prizması şeklinde bir duba $T=1.5$ m. su çekimi ile yüzmektedir. Duba eşit aralıklı enine perdelerle on bölmeye ayrılmıştır. Ağırlık merkezinin omurgadan yüksekliği $KG = 1.6$ metredir. En baştaki bölmenin yaralanması halinde baş ve kıç su çekimlerini bulun. (Yanıt : $T_B = 2.356$ m, $T_K = 1.102$ m)

ÖDEV 1.14.

$L = 35$ metre boyunda $B=5$ m genişliğinde dikdörtgenler prizması şeklinde bir duba $T=2$ m. su çekimi ile yüzmektedir. Dubanın baş tarafında mastoriden 10m ve 13.5 metre uzaklıkta iki su geçirmez bölme tarafından oluşturulan ve permeabilitesi 0.7 olan bir bölme vardır. Ağırlık merkezinin omurgadan yüksekliği $KG = 1.8$ metredir. Bu bölmenin yaralanması halinde baş ve kıç su çekimlerini bulun. (Yanıt : $T_B = 2.51$ m, $T_K = 1.825$ m)

ÖDEV 1.15.

$L = 30$ metre boyunda $B=12$ m genişliğinde ve $D= 3$ m derinliğinde dikdörtgenler prizması şeklinde bir duba $T=0.9$ m. su çekimi ile yüzmektedir. Dubanın ağırlık merkezinin omurgadan yüksekliği $KG = 1.8$ metredir. Dubanın baş tarafından 1.82m uzaklıkta enine bir perde ile ayrılmış bir bölme vardır. Bu bölmenin yaralanması halinde baş ve kıç su çekimlerini bulun. (Yanıt : $T_B = 1.167$ m, $T_K = 0.772$ m)

ÖDEV 1.16.

$L = 30$ metre boyunda $B=2$ m genişliğinde dikdörtgenler prizması şeklinde bir duba $T=0.6$ m. su çekimi ile yüzmektedir. Duba boyuna bir ve enine dört perdeyle on eşit bölmeye ayrılmıştır. Baş şancak bölmenin yaralanması halinde köşe noktalarındaki su çekimlerini bulun. (Yanıt : 1.098m, 0.702m, 0.688m, 0.292m)

$KG = ?$

ÖDEV 1.17.

$L = 90$ metre boyunda $B=6$ m genişliğinde dikdörtgenler prizması şeklinde bir duba $T=1.85$ m. su çekimi ile yüzmektedir. Duba boyuna bir ve enine dört perdeyle on eşit bölmeye ayrılmıştır. Permeabilitesi $\mu=0.90$ olan bir köşe bölme yaralanmaktadır. Dubanın yaralanma öncesi metasantr yüksekliği $GM = 0.90$ metredir. Deniz suyu yoğunluğunu $\rho = 1.025 \text{ t/m}^3$ alarak yaralı bölmenin köşe noktalarındaki su çekimlerini bulun. (Yanıt : 3.39m, 2.71m, 3.19m)

ÖDEV 1.18.

$L = 128$ metre boyunda $B=22$ m genişliğinde dikdörtgenler prizması şeklinde bir duba $T=7.3$ m. su çekimi ile yüzmektedir. Dubanın tam ortasında $l= 18.2$ m boyunda bir merkez bölmesi boyuna bir perde ile ikiye ayrılmıştır. Dubanın ağırlık merkezinin omurgadan

yüksekliği $KG = 7$ metredir. Merkez sancak bölmenin yaralanması halinde dubanın yapacağı meyili bulun. (Yanıt : $\tan\phi = 0.206$) 0.192°

ÖDEV 1.19.

$L = 60$ metre boyunda $B=12$ m genişliğinde dikdörtgenler prizması şeklinde bir duba $T=2$ m. su çekimi ile yüzmektedir. Duba boyuna bir ve enine üç perdeyle sekiz eşit bölmeye ayrılmıştır. Dubanın ağırlık merkezinin omurgadan yüksekliği $KG = 2.5$ metredir. Köşe bölmelerden biri yaralanması halinde kayıp sephiye yöntemini kullanarak köşe noktalarındaki su çekimlerini bulun. Su yoğunluğu $\rho = 1$ t/m ve permeabilite $\mu = 1$ alınacaktır. (Yanıt : 2.236m, 3.966m, 2.626m, 0.896m)

ÖDEV 1.20.

$L_{BP} = 220$ metre olan bir gemide su hattı alanı $100m^2$, alan merkezi mastoriden 70m başa ve 13m sancağa olan bir bölme yaralanmaktadır. Yaralı bölmenin hacmi $1000m^3$ olup hacim merkezi 68.5m başa, 12m sancağa ve omurgadan 5 m yukardadır. Bölmenin permeabilitesi $\mu = 0.70$ alınacaktır. Yaralanma öncesi geminin hidrostatik karakteristikleri aşağıdaki gibidir:

$\Delta(\text{ton})$	30000	$KB(m)$	5.25
$KG(m)$	9.4	$KM_L(m)$	170
$KM_T(m)$	11.4	$A_{wp}(m^2)$	4540
$LCF(m)$	1(başa)	$T(m)$	10

Kayıp sephiye yöntemini kullanarak yaralanma sonrası meyil ve trimi hesaplayın. (Yanıt: Meyil : 11° , Trim : 2.52m) $10.3, 2.433$

Not : Yaralı bölmenin kendi eksenine göre atalet momentleri ihmal edilecektir. Permeabilite $\mu = 1$ alınacaktır.

$$\mu = 0.7$$

1.8. Yaralı Stabilité ve Bölmeleme Kriterleri

Yaralı stabilité ve bölmeleme konularında Gemi dizaynerini bağlayan iki Uluslararası Sözleşme vardır. Bunlar 1966 Uluslararası Fribord sözleşmesi ve Uluslararası Denizcilik örgütü (IMO) nun bölmeleme düzenlemeleridir. Fribord sözleşmesi yarananma durumunda yeterli yedek sephiyeyi sağlayacak fribord değerlerini zorunlu tutar.

1.8.1. Bölmeleme Kriterleri

IMO kuralları ise bir veya birkaç bölmenin yarananması durumunda geminin batması na veya devrilmesine yol açmayacak minimum bölmeleme koşulları nı öngörür. Yolcu gemilerinin bölmeleme standartları konusunda ilk kriterler SOLAS 1929 sözleşmesi ile getirilmiştir. Buna göre gemiler belli bir bölmeleme faktörüne sahiptir. Bu faktör geminin sınır hattına teğet bir hale gelmesi için yarananması gereken bitişik bölme sayısını gösterir. Buna göre gemiler bir, iki veya üç bölmeli gemiler olarak ayrılır. Bölmeleme faktörü 1 olan bir geminin sınır hattına teğet hale gelmesi için bir bölmenin yarananması yeterlidir. Bölmeleme faktörü 0.5 olan bir geminin sınır hattına teğet hale gelmesi için bitişik iki bölmenin yarananması gerekir. Bölmeleme faktörü 0.33 olan bir geminin sınır hattına teğet hale gelmesi için bitişik üç bölmenin yarananması gerekir. Yaralı bölme boyu değerinin bölmeleme faktörü ile çarpılması ile izin verilebilir bölme boyu değeri ve bu değerlerin plot edilmesi ile izin verilebilir bölme boyu eğrisi elde edilir.

Bölmeleme kriterleri ve düzenlemeleri aşağı daki özelliklere bağlı olarak belirlenir:

- Yaranın boyutu
- Yaranın konumu
- Yarananma sonrası istenen stabilité koşulları

Yük ve yolcu gemilerinin hemen hepsinde çift dip zorunlu olduğundan geminin yarananma durumunda en kritik durumu bordadan olacağı kabul edilebilir. Tankerlerde ve sıvılaştırılmış gaz taşıyıcılarında çift dip olmayışı nedeniyle dipten yarananma da aynı derecede önemli olabilir. Ancak artan çevre bilinci sonucu 1992'den itibaren bu gemilerin tamamen çift cidarlı inşa yoluna gidilmesi ile bu durum ortadan kalkmıştır.

Yolcu gemilerinin bölmeleme standartları konusunda ilk kriterler SOLAS 1929 sözleşmesi ile getirilmiştir. Bu sözleşme ile ortaya konan bölmeleme faktörü ve izin verilebilir yaralı bölme boyu değerleri deterministik bir yaklaşımı yansıtmaktadır. 1974 SOLAS Konferansı ile bunun yerini olasılık hesaplara dayalı bir yaklaşım almıştır. Buna göre gemi boyunca herhangi bir noktada oluşacak bir yarananma durumunda geminin hayatta kalabilme şansının belli bir orandan yüksek olması gerekir.

Olasılık hesaplarına dayalı bölmeleme kriterleri 100 metreden büyük ve omurgası 1 Şubat 1992'den sonra kızağa konan tüm yük gemileri için zorunlu hale gelmiştir.

Olasılığa dayalı bölmelemede amaç R ile gösterilen Gerekli Bölmeleme indisini sağlamaktır. R, IMO tarafından istatistiklere bağlı olarak sadece gemi boyunun fonksiyonu olarak aşağıdaki şekilde verilmektedir.

$$R=(0.002+0.0009L)^{1/3}$$

Bir geminin Hesaplanan Bölmeleme indisi 'A' R ye eşit veya büyük olmalıdır. A indisi gemiyi oluşturan bölmelerin tek tek ve gruplar halinde yaralanması ve hesaplanan olasılıklar çarpımlarının toplamı şeklinde bulunur. Bu çarpım, P hesaba alınan bölme veya bölme grubunun yaralanma olasılığı, S yaralanma sonrası hayatta kalabilme oranı ve V kabul edilen yaralanma derinliğinde sadece göz önüne alınan bölmelerin yaralanma olasılığı olmak üzere PSV şeklinde bulunur.

Herhangi bir bölme veya bölme grubunun yaralandığı kabul edilerek geminin hayatta kalabilme olasılığı belirlenir. Bu olasılık geminin bölmeleme karakteristikleri yanı sıra başlangıç su çekimine ve GM'e, yaralı bölmelerin permeabilitesine ve yaralanma sonrası stabilite karakteristiklerine bağlı olacaktır.

Bir yaralanma senaryosunda gemi hayatta kalabiliyorsa S pozitif bir değer olarak A indisine katkı da bulunacaktır. Aksi durumda S negatif olur ve A indisine herhangi bir katkısı olmaz.

Dizayner A indisi hesabında her türlü yaralanma senaryosunu dikkate alabilir ancak bu senaryoların bazılarında geminin hayatta kalabilme olasılığı olmayacağı için A indisine bir katkısı olmayacaktır. Bu durumda işleri basitleştirmek üzere sadece tek bölme yaralanmasına dayalı senaryolar dikkate alınarak indirim gerçekleşip gerçekleşmemesi kontrol edilebilir ve böylece daha yüksek sayı da bölme yaralanmasına dayalı senaryolar denenmesine gerek kalmaz.

R indisinin tam yüklü durumda ve balast su çekimine balast ile tam yüklü su çekimleri arasındaki farka % 60'ın eklenmesi ile bulunan su çekimini sağlaması zorunludur.

1.8.2. Yaralı Stabilite

Yaralı stabilitesi kötü olan bir gemi yaralanma sonucu yeterli yedek sephiyeye sahip olsa bile alabora olarak batacaktır. Bu durumda bir geminin uygun başlangıç stabilitesi ve bölmeleme karakteristikleri yanı sıra, bir yaralanma sonucu oluşacak meyil açısı ve rüzgar-dalga etkisiyle oluşacak yatırıcı momentler etkisi altında yeterli doğrultucu moment kolu değerlerine sahip olması hayati önemdedir.

a) Başlangıç Stabilitesi

Başlangıç stabilitesi enine metasantr yüksekliği ile karakterize edilebilir:

$$GM=KB+BM-KG$$

Başlangıç stabilitesinin kayıp sephiye ve eklenen ağırlıklı yöntemlerine göre hesabında farklı GM değerleri bulunacak ancak doğrultucu moment her iki hesaba göre de aynı olacaktır.

Kayıp sephiye yönteminde geminin toplam ağırlığı ve ağırlık merkezinin değişmediği kabulü nedeniyle yukarıdaki formülde KG sabit kalacaktır. Yaralanma sonucu ortaya çıkacak paralel batma nedeniyle sephiye merkezinin düşey konumu yükselecektir.

$$KB_1 = KB + BB_1$$

Bu artım miktarı

$$BB_1 = \frac{v(T + \frac{p}{2} - Kb)}{\nabla}$$

ile bulunabilir. Burada T başlangıç su çekimi, p paralel batma, Kb yaralı bölmenin hacim merkezinin düşey konumu, v yaralı bölme hacmi ve ∇ geminin deplasman hacmidir. Geminin su hattı atalet momenti yaralanma nedeniyle azalacaktır.

$$I_1 = I_0 - (A_{WP} - a_{WP})\delta y^2 - I - a_{WP}y_w^2$$

Burada A_{WP} orijinal su hattı alanı, a_{WP} yaralı bölme su hattı alanı, I_0 orijinal su hattı atalet momenti, I yaralı bölme atalet momenti, y_w yaralı bölme alan merkezinin gemi orta simetri eksenine uzaklığı ve δy yeni su hattı alan merkezinin kayma miktarıdır. Bu durumda yeni metasantr yüksekliği

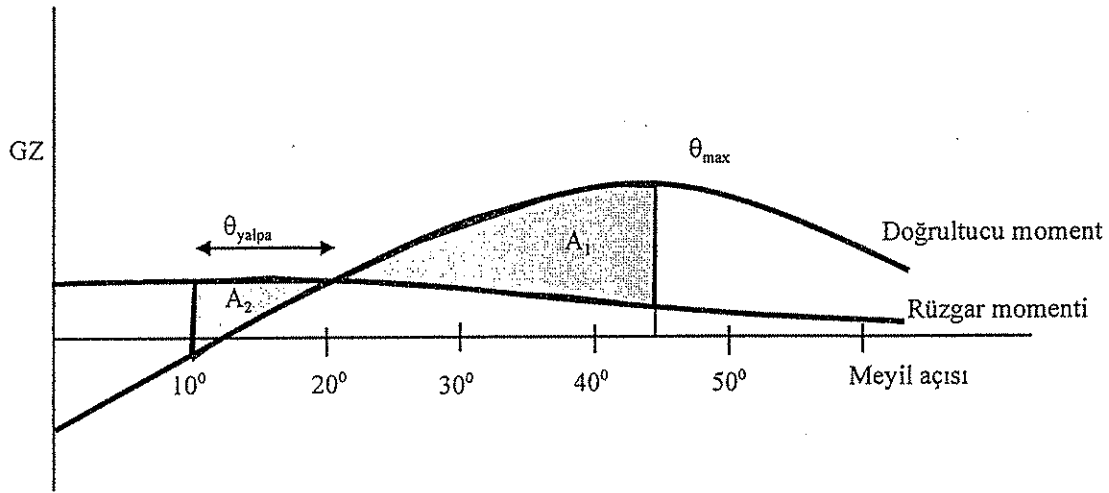
$$BM = \frac{I_1}{\nabla}$$

Geminin yaralanması sonucu KB artacak fakat BM azalacaktır. Bu iki etki sonucu geniş gemilerde yaralı bölmenin atalet momenti büyük olduğundan GM metasantr yüksekliği azalır.

Yaralanma her gemide başlangıç stabilitesini olumsuz olarak etkiler. Yaranın geniş olduğu durumlarda bu etki çok ciddi olabilir.

b) Büyük Açılarda Yaralı Stabilité

Simetrik yaralanmalarda bile geminin enine stabilitesi bozulacaktır. Bazı durumlarda geminin denge durumu dik durumdan farklı bir bayılma açısında sağlanabilir.



GZ eğrisi her zaman negatif değerlere sahipse gemi alabora olacaktır. Eğer GZ eğrisi çok küçük bir alana sahipse dalga ve rüzgar etkileri geminin devrilmesine yol açabilecektir.

Yaralı stabilite kriterleri genellikle yaralı durumda (kayıp sephiye yöntemine göre hesaplanmış) minimum 0.05 metre değerini şart kosar. Ancak GZ eğrisinin formu, maksimum GZ değerinin olduğu açı ve stabilite aralığı da dikkate alınması gereken önemli faktörlerdir. Uluslararası kriterler aşağıdaki koşulların gerçekleşmesini gerektirir:

$$\begin{aligned}
 \text{Sakin suda meyil açısı} &< 15^\circ \\
 \theta_{yalpa} &= 10^\circ \\
 \theta_{max} &= 45^\circ \\
 A_1 &\geq 1.4A_2 \\
 GM &\geq 0.05 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Savaş gemisi yaralı stabilite kriterleri NEJ May 1994'te mevcut.

THE SAFETY OF LIFE AT SEA (SOLAS) CONFERENCE OF 1914 [3,4]

Lord Mersey's recommendations were directed at the British Board of Trade, the body that instigated his investigation, and the only body at the time that could act upon them. Meanwhile, the notion—certainly an obvious one—of international standards prevailed, and our first SOLAS convened in London in November 1913. The president of the conference was the same Lord Mersey. The delegates represented the United States and all of the maritime nations of Europe. Japan did not participate, but sent official observers.

Let's examine the SOLAS 1914 items that do relate directly to the *Titanic* design.

Under Regulations, Construction, we find

Articles V, VI, VII: Definitions relating to floodable length, and numerical values. For steam vessels, the machinery space, including double bottom: 80%

Cargo spaces, bunkers, storerooms, baggage and mail rooms, chain lockers, watertight shaft for pipe tunnels, fresh-water tanks above the double bottom: 60%

Passenger and crew spaces, peaks, trimming tanks, double bottoms, and all other spaces not listed above: 95%

Articles VIII and IX, Permissible Length of Compartments. All parts of these articles that appear pertinent to our discussion are quoted following.

1. The maximum permissible length of one compartment having its center at any point in the vessel's length is obtained from the floodable length by multiplying that length by an appropriate factor, called the *factor of subdivision*.
2. This factor of subdivision depends on the length of the vessel, and, for a given length, varies according to the nature of the service for which the vessel is intended. This factor decreases in a regular and continuous manner—
 - a. As the length of the vessel increases; and
 - b. As, for a given length, the vessel departs from the type of vessel engaged in a mixed cargo and passenger service, and approaches the type of vessel primarily engaged in the transportation of passengers.
- (3) For each of the two types of vessels referred to in the previous paragraph (2)(b) the variation of the factor of subdivision may be expressed by a curve, of which the coordinates represent the length of the vessel and the value of the factor. The following table gives certain points on two curves the higher of which corresponds to the minimum requirements for the "mixed" type, and the lower the minimum requirements for the "passenger" type.

A	B	C
1.00	295	259
0.90	374	285
0.84	404	305
0.65	489	380
0.50	571	489
0.39	699	685
0.34	899	899

(The original table gives lengths in meters also.)

Column A gives the maximum permissible values of the factor of subdivision for the length of vessels given in columns B and C. Column B is applicable to vessels engaged in mixed cargo and passenger service. Column C is applicable to vessels primarily engaged in the transportation of passengers.

4. For a given length, the value of the factor of subdivision appropriate to a vessel between two extreme limits will be between the values of the factors determined by the two curves before mentioned, and will be automatically fixed by a "criterion of service" which is to form the subject of further study.

Article X continues the above.

1. When the factor of subdivision is equal to or less than 0.5, it may be doubled in order to give at any point of the vessel's length the total length of two adjacent compartments; but, in that case, the length of the shorter compartment of any pair shall not be less than one-quarter of the total length so obtained. If one of the two adjacent compartments is situated inside the machinery space and the second is situated outside the machinery space, and the average permeability of the portion of the ship in which the second is situated differs from 80 percent, the length of the pair of compartments shall be adjusted to the proper value by applying a suitable correction.
2. In no case whatever shall the length of any watertight compartment exceed 28 meters (92 feet).
3. When the factor of subdivision applicable to any vessel is less than 0.84, but more than 0.5, the combined length of the two foremost compartments shall not exceed the floodable length at the extreme forward end, provided also that the length of the second compartment is not greater than that permissible by Article VIII above, and not less than 3 meters (10 feet).
4. When the length of the vessel is more than 213 meters (699 feet) but less than 251 meters (823 feet) the floodable length at the forward end of the vessel shall be at least 20 percent of the vessel's length; and the vessel forward of a bulkhead placed either at the distance of the actual floodable length abaft the stem or not nearer to the stem than 20 percent of the vessel's length, shall be divided into at least three compartments.
5. When the length of the vessel is equal to or greater than 251 meters (823 feet) the same method shall be adopted, but the floodable length shall be at least 28 percent and the number of compartments at least four.

Article XXI Double bottoms

Double bottoms specified for vessels above certain lengths. In vessels over 213 meters in length, the double bottom, for at least half the vessel's length amidships and forward to the forepeak bulkhead, shall extend up the vessel's sides to a height above the top of the keel not less than 10 percent of the vessel's molded breadth.

Article XXII Going astern

Vessels shall have sufficient power for going astern to secure proper control of the vessel in all circumstances.

TITANIC'ın SOLAS 1914 kontrolü

In the absence of a "criterion of service" we must use 0.34 (from a table reproduced above) for the factor of subdivision, then doubled to 0.68 for the total length that two adjacent compartments may have. The compartments between bulkheads C and E have a total length of 105 feet; then $105/0.68 = 154$, which just about obeys the rule. If the 1914 value of machinery space permeability is used, or if an appropriate average of the 0.85 and 0.72 values is used in this neighborhood, then the rule is easily met.

The L_{BP} is 850 feet, of which 28% is 238; floodable length is 234 feet at the forward end. The length of the first four compartments is 193 feet, which meets the requirement of four compartments within the forward floodable length.

2. DENİZE İNDİRME

Gemiler denizde insanın getirdiği zorluklar nedeniyle genelde karada veya kuru havuzlarda inşa edilirler. Büyük gemilerin kızak üzerinde inşası zorluklar çıkarabileceğinden kuru havuzda inşa tercih edilebilir. Böylece deniz indirmenin yaratacağı tehlike ve zorluklar ortadan kaldırılmış olur. Ancak kuru havuzların inşa maliyeti yüksektir ve bu havuzlar havuzlama hizmetleri için çok daha karlı bir şekilde işletilebilir. Kızak üzerinde inşa en çok tercih edilen bir yöntem olup bu şekilde inşa edilen gemiler kıçtan veya yandan indirme yöntemlerinden biri ile inşa sonrası denize indirilirler. Yandan indirme daha riskli olup sınırlı deniz alanına sahip nehir veya körfez tersanelerinde uygulanır. Kıçtan indirme çok daha yaygın olarak uygulanmakta olup öncelikle bu yöneme değinilecektir.

2.1. Kıçtan Denize İndirme

Geminin baş yerine kıçtan denize indirilmesinin temel nedeni genelde gemi kıç formunun daha dolgun olması nedeniyle suya girdiğinde daha iyi bir frenleme kuvveti yaratabilmesidir. Ancak baştan indirme de nadir olmakla birlikte görülebilmektedir

Kıçtan denize indirmede uygun olmayan kızak boyu veya kızak eğimi denize indirme sırasında geminin devrilmesine, kırılmasına veya kızakta kalmasına neden olabilir. Bu nedenle indirilecek geminin tip ve boyutlarına uygun bir kızak boyu ve kızak eğiminin sağlanmış olması çok önemlidir. Kullanılan kızaklar düz olabileceği gibi avantajları nedeniyle eğrisel yüzeyli kızaklar da kullanılabilmektedir. Kızaklar tersane inşa edilirken bu tersanede inşa edilecek gemi tip ve boyutları dikkate alınarak belirlenir. Bu nedenle bu kızakları çok farklı tip ve tonajda gemilerin denize indirilmesinde kullanmak sakıncalar yaratacaktır.

Kıçtan denize indirme eğik düzlemde bir fizik problemi olarak ele alınabilir. Burada temel amaç gemiye etkiyen kuvvetlerin belirlenmesi ve geminin bu kuvvetlerin etkisi altındaki hareketinin irdelenmesidir. Bu tür bir incelemeyi gerçekleştirebilmek için aşağıdaki bilgilerin sağlanmış olması gereklidir:

1. Gemiye ait hidrostatik özellikler veya trim diyagramları
2. Geminin iniş ağırlığı ve ağırlık dağılımı veya ağırlık merkezinin konumu
3. Kızak eğimi
4. Denize indirme sırasında deniz seviyesi ve ıslak kızak boyu
5. Omurganın eğimi

Bir kıçtan denize indirme problemi Şekil 2.1' de şematik olarak gösterilmektedir. Burada λ ıslak kızak boyunu $\tan \alpha$ ise kızak eğimini göstermektedir. Kızaklar sabit ve kayıcı kızaklar olmak üzere iki ayrı türdür. Kayıcı kızaklar gemiye bağlı olup gemi ile birlikte sabit kızaklar üzerinde hareket ederler. Kayıcı kızak boyu gemi boyunun yaklaşık %80'i

The partial curve at the forward end of the ship. Fig. 1, demonstrates the benefit of raising bulkheads to the D Deck level, a retrofit applied to the *Olympic* before the 1914 regulations were published. It appears that this step was not required to comply with those regulations, but may well have been worth the reassurances it gave the transatlantic traveler.

A cynic may raise the point that our professional forebears simply closed ranks to contrive rules that whitewashed the *Titanic* stain on their collective reputation. That point could indeed be argued—but not here. (Suggestion to a future Ph.D. candidate: test the rules in your thesis, which features a computer simulation in which all 20th-century transatlantic liners immolate themselves among the ice fields.)

AN ADDENDUM: SOLAS 1929 [4, 5]

SOLAS 1914 was never ratified. After the Great War had changed the world, and greatly increased its knowledge of how ships might sink, a fresh start seemed preferable to effecting the many changes that stood in the way of ratification. SOLAS 1929 was the upshot of this feeling.

In this instance we shall not quote extensively, but will only note things that seem to bear especially on the *Titanic* case. Watertight decks, inner skins, and longitudinal bulkheads still gained no approval. These, so strongly advocated by some critics in 1912, were given these words: "where it is proposed to fit watertight decks, inner skins or longitudinal bulkheads, watertight or non-watertight, the Administration shall be satisfied that the safety of the ship will not be diminished in any respect, particularly having in view the possible listing effect of flooding in the way of such structural arrangements."

The feature of greatest significance to our discussions was publication of the criterion of service formula which was to be "the subject of further study" in 1914. The following formula was offered in 1929:

$$C_s = 72 \frac{M + 2P}{V + P_1 - P}$$

(the version for which $P_1 > P$)

where M = the volume of machinery space + volume of permanent fuel oil bunkers above the innerbottom
 V = volume of ship below the margin line
 P = volume of passenger spaces below margin line
 $P_1 = 0.6 \times \text{length} \times \text{number of passengers}$

Estimated inputs for the *Titanic* give $C_s = 77$.

The factor of subdivision is based on two curves, reproduced here as Fig. 2. The factors of subdivision given by the table reproduced from the 1914 regulations also appear in the form of curves in the same figure. It can be observed that the 1929 factors differ slightly from the 1914 values; e.g., the 0.34 that was used above in discussing floodable length would be 0.32 in 1929. However, a big difference is introduced by the criterion of service, used to interpolate between the upper and lower curves by the formula

$$F = A - \frac{(A - B)(C_s - 23)}{100}$$

where A and B are the values read from the A and B curves.

This formula gives the value 0.39 for *Titanic*. Looking back at the earlier discussion of *Titanic* compliance with the 1914 Convention, we see that this later value of factor of subdivision is favorable; i.e., it places the ship in a better position with respect to the regulations.

SOLAS 1929 also reduces the ambiguity of in the 1914 specifications of permeabilities. The following two formulas are given, the first for machinery spaces only:

$$\mu = 80 + 12.5 \frac{a - c}{7v}$$

$$\mu = 63 + 35 \frac{a}{7v}$$

where v is volume of ship over length of interest, a is the volume of passenger and crew spaces over that length, and c is the volume of cargo spaces over that length.

The formulas just cited produced the estimated values of permeabilities used in Fig. 1.

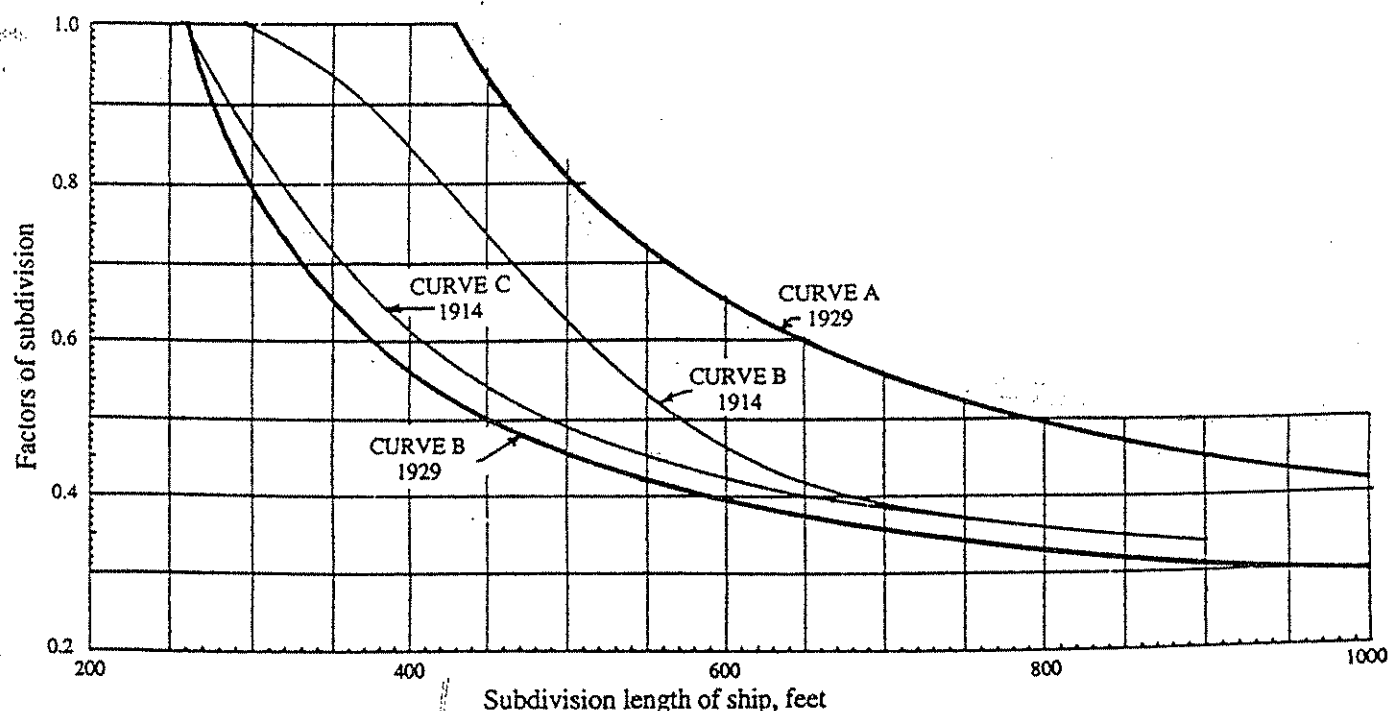
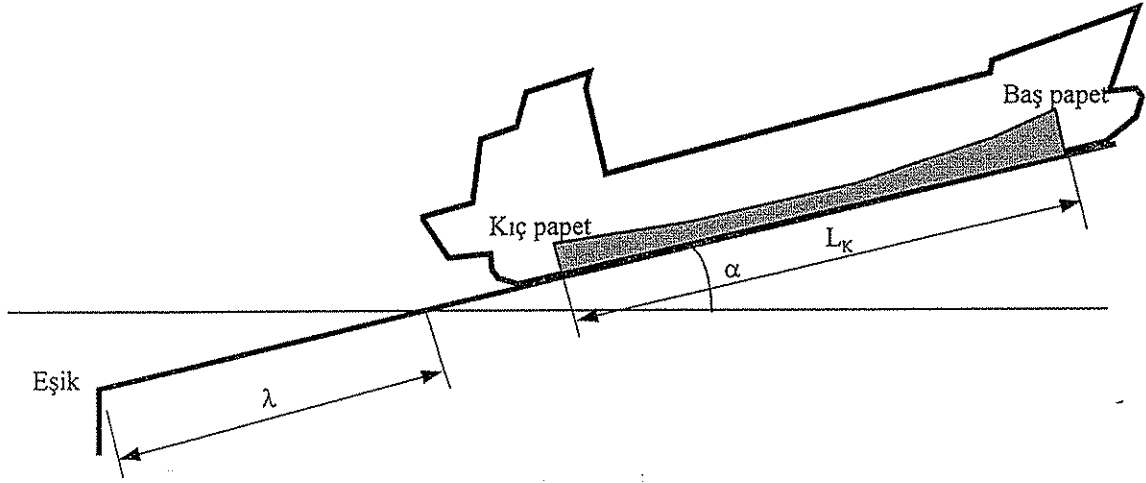


Fig. 2 Factor of subdivision curves from the 1914 and 1929 SOLAS rule-making [3,4,5]

kadar olup bu kızakların baş ve kıçtaki nihayetleri papet olarak adlandırılır. Kızağın su içindeki nihayet noktası eşik olarak adlandırılır.



Şekil 2.1

Kızak eğimi genellikle aşağıdaki şekilde belirlenir:

Küçük gemiler için	$\tan \alpha = \frac{1}{12} \Leftrightarrow \frac{1}{16}$
Orta büyüklükte gemiler için	$\tan \alpha = \frac{1}{14} \Leftrightarrow \frac{1}{20}$
Büyük gemiler için	$\tan \alpha = \frac{1}{18} \Leftrightarrow \frac{1}{24}$

Genelde kızak eğiminin giderek artması kıçtan indirmede avantajlı bir durumdur. Bunu sağlamak üzere eğrisel yüzeyli kızaklar kullanılabilir. Bu kızakların eğrilik yarıçapları 5000-15000 metre arasında değişebilir.

Islak kızak boyu (λ) güvenlik açısından olabildiğince büyük olmalıdır ancak ilk yatırım maliyetleri ıslak kızak boyunu minimumda tutmayı zorunlu kılabilir. Kızakların uzun süre işgal edilmesini önlemek ve geminin iniş ağırlığını arttırmamak için gemiler genellikle henüz tamamlanmadan denize indirilir. İniş ağırlığı genellikle küçük gemilerde 0.5Δ, büyük gemilerde ise 0.4Δ civarındadır.

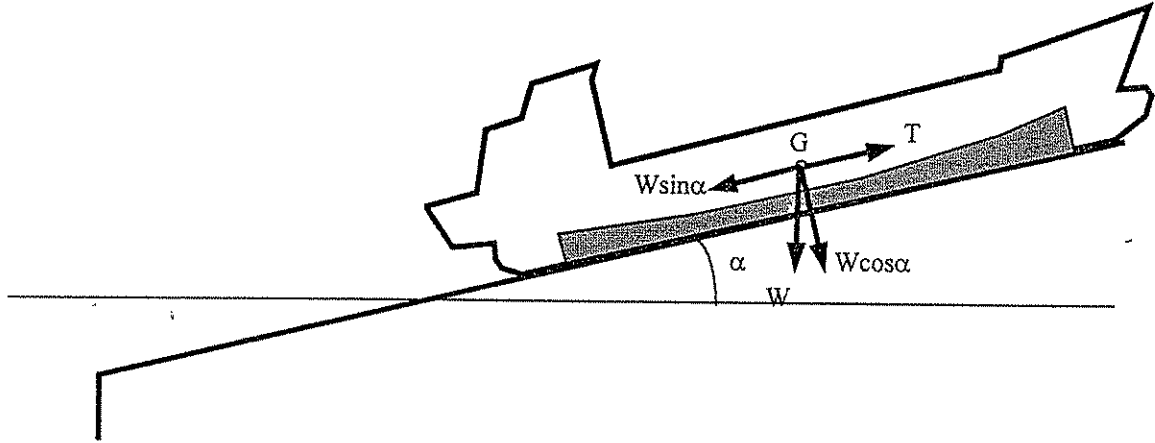
Kızak sayısı küçük gemilerde tek, çok büyük gemilerde ise dört olabilmekle birlikte en sık kullanılan kızak sayısı ikidir. Kızaklar genellikle gemi ortasından sancak ve iskele tarafa B/3 aralıklı yerleştirilirler. Sabit kızaklar ve kayıcı kızaklar arasındaki sürtünmeyi azaltmak üzere basınca dayanıklı yağlar kullanılır.

Kıçtan denize indirme problemi genellikle aşağıdaki aşamalar olarak ele alınır:

1. Geminin sakin durumdan denize girişine kadar olan aşama

2. Geminin denize girişinden dönmeye başlamasına kadar olan aşama
3. Geminin dönmeye başlaması ile serbest yüzmesi arasındaki aşama
4. Geminin serbest yüzmesi

2.1.a. Geminin sakin durumdan deniz girişine kadar olan aşama



Şekil 2.2.

Şekil 2.2' de görülen durumda gemiyi kızaktan aşağı harekete zorlayan kuvvet $W \sin \alpha$ olup, $T = kW \cos \alpha$ sürtünme kuvveti buna karşı koymaktadır. Burada k sürtünme katsayısıdır. Bu durumda geminin kızakta hareket edebilmesi için

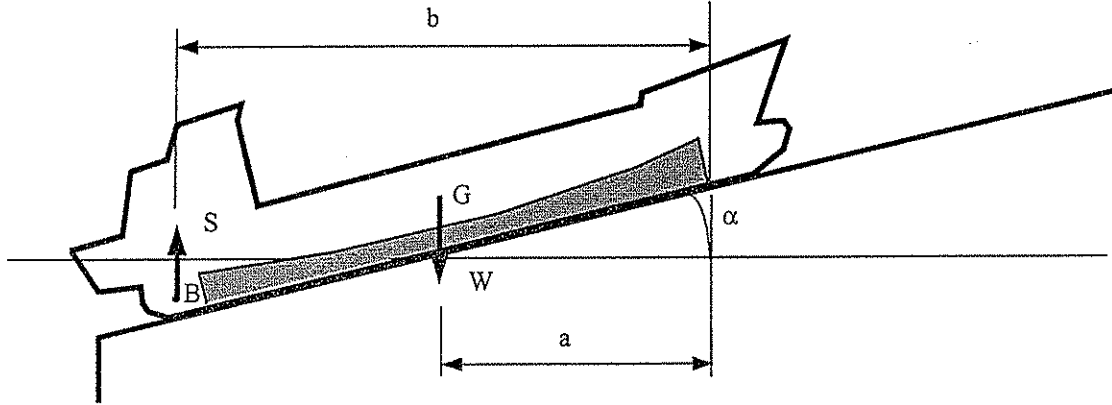
$$W \sin \alpha \geq kW \cos \alpha$$

veya $\tan \alpha \geq k$ olmalıdır.

2.1.b. Geminin denize girişinden dönmeye başlamasına kadar olan aşama

Geminin denize girmesi ile birlikte bir sephiye kuvveti ve bu sephiye kuvvetinin oluşturacağı bir moment ortaya çıkacaktır. Bu moment gemiyi kızaktan kaldırmaya çalışacaktır ve bu nedenle baş papet üzerinde büyük basınçlar oluşabilecek ve bu basınçlar hem kızaklara hem de gemiye zarar verebilecektir.

Geminin baş papet etrafında dönmeye başlaması için sephiyenin baş papete göre momentinin ağırlığın aynı noktaya göre momentinden eşit veya büyük olması gerekir. Bu durum Şekil 2.3' de gösterilmektedir.

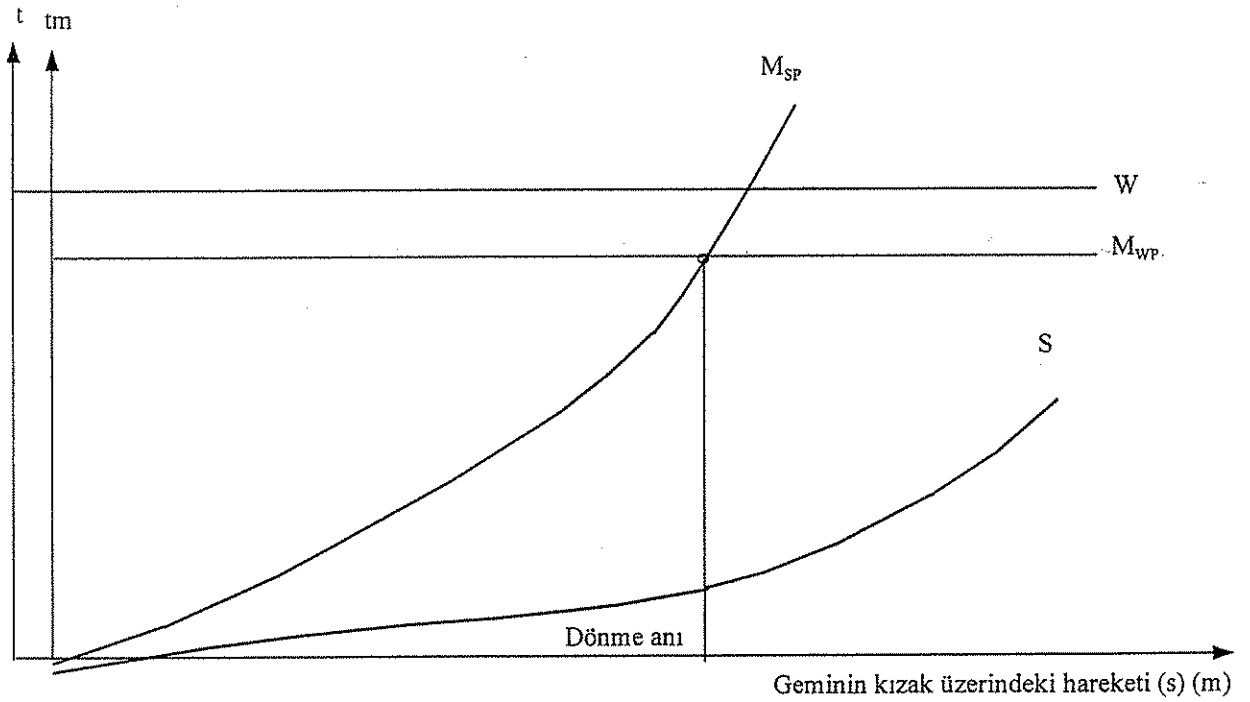


Şekil 2.3.

Dönme olayının oluşabilmesi için sephiyenin baş papete göre momenti, ağırlığın baş papete göre momentine eşit veya büyük olmalıdır. Yani

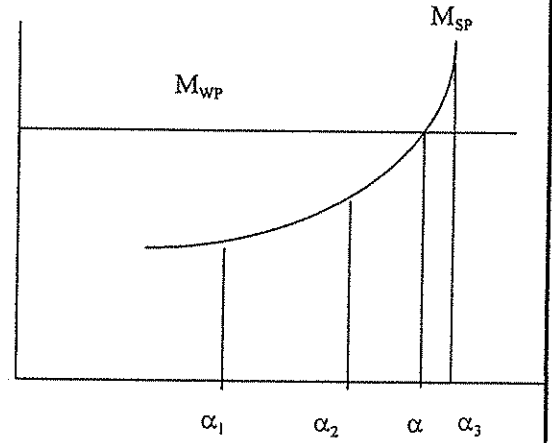
$$S \times b \geq W \times a \Rightarrow M_{SP} \geq M_{WP}$$

Dönme olayı başladıktan sonra geminin iniş eğimi $M_{SP} = M_{WP}$ koşulu sağlanacak şekilde azalacaktır. Bu durumda tipik bir iniş diyagramı aşağıdaki gibi olacaktır.



Şekil 2.4.

Geminin dönmeye başlaması ile yatayla yaptığı açı değişeceği için bu noktadan itibaren her bir hareket miktarında öncelikle hangi açı değeri için $M_{SP} = M_{WP}$ dengesinin sağlandığının belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla üç ayrı eğim için moment değerleri hesaplanarak interpolasyon ile gerçek değer bulunmalıdır.



GEMİ TEORİSİ DERSİ 2. ÖDEVİ DENİZE İNDİRME

TESLİM TARİHİ :

1. Denize indirme hesabı yapılacak geminin ana boyutları, ofset değerleri ve enkesit alanları ile ilgili föyde verilmektedir.
2. Kızak eğimi ($\tan \alpha$) : 1/20
 Kıç dikeyin su seviyesine uzaklığı (p) : 0m.
 Kızak boyu (L_k) : $0.8L_{BP}$
 Islak kızak boyu : $0.1L_{BP}$
 Toplam iniş ağırlığı (W) : 0.4Δ
 Toplam kızak genişliği (b) : $0.3B$.
3. Enkesit alanları uygun bir ölçekle en az A3 boyutlarında bir kağıt üzerinde çizilecek ve kıç dikeyden itibaren

$$s_i = p + i \frac{L}{10}, \quad i=0,2,4,6,8,10$$

uzaklıklarda $\tan \alpha$ eğimli su hatları için enkesit alanları okunacak ve Tablo 1 de yerine konarak her bir su hattı için sephiye ve sephiye merkezi hesaplanacaktır

4. Bulunan ve verilen değerler kullanılarak Tablo 2 deki statik hesaplar gerçekleştirilecek ve aşağıdaki eğriler uygun ölçekle çizilecektir:

Ağırlık (W)
 Ağırlığın baş papete göre momenti (M_{WP})
 Ağırlığın eğime göre momenti (M_{WT})
 Sephiye (S)
 Sephiyenin baş papete göre momenti (M_{ST})
 Sephiyenin eğime göre momenti (M_{ST})
 Tipinge karşı moment (M_T)

5. Geminin dönmeye başladığı nokta ve yüzmeye başladığı nokta belirlenecek ve tipinge karşı momentin $4W$ den az olup olmadığı kontrol edilecektir.
6. Basınç hesapları Tablo 3 yardımıyla gerçekleştirilecektir
7. Dinamik hesaplar Tablo 4 de gösterilen şekilde hesaplanacaktır

TABLO 1**İSTASYON NO : 2**

Kesit NO	Alan	SM	Çarpım	MK	Çarpım
0		1/2		0	
1/2		2		1/2	
1		3/2		1	
2		4		2	
3		2		3	
4		4		4	
5		2		5	
6		4		6	
7		2		7	
8		4		8	
9		3/2		9	
9 1/2		2		9 1/2	
10		1/2		10	
		Σ_1		Σ_2	

$$V = \frac{s}{3} \Sigma_1 =$$

$$LCB = s \frac{\Sigma_2}{\Sigma_1} =$$

İSTASYON NO : 4

Kesit NO	Alan	SM	Çarpım	MK	Çarpım
0		1/2		0	
1/2		2		1/2	
1		3/2		1	
2		4		2	
3		2		3	
4		4		4	
5		2		5	
6		4		6	
7		2		7	
8		4		8	
9		3/2		9	
9 1/2		2		9 1/2	
10		1/2		10	
		Σ_1		Σ_2	

$$V = \frac{s}{3} \Sigma_1 =$$

$$LCB = s \frac{\Sigma_2}{\Sigma_1} =$$

İSTASYON NO : 6

Kesit NO	Alan	SM	Çarpım	MK	Çarpım
0		1/2		0	
1/2		2		1/2	
1		3/2		1	
2		4		2	
3		2		3	
4		4		4	
5		2		5	
6		4		6	
7		2		7	
8		4		8	
9		3/2		9	
9 1/2		2		9 1/2	
10		1/2		10	
		Σ_1		Σ_2	

$$V = \frac{s}{3} \Sigma_1 =$$

$$LCB = s \frac{\Sigma_2}{\Sigma_1} =$$

İSTASYON NO : 8

Kesit NO	Alan	SM	Çarpım	MK	Çarpım
0		1/2		0	
1/2		2		1/2	
1		3/2		1	
2		4		2	
3		2		3	
4		4		4	
5		2		5	
6		4		6	
7		2		7	
8		4		8	
9		3/2		9	
9 1/2		2		9 1/2	
10		1/2		10	
		Σ_1		Σ_2	

$$V = \frac{s}{3} \Sigma_1 =$$

$$LCB = s \frac{\Sigma_2}{\Sigma_1} =$$

İSTASYON NO : 10

Kesit NO	Alan	SM	Çarpım	MK	Çarpım
0		1/2		0	
1/2		2		1/2	
1		3/2		1	
2		4		2	
3		2		3	
4		4		4	
5		2		5	
6		4		6	
7		2		7	
8		4		8	
9		3/2		9	
9 1/2		2		9 1/2	
10		1/2		10	
		Σ_1		Σ_2	

$$V = \frac{s}{3} \Sigma_1 =$$

$$LCB = s \frac{\Sigma_2}{\Sigma_1} =$$

TABLO 2: STATİK HESAPLAR

Kesit NO	0	2	4	6	8	10
s_i						
W (ton)						
Δ (ton)						
M_{WP} (tm)						
M_{SP} (tm)						
M_{WT} (tm)						
M_{ST} (tm)						
M_T (tm)						

TABLO 3 : BASINÇ HESAPLARI

Kesit NO	0	2	4	6	8	10
s_i						
W (ton)						
Δ (ton)						
$M_{WT}(tm)$						
$M_{ST} (tm)$						
$x = \frac{M_{ST} - M_{WT}}{W - S}$						
$Y_1 (t/m)$						
$Y_2 (t/m)$						

TABLO 4: DİNAMİK HESAPLAR

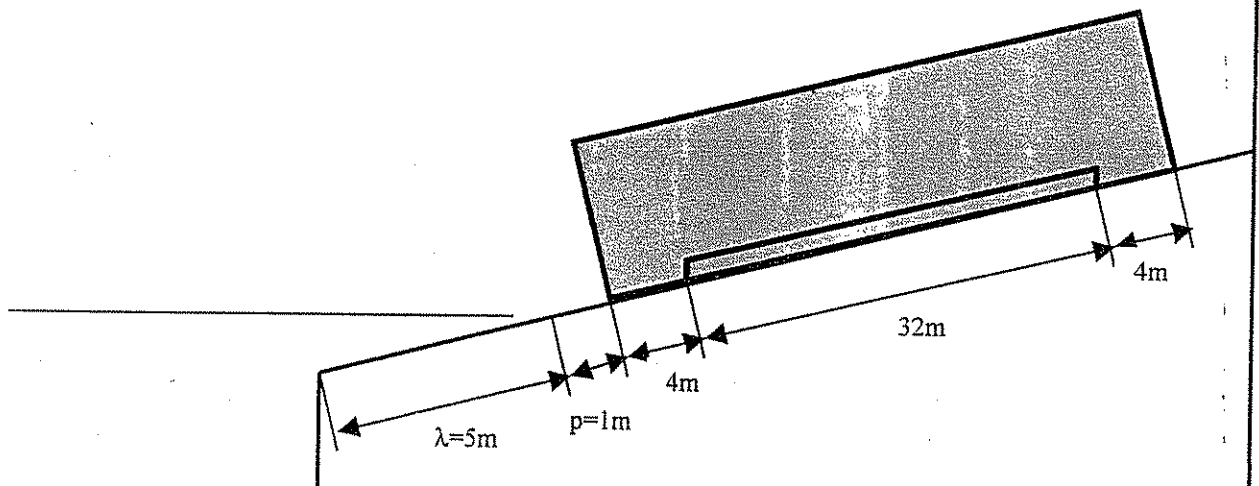
Kesit NO	0	2	4	6	8	10
s_i						
W (ton)						
Δ (ton)						
W- Δ (t)						
Q						
P						
V						

Örnek 2.1:

Aşağıda boyut ve özellikleri verilen dikdörtgenler prizması şeklindeki dubanın kıçtan denize indirme hesaplarını gerçekleyin.

Boy	L	: 40 m
Genişlik	B	: 8 m
Derinlik	D	: 4 m
Dubanın ağırlığı	W_L	: 640 t
Kayıcı kızakların ağırlığı	W_K	: 32 t
Kızak eğimi	$\tan\alpha$	: 1/12
Islak kızak boyu	λ	: 5 m
Kıç dikeyin su seviyesine uzaklığı	p	: 1 m
Kayıcı kızak boyu	L_K	: 0.8L
Deniz suyu yoğunluğu	ρ	: 1.025 t/m ³

Çözüm :



Denize indirme hesaplarını 10 istasyon sistemine göre 0,2,4,6,8,10 nolu istasyonlar için yapalım.

Hareket miktarı :

$$s_i = p + i \left(\frac{L}{10} \right) \quad i = 0, 2, 4, 6, 8, 10$$

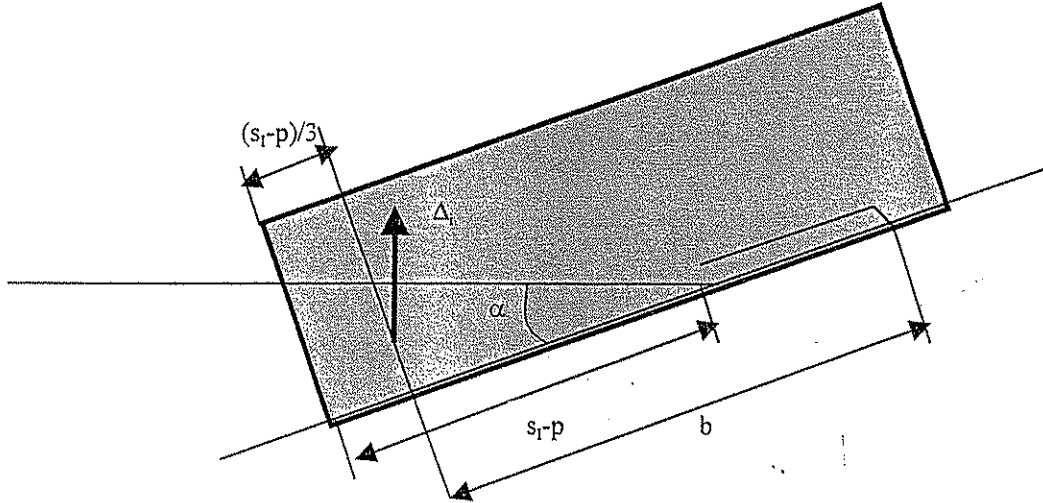
İniş ağırlığı :

$$W = W_K + W_L = 640 + 32 = 672 \text{ t}$$

Ağırlığın baş papete göre momenti :

$$M_{wp} = W \frac{L_K}{2} = 672 \times 16 = 10752 \text{ t}$$

Sephiye : Herhangi i hareket anındaki sephiye aşağıdaki şekilden yararlanılarak bulunabilir.



$$\Delta_i = \frac{1}{2} (s_i - p)^2 B \rho \tan \alpha$$

Sephiyenin baş papete göre momenti :

$$M_{\Delta p} = \Delta_i \left[0.9L - \frac{1}{3} (s_i - p) \right]$$

Ağırlığın eşiğe göre momenti :

$$M_{wt} = W \left[s_i - \left(\frac{L}{2} + \lambda + p \right) \right]$$

Sephiyenin eşiğe göre momenti :

$$M_{\Delta T} = \Delta_i \left[s_i - \left\{ \lambda + p + \frac{1}{3} (s_i - p) \right\} \right]$$

Anti tipping momenti :

$$M_T = M_{\Delta T} - M_{wt}$$

Çıkarılan bağıntılar kullanılarak denize indirme statik hesapları aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi gerçekleştirilebilir:

i	0	2	4	6	8	10
S_i (m)	1	9	17	25	33	41
W (t)	672	672	672	672	672	672
M_{WP} (t.m)	10752	10752	10752	10752	10752	10752
Δ_i (t)	0	21.9	87.5	196.8	349.9	546.7
M_{AP} (t.m)	0	728.9	2682.3	5510.4	8863.3	12391.1
M_{WT} (t.m)	-16800	-11424	-6048	-672	4704	10080
M_{AT} (t.m)	0	7.2	495.6	2164.8	5714.5	11844.5
M_T (t.m)	-	-	-	-	1010.5	1764.5

Örnek 2.2.

$L=50$ metre boyunda, $B=8$ metre genişliğinde dikdörtgenler prizması şeklinde bir duba düz bir kızak üzerinde kıçtan denize indirilmektedir. Kıç dikeyle deniz seviyesi arasındaki uzaklık $p=1$ metredir. Kayıcı kızakların boyu duba boyunun %80'i ve toplam iniş ağırlığı $W=800$ tondur. 36 metre hareketten sonra antitiping momentinin 9000 t.m olması ve dönmenin 32 metre harekette gerçekleşebilmesi için kızak eğimi ve ıslak kızak boyu ne olmalıdır? Deniz suyu yoğunluğu 1 t/m^3 alınabilir.

Cözüm :

Öncelikle duba 36 metre hareket ettiğinde oluşacak antitiping momentini hesaplayalım.

$$M_T = M_{AT} - M_{WT} = \Delta d - Wc =$$

$$\left[\frac{1}{2}(s-p)^2 B \tan \alpha \rho \left[s - \left\{ \lambda + p + \frac{1}{3}(s-p) \right\} \right] \right] - W \left[s - \left(\frac{L}{2} + \lambda + p \right) \right] =$$

$$\left[\frac{1}{2}(36-1)^2 8 \tan \alpha \left[36 - \left\{ \lambda + 1 + \frac{1}{3}(36-1) \right\} \right] \right] - 800 \left[36 - \left(\frac{50}{2} + \lambda + 1 \right) \right] =$$

$$4900 \tan \alpha (23.333 - \lambda) - 800(10 - \lambda) = 9000$$

$$\text{Buradan } \lambda = \frac{11433.333 \tan \alpha - 17000}{4900 \tan \alpha - 800}$$

Bulunur. İkinci bağıntıyı bulmak üzere dönme koşulu kullanılacaktır.

$$M_{AP} = M_{WP}$$

$$\Delta \left[0.9L - \frac{1}{3}(s-p) \right] = W \frac{L_K}{2}$$

$$\left[\frac{1}{2}(s-p)^2 B \rho \tan \alpha \right] \left[0.9L - \frac{1}{3}(s-p) \right] = W \frac{L_K}{2}$$

$$\left[\frac{1}{2}(32-1)^2 8 \tan \alpha \right] \left[0.9 \times 50 - \frac{1}{3}(32-1) \right] = 800 \frac{40}{2}$$

Buradan $\tan \alpha = 0.120$ ve bunun yukarıda bulunan denklemde yerine konması ile $\lambda = 15.5$ m. bulunur.

Örnek 2.3.

L=90 metre boyunda, B=11 metre genişliğinde dikdörtgenler prizması şeklinde bir duba düz bir kızak üzerinde kıçtan denize indirilmektedir. Toplam iniş ağırlığı 2000 ton olup ağırlık merkezi ortadadır. Kayıcı kızakların boyu 80 metre ve ıslak kızak boyu 9 metre olup kıç dikey su seviyesindedir.

- 81 metre hareletten sonra dönme olayının başlaması için kızak eğimi ne olmalıdır? Bu anda baş papete gelen yük nedir?
- 65 metre harekette antitiping momentı nedir?

Cözüm :

Dönme koşulundan

$$M_{\Delta P} = M_{WP} \quad \Delta a = Wb$$

$$\left[\frac{1}{2}(s-p)^2 B \rho \tan \alpha \right] \left[L - \frac{L - L_K}{2} - \frac{1}{3}(s-p) \right] = W \frac{L_K}{2}$$

$$\left[\frac{1}{2}(81-0)^2 11 \tan \alpha \right] \left[90 - \frac{90-80}{2} - \frac{1}{3}(81-0) \right] = 2000 \frac{80}{2}$$

Buradan $\tan \alpha = 0.038$ bulunur. Baş papete gelen yük

$$T = W - \Delta = 2000 - \frac{1}{2} \times 81^2 \times 11 \times 0.038 = 628.9 \text{ t}$$

Tipinge karşı moment

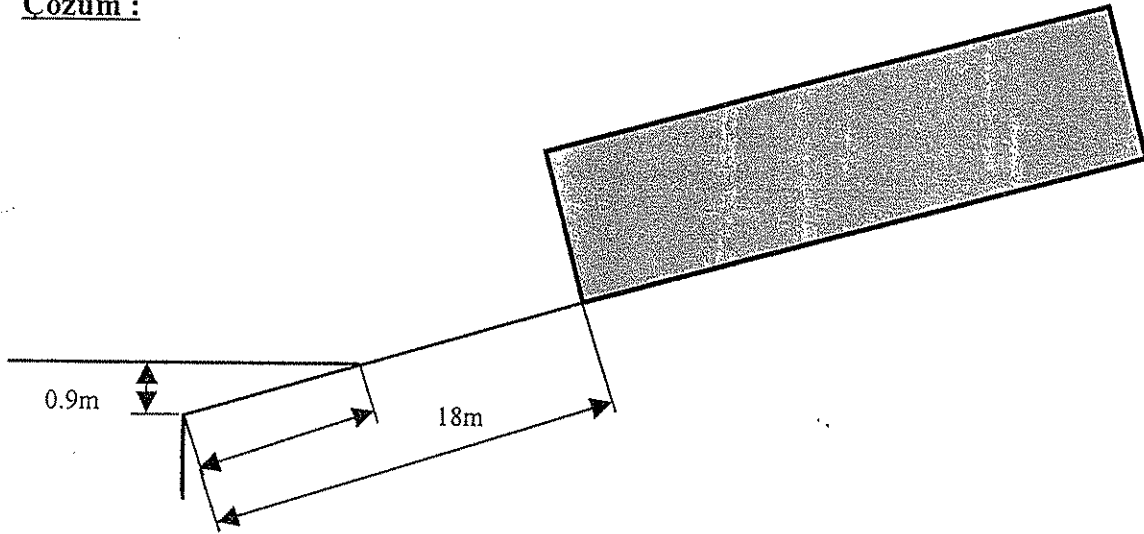
$$M_T = M_{\Delta T} - M_{WT} = \Delta d - Wc =$$

$$\left[\frac{1}{2}(s-p)^2 B \tan \alpha \rho \right] \left[s - \left\{ \lambda + p + \frac{1}{3}(s-p) \right\} \right] - W \left[s - \left(\frac{L}{2} + \lambda + p \right) \right] =$$

$$\left[\frac{1}{2}(65-0)^2 \times 11 \times 0.038 \right] \left[65 - \left\{ 9 + 0 + \frac{1}{3}(65-0) \right\} \right] - 2000 \left[65 - \left(\frac{90}{2} + 9 + 0 \right) \right] = 8316 \text{ tm}$$

Örnek 2.4.

90 metre boyunda ve 10.5 metre genişliğinde dikdörtgenler prizması şeklinde bir duba düz kızak üzerinde kıçtan denize indirilmektedir. Kızaklar dahil toplam iniş ağırlığı 2472 ton olup ağırlık merkezi dubanın ortasındadır. Kıç dikey ile eşik arasındaki uzaklık 18 metre olup eşik üzerindeki su derinliği 0.9 metredir. Baş papet baş dikeyde olup duba 81 metre hareketten sonra baş papet üzerinde dönmeye başlamaktadır. Deniz suyunun yoğunluğunu 1 t/m^3 kabul ederek kızak yollarının eğimini ve dönme anında baş papete gelen yükü bulun.

Cözüm :

Islak kızak boyu : $\lambda = \frac{0.9}{\tan \alpha}$
 Kıç dikey ile su seviyesi arası uzaklık : $p = 18 - \lambda$
 81 metre hareketten sonra deplasman :

$$\Delta = \frac{1}{2} B(s-p)^2 \tan \alpha = \frac{1}{2} \times 10.5 \times (81 - 18 + \frac{0.9}{\tan \alpha}) = \frac{4.2525}{\tan \alpha} + 20837.25 \tan \alpha + 595.35$$

Sephiye merkezinin baş papete uzaklığı :

$$b = 90 - \frac{s-p}{3} = 90 - \frac{1}{3} (63 + \frac{0.9}{\tan \alpha}) = 69 - \frac{0.3}{\tan \alpha}$$

Sephiyenin baş papete göre momenti :

$$M_{AP} = \left[\frac{4.2525}{\tan \alpha} + 20837.25 \tan \alpha + 595.35 \right] \left[69 - \frac{0.3}{\tan \alpha} \right]$$

Ağırlığın baş papete göre momenti

$$M_{wp} = W \times a = W \times \frac{L}{2} = 2472 \times 45 = 111240 \text{ tm}$$

Dönmenin olabilmesi için $M_{\Delta p} = M_{wp}$ olmalı. Buradan

$$\frac{293}{\tan \alpha} + 1437770 \tan \alpha + 41079 - \frac{1.28}{\tan^2 \alpha} - 6251 - \frac{179}{\tan \alpha} = 111240$$

bu denklemin iterasyon ile çözülmesi ile $\tan \alpha = 0.052$ bulunur.

Baş papete gelen yük

$$T = W - \Delta = W - \frac{1}{2} B(s-p)^2 \tan \alpha = 2472 - \frac{1}{2} \times 10.5 \times \left(63 + \frac{0.9}{\tan \alpha}\right)^2 \tan \alpha = 1760 \text{ t}$$

2.2 Basınç Hesapları :

Kıçtan denize indirmede genellikle iki kızak kullanılır ancak çok büyük gemilerin denize indirilmesinde dört kızak kullanılabileceği gibi çok küçük tekneler için tek bir kızak yeterli olabilir. Çift kızaklı uygulamalarda kızaklar arası genişlik genellikle $0.3B$ civarındadır.

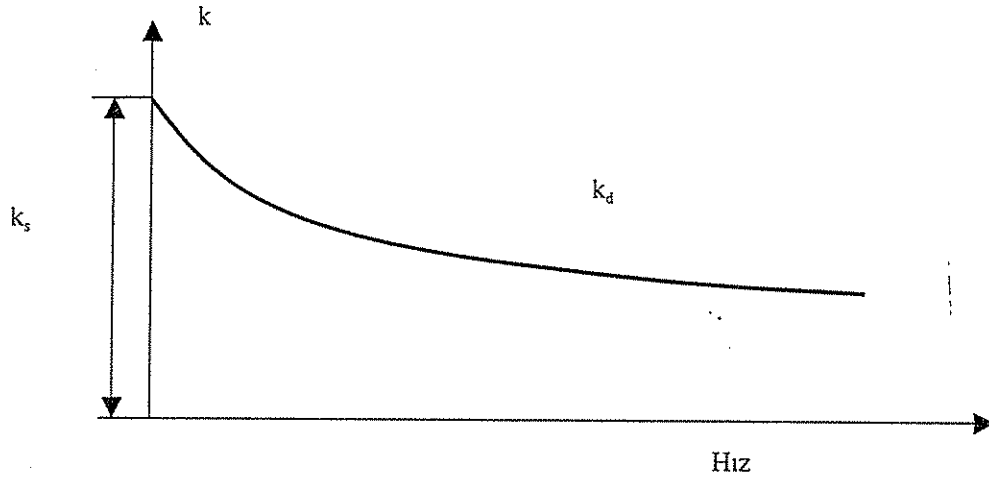
Gemi kayma hareketine başlamadan önce kızak üzerinde oluşacak basınç $p = \frac{W}{2L_k b}$ şeklinde bulunabilir. Burada W toplam iniş ağırlığı, L_k kayıcı kızak boyu, ve b kızak genişliğidir. Kızak üzerindeki basınç geminin büyüklüğüne göre $15-30 \text{ t/m}^2$ arasında değişebilir. Artan kızak meyili ile kızak üzerindeki basınç azalacaktır. Aşağıdaki tabloda gemi boyuna göre ortalama kızak basınçları verilmektedir.

$L \text{ (m)}$	$p \text{ (t/m}^2\text{)}$
<50	15
50-100	20
100-150	25
>150	30

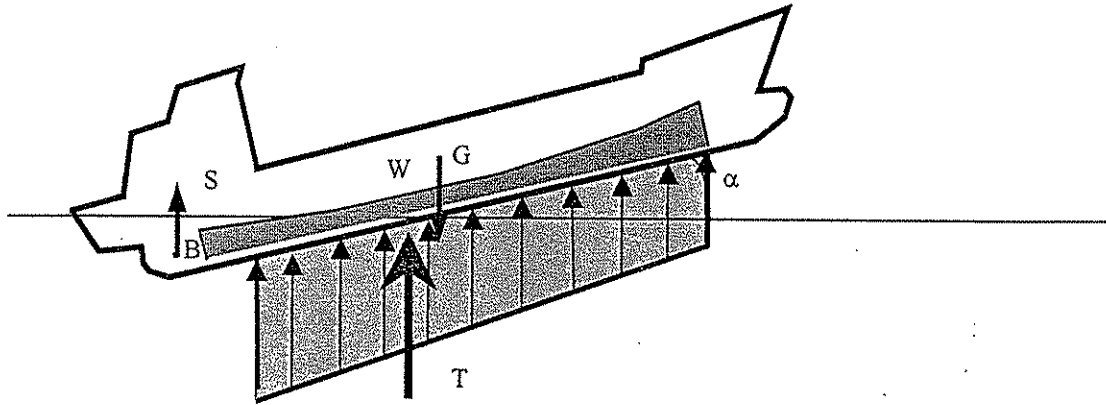
Kayıcı ve sabit kızaklar arasına sürülen yağın bu basınca dayanması gereklidir. Kullanılan yağın statik sürtünme katsayısı uygulanan basınca uygun seçilmelidir. Basınca göre uygun sürtünme katsayıları aşağıdaki tabloda verilmektedir.

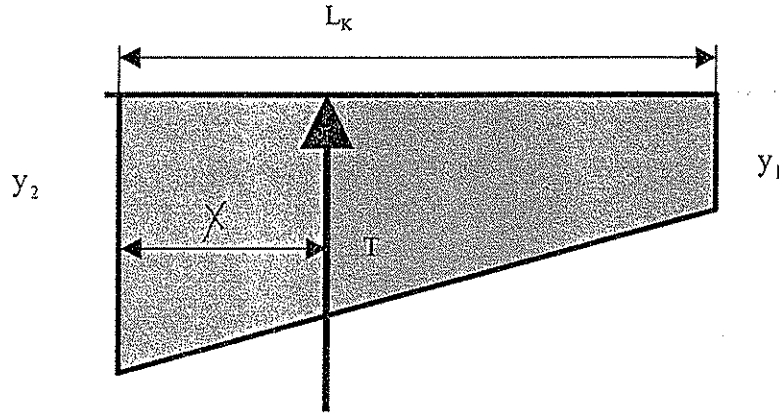
k_s	$p \text{ (t/m}^2\text{)}$
0.018-0.030	30
0.025-0.038	20
0.033-0.046	10

Kızak üzerine yağ genellikle ortalama 1.5 cm kalınlığında bir ana katman ve ortalama 6 mm kalınlığında ayrı özellikte bir kayıcı katman olarak uygulanır. Bu hesaba göre kayıcı kızak üzerinde yaklaşık 10 kg/m^2 yağ gerekecektir. Geminin harekete geçmesi ile yağın statik sürtünme özellikleri değişecek ve genellikle daha kaygan hale gelecektir. Kayma hızı ile statik sürtünme ve dinamik sürtünme katsayılarının değişimi aşağıdaki şekilde gibidir.



Geminin harekete geçmesi ve denize girmesi ile ortaya çıkan sephiye kuvveti kızak üzerindeki basıncın şiddet ve dağılımını etkileyecektir. Kızağa etkiyen toplam kuvvet $T=W-\Delta$ ile bulunabilir. Kızak boyunca basıncın doğrusal değiştiği kabul edilirse aşağıdaki şekilden yararlanarak basınç dağılımı belirlenebilir.





Kızağın taşıdığı yük $T = W - \Delta = y_1 L_K + \frac{1}{2}(y_2 - y_1)L_K$

Eşığe göre moment $Tx = (W - \Delta)x = y_1 L_K \frac{L_K}{2} + \frac{1}{2}(y_2 - y_1)L_K \frac{L_K}{3}$

Bu iki denklemin çözülmesi ile aranan gerilmeler

Baş papetteki gerilme $y_1 = \frac{2(W - \Delta)}{L_K} \left(\frac{3x}{L_K} - 1 \right)$

Eşikteki gerilme $y_2 = \frac{2(W - \Delta)}{L_K} \left(2 - \frac{3x}{L_K} \right)$

olarak bulunur. Bazı özel durumlar aşağıda sunulmaktadır.

1. $\frac{x}{L_K} < \frac{1}{3}$ ise $y_1 < 0$ olması gerekir. Bu olamayacağı için trapez yerine üçgen dağılımı uygulanır.

$$y_1 = 0 \quad y_2 = \frac{2(W - \Delta)}{3x}$$

2. $\frac{x}{L_K} > \frac{2}{3}$ ise $y_2 < 0$ olması gerekir. Bu olamayacağı için trapez yerine üçgen dağılımı uygulanır.

$$y_2 = 0 \quad y_1 = \frac{4(W - \Delta)}{3x}$$

3. $x=0$ durumunda y_2 sonsuza gider yani tipping oluşur. Tipping durumunda

$$x = \frac{\Delta d - Wc}{W - \Delta} = 0 \quad \Rightarrow \quad \Delta d = Wc$$

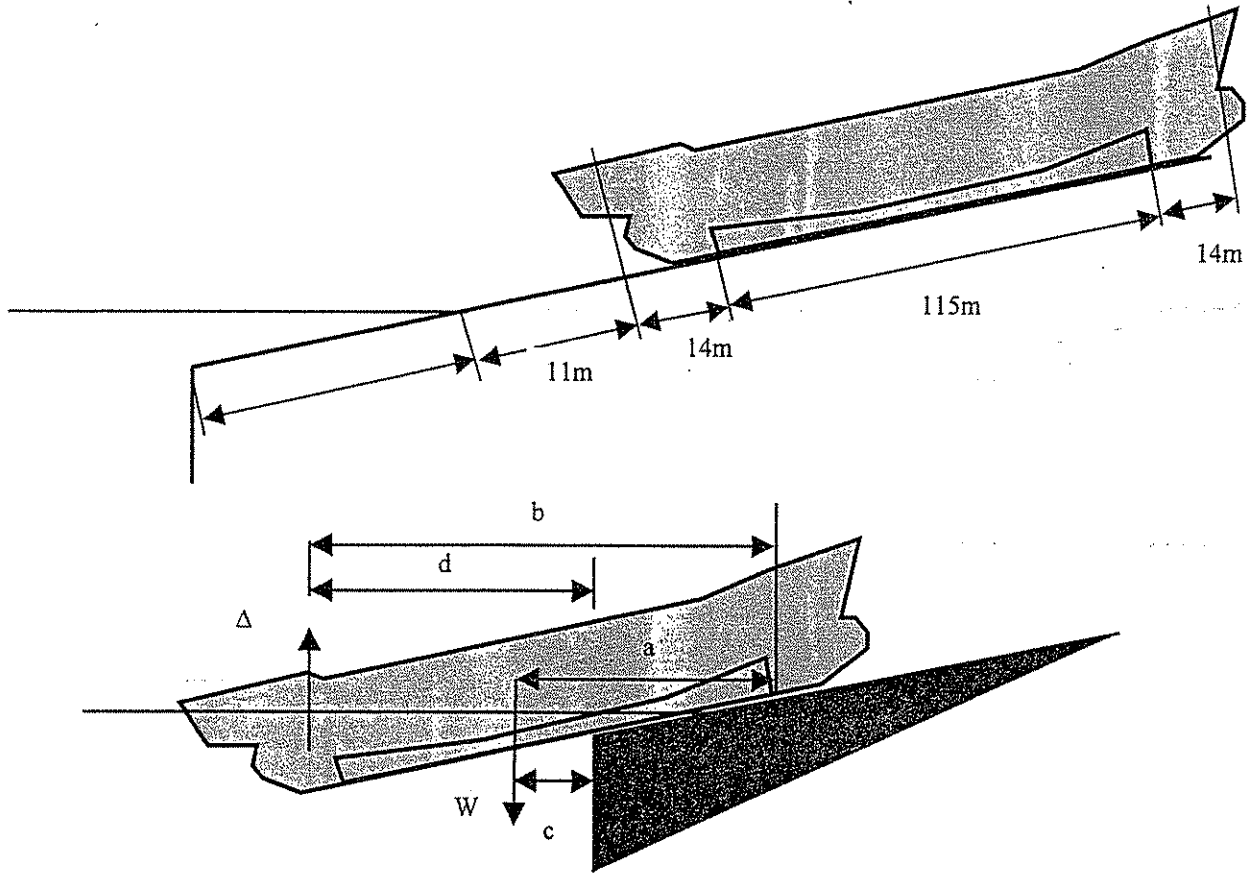
Örnek 2.5.

143 metre boyunda bir gemi düz bir kızak üzerinde kıçtan denize indirilmektedir. Kayıcı kızaklarla birlikte toplam iniş ağırlığı 10000 ton, kayıcı kızakların boyu 115 metre, baş papetin baş dikeye olan uzaklığı 14 metre, başlangıçta eşiğin kıç dikeye olan uzaklığı 11 metre olup gemi ağırlık merkezi ortadan 2 metre kıçtadır. Kayıcı kızakların genişliği 3.65 metre olarak verilmektedir.

Denize inmede alınan yola bağlı olarak sephiye ve sephiye merkezinin kıç dikeye olan uzaklıkları aşağıdaki tabloda verilmektedir.

Yol (m)	86	96	106
Sephiye (t)	5200	6900	8800
LCB (m)	51	55	59

Bu geminin denize indirme statik hesaplarını gerçekleyerek dönmenin başladığı anı, yüzmenin gerçekleştiği anı, minimum antitiping momentini ve $s=86$ metre hareket sonunda eşik üzerindeki basıncı bulun.

Cözüm :

Ağırlık merkezinin baş papete uzaklığı	$: a = \frac{L_K}{2} + 2$
Sephiyenin baş papete uzaklığı	$: b = L - 14 - LCB$
Ağırlık merkezinin eşiğe uzaklığı	$: c = s - 11 - \left(\frac{L}{2} - 2\right) \checkmark$
Sephiyenin eşiğe uzaklığı	$: d = s - LCB - 11$

Bu değerleri kullanarak denize indirme statik hesapları aşağıdaki tabloda gösterildiği şekilde yapılabilir.

s (m)	86	96	106
W (t)	10000	10000	10000
Δ (t)	5200	6900	8800
a (m)	59.5	59.5	59.5
b (m)	78	74	70
$M_{WP} = W \times a$	595000	595000	595000
$M_{AP} = \Delta \times b$	405600	510600	616000
c (m)	5.5	15.5	25.5
d (m)	24	30	36
$M_{WT} = W \times c$	55000	155000	255000
$M_{AT} = \Delta \times d$	124800	207000	316800
$M_T = M_{AT} - M_{WT}$	69800	52000	61800

Tabloda bulunan değerler yardımı ile aşağıdaki denize indirme diyagramı çizilebilir. Bu diyagramdan

Dönme noktası $: \Delta \times b = W \times a \Rightarrow 104.75m$

Minimum antitipng momenti $: \Delta \times d - W \times c \Rightarrow 52000tm$

Bulunur. Yüzme noktası ağırlığın ve sephiyenin eşit olduğu 111 metredir.

Eşik üzerindeki basıncı bulabilmek üzere 86 metre hareket durumundaki kızak basınç dağılımını çıkartalım:

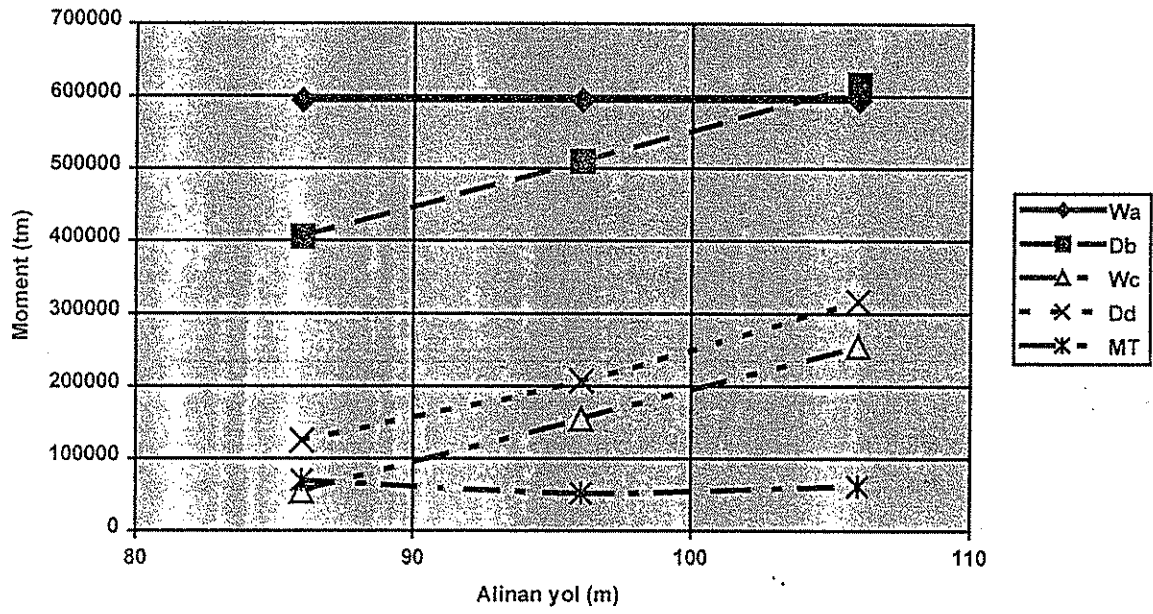
$$x = \frac{\Delta d - Wc}{W - \Delta} = \frac{5200 \times 24 - 10000 \times 5.5}{10000 - 5200} = 14.54m$$

Kızak boyu $: L_K - (s - 14 - 11) = 115 - (86 - 14 - 11) = 54 m$

Eşikteki gerilme $y_2 = \frac{2(10000 - 5200)}{54} \left(2 - \frac{3 \times 14.54}{54}\right) = 211.88t/m$

Basınç

$$p = \frac{y_2}{b} = \frac{211.88}{3.65} = 58.05 \text{ t/m}^2$$



2.8. Dinamik hesaplar

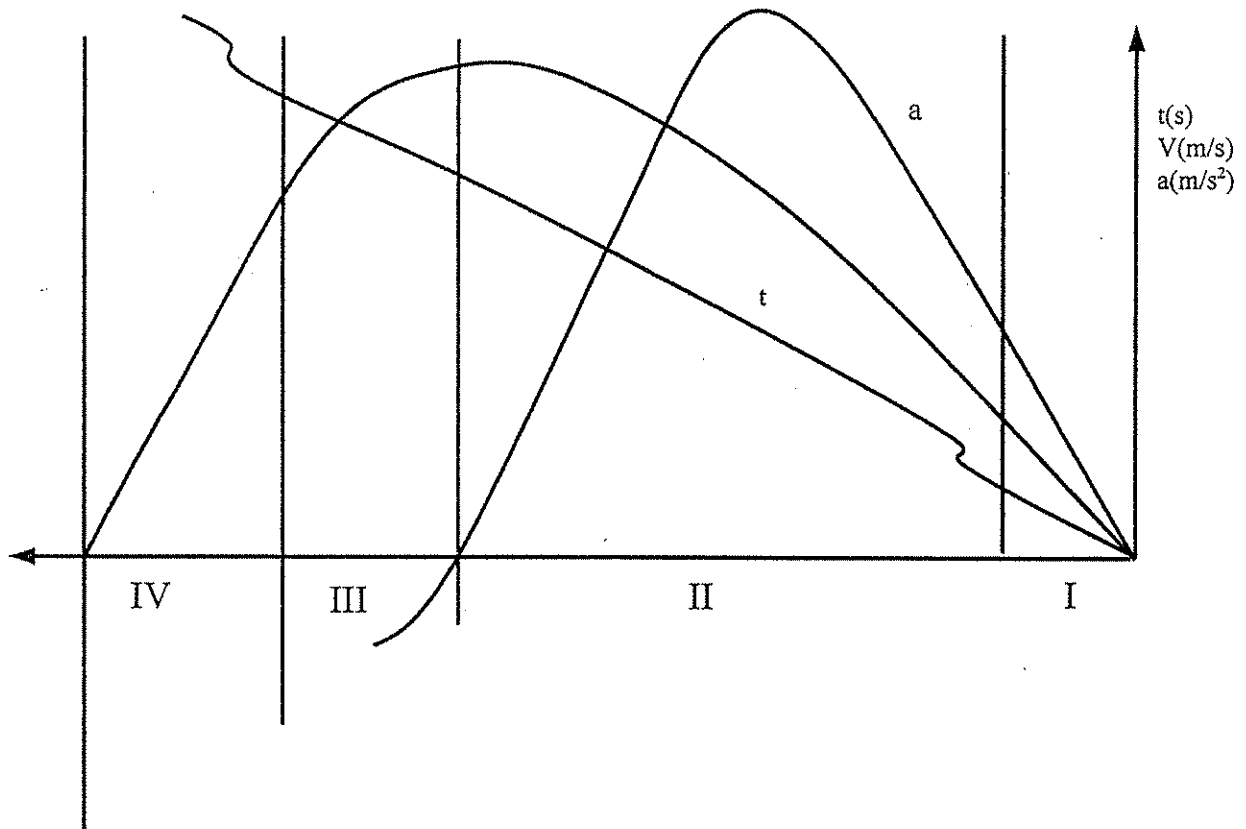
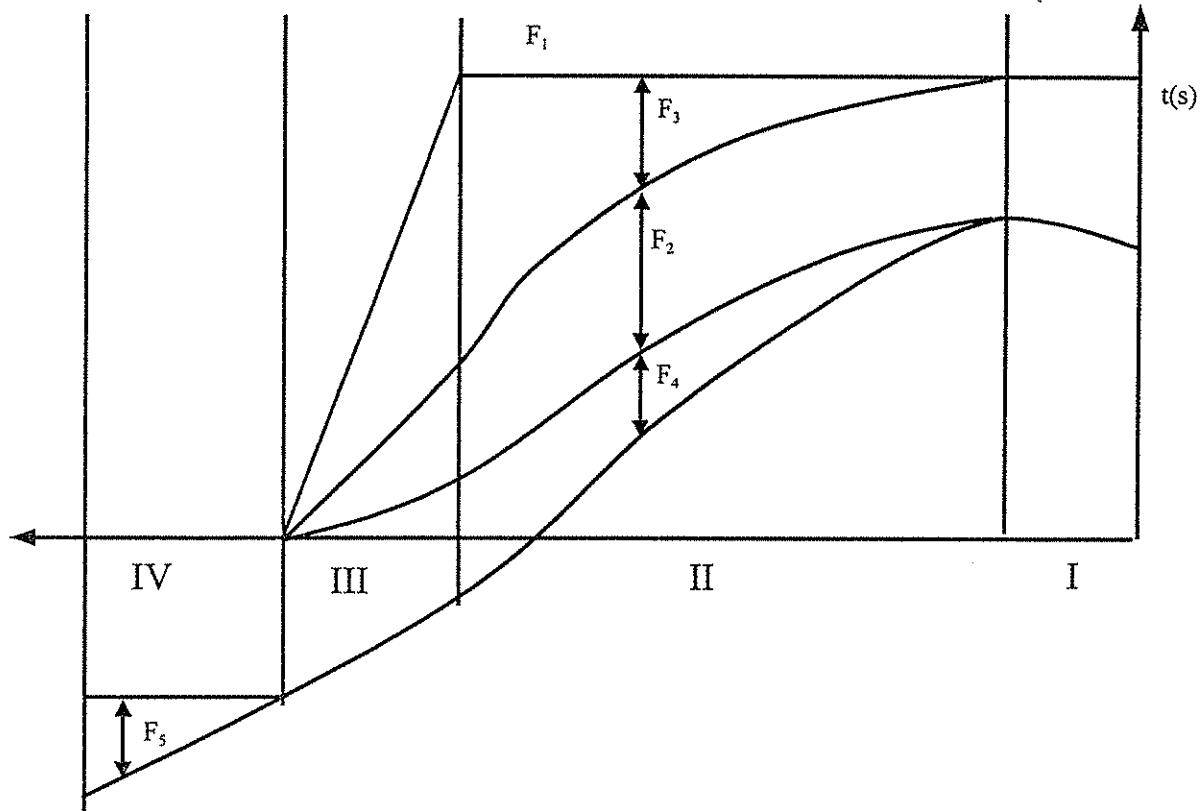
Kızak üzerinde hareket eden bir gemiye etkiyen kuvvetler:

- | | |
|---|-------------------------------|
| ▪ Geminin toplam iniş ağırlığının (W) kızağa paralel bileşeni | $F_1 = W \sin \alpha$ |
| ▪ Sürtünme kuvveti. | $F_2 = -k_s(W-S) \cos \alpha$ |
| ▪ Sephiye kuvvetinin (W) kızağa paralel bileşeni | $F_3 = -\Delta \sin \alpha$ |
| ▪ Suyun direnci | $F_4 = -CV^2$ |
| ▪ Frenleme ağırlıkları | F_5 |

$$F_{\text{toplam}} = \sum_{i=1}^5 F_i = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5$$

Kıçtan denize indirme 4 kademeli bir işlem olarak ele alınabilir:

- I. Geminin kızak üzerinde harekete geçmesi ile kıç dikeyin suya değdiği ana kadar olan aşama. Bu aşamada gemiyi hareket ettiren $F_1 = W \sin \alpha$ kuvvetine karşılık $F_2 = -k_s W \cos \alpha$ sürtünme kuvveti karşı koyar. Hareket başladıktan sonra k_s statik sürtünme katsayısı dinamik hale gelir ve k_D ile gösterilir. Geminin hızı arttıkça k_D hiperbolik olarak azalır ve buna bağlı olarak ta sürtünme kuvveti azalır.
- II. Bu aşamada gemi ıslak kızak üzerinde sephiye kazanarak kayma hareketi yapar. Gemiye hareket ettiren $F_1 = W \sin \alpha$ kuvvetine $F_2 = -k_D(W-S) \cos \alpha$, $F_3 = -\Delta \sin \alpha$, $F_4 = -CV^2$ kuvvetleri karşı koyar. F_2 kuvveti sürtünmeyi, F_3 sephiyeyi ve F_4 suyun direncini temsil eder. Bu kademenin sonunda gemi baş papet etrafında dönmeye başlar.
- III. Bu aşama geminin baş papet etrafında dönmeye başlaması ile kızağı terkederek serbest yüzmeye başlaması arasında geçen süredir. Bu aşamada gemiyi hareket ettiren $F_1 = W \sin \alpha$ kuvveti azalarak geminin serbest yüzmeye başlaması ile ortadan kalkar. Yine bu aşama sonunda F_2 ve F_3 kuvvetleri de ortadan kalkar. Böylece III. kademe sonunda sadece F_4 su direnci kuvveti gemiye etkiyor olacaktır.
- IV. Bu aşama geminin yüzmeye başlaması ile tamamen durması arasındaki kademedir. Bu aşamada gemiye sadece su direnci kuvveti F_4 ve frenleme kuvvetleri F_5 etkir.



Hareketin başlayabilmesi için öncelikle geminin kızak üzerinde hareket edebilmesi gerekir. Bunun için gerek koşul

$$W \sin \alpha \geq k_s W \cos \alpha$$

olduğuna göre

$$\tan \alpha \geq k_s$$

olmalıdır. k_s statik sürtünme katsayısı olup 0.020-0.065 arasında değişir.

Gemi kızak üzerinde iken hareketin ivmesi

$$a = \frac{\sum F}{W/g} = \frac{W \sin \alpha - k_s W \cos \alpha}{W/g}$$

Buradan

$$a = g(\sin \alpha - k_s \cos \alpha)$$

kızak meyili küçük olduğundan, $\cos \alpha \cong 1$ ve $\sin \alpha \cong \alpha$ alınabilir. Buradan

$$a \cong g(\alpha - k_s)$$

$F=Ma$ bağıntısına göre geminin ivmesi ve buradan $V=\int a dt$ bağıntısına göre geminin hızı belirlenebilir. Ancak zaman bilinmediğine göre hız ivme ve hareket miktarı cinsinden ifade edilmelidir.

$$V^2 = \left(\frac{dx}{dt} \right)^2$$

$$\frac{dV^2}{dt} = 2 \frac{d^2x}{dt^2} \frac{dx}{dt}$$

$$V^2 = 2 \int_0^x a dx \quad \Rightarrow \quad V = \sqrt{2 \int_0^x a dx}$$

İvme belli olduğuna göre x hareket miktarı için V hızı hesaplanabilir.

$$\frac{dx}{dt} = V \quad \Rightarrow \quad dt = \frac{1}{V} dx \quad \Rightarrow \quad t = \int_0^x \frac{1}{V} dx$$

Kıçtan denize indirmede F_4 ve F_5 kuvvetlerinin ihmal edilmesi halinde genel ivme ifadesi aşağıdaki gibi yazılabilir

$$a = \frac{\sum F}{W/g} = \frac{W \sin \alpha - \Delta \sin \alpha - k_D (W - \Delta) \cos \alpha}{W/g}$$

Buradan

$$a = g \frac{W - \Delta}{W} (\sin \alpha - k_D \cos \alpha) \cong g \frac{W - \Delta}{W} (\alpha - k_D)$$

bulunur. Buradan aşağıdaki tablo yardımı ile hız ve zaman bağıntıları elde edilebilir.

$x(m)$	x_1	x_2	
$\Delta(t)$			
$W - \Delta(t)$			
$a (m/s^2)$			
$\int_0^x a dx$			
$V = \sqrt{2 \int_0^x a dx}$			
$\frac{1}{V}$			
$t = \int_0^x \frac{dx}{V}$			

Su direnci kuvvetinin F_4 hesaba katılması halinde

$$a = \frac{\sum F}{W/g} = \frac{g}{W} [(W - \Delta)(\sin \alpha - k_D \cos \alpha) - CV^2]$$

$\sin \alpha \cong \alpha$ ve $\cos \alpha \cong 1$ olduğundan

$$a = \frac{1}{2} \frac{dV^2}{dx} = \frac{g}{W} [(W - \Delta)(\alpha - k_D) - CV^2]$$

Buradan aşağıdaki diferansiyel denklem elde edilir:

$$\frac{dV^2}{dx} + PV^2 - Q = 0$$

Burada

$$P = \frac{2Cg}{W} \quad Q = \frac{2g(W - \Delta)(\alpha - k_D)}{W}$$

Bu diferansiyel denklemin çözümü

$$V = \frac{\int_0^x Q e^{\int_0^x P dx} dx + c}{e^{\int_0^x P dx}}$$

Buradan aşağıdaki tablo yardımı ile hesaplar gerçekleştirilebilir.

x(m)	X ₁	X ₂	...
$\Delta(t)$			
$W - \Delta(t)$			
Q			
P			
$\int_0^x P dx$			
$\frac{\int_0^x P dx}{e^{\int_0^x P dx}}$			
V			

C değeri için $k\Delta^{2/3}$ değeri ve $k=0.0025$ önerilebilir.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GEMİ İNŞAATI MÜHENDİSLİĞİ



ULUSLARARASI KURALLAR SERTİFİKALAR
DÖNEM İÇİ ÖDEVİ

“BAYRAK DEVLETİ UYGULAMALARI VE LİMAN DEVLETİ DENETİMİ”

HAZIRLAYAN: OSMAN ÇETİNKAYA; 03508006

28.12.2003

ULUSAL MEVZUAT

1. 4922 sayılı Denizde Can Ve Mal Koruma Hakkında Kanun (1946)

Madde 1:

- ✓ Denizde kürekten başka aletle yola çıkabilen her araca adı, tonilatosu ve kullanma amacı ne olursa olsun *gemi* denir.
- ✓ Menfaat sağlamak amacıyla denizde kullanılan her gemiye *ticaret gemisi* denir.
- ✓ 12'den fazla yolcu taşıyan ticaret gemisi, *yolcu gemisi*dir.
- ✓ Kaptan ve gemi adamları, donatan ve işletenlerin, görevleri gereği gemide bulunanların dışındakiler *yolcudur*.

Madde 2:

- a) Tekne, genel donanım, makina, kazan gibi esas kısımları
- b) Yükleme durumu
- c) Yakıtın ve kumanyanın yeterliliği
- d) Gemi adamları yeterliliği ve sayısı

Bakımlarından geminin yapacağı yolculuğun normal rizikolarına karşı koyamayacak durumda olan bir ticaret gemisi *Yola Elverişli* sayılmaz.

Madde 3:

Ticaret gemilerinin tahsis edildikleri işlere ve yapacakları yolculuklara göre;

- ✓ Tekne
- ✓ Makine
- ✓ Kazan
- ✓ Genel Donanım
- ✓ Can kurtarma
- ✓ Yangından korunma
- ✓ Yangın söndürme

gibi teçhizatlar yılda en az bir defa denetlenerek, *Denize Elverişlilik Belgesi* düzenlenir.

Madde 6:

Denize Elverişlilik Belgesi olup da liman sınırları dışına sefer yapacak gemiler, yola çıkmadan önce;

- ✓ Can kurtarma
- ✓ Yangından korunma
- ✓ Yangın söndürme
- ✓ Seyir aletleri
- ✓ Gemi adamları
- ✓ Kumanya ve yakıt durumları
- ✓ Yolcu sayısı
- ✓ Yükün cinsi ve istiflenme durumları
- ✓ Yükleme durumları ve Yükleme sınırı

bakımlarından denetlenerek, uygun olanlara *Yola Elverişlilik Belgesi* düzenlenir.

Madde 8-11-12:

Bu maddelerin hükümlerine göre, gemilerde *Denizde Çatışmayı Önleme Tüzüğü*, *Fribord Tüzüğü* hükümlerine göre;

- ✓ Seyir fenerleri (Silyon, borda fenerleri...)
- ✓ Seyir işaretleri (Manevradan aciz, demir fenerleri...)
- ✓ Ses ve görüntü işaretleri (Düdük, kampana...)
- ✓ Fribord markaları
- ✓ Kana rakamları
- ✓ Tehlikeli maddelerin taşınması

ile ilgili kurallar bulunmaktadır.

2. Limanlar Kanunu
3. Kabotaj Kanunu
4. Telsiz Kanunu
5. Ticaret Gemilerinin Tonilatolarını Ölçme Tüzüğü
6. Ticaret Gemilerinin Yükleme Sınırı Tüzüğü
7. Liman Tüzükleri
8. Türk Boğazları Deniz Trafik Tüzüğü
9. Muayene ve Mesahati Sefain Talimatnamesi
10. 150 GT'den Küçük Gemilerin Yükleme Sınırı Yönetmeliği
11. Yat Turizmi Yönetmeliği
12. Gemi Adamlarının Eğitim, Belgelendirme, Sınav, Vardiya Tutma ve Donatımlarıyla İlgili Yönetmelik
13. Liman Yönetmelikleri

ULUSAL MEVZUATA GÖRE GEMİLERE DÜZENLENEN BELGELER

Ulusal Sefer Bölgeleri:

- a) Liman Seferi Bölgesi
- b) Sahilden 10 milden fazla açılmadan, 100 mili geçmeyen sefer
- c) Kabotaj Seferi

1. **Tonilato Belgesi:** Cinsi ne olursa olsun, tüm gemilere düzenlenir. Bu belge,
 - ✓ Geminin hangi kurallara tabi tutulacağını belirleyen *Gros Tonilato* ve *Net Tonilatosunun* belirlendiği bir belgedir.
 - ✓ Süresiz düzenlenir.
2. **Gemi Tasdiknamesi:** 18 GT'den büyük ticari amaçlı gemilere düzenlenir.
3. **Denize Elverişlilik Belgesi:** 4922 sayılı kanun gereği, denetlenen gemilere düzenlenir.
 - ✓ Süresi 1 yıldır.
 - ✓ Ticaret gemileri
 - ✓ Balıkçı gemileri
 - ✓ Ticari Yatlar

4. **Fribord Belgesi:** Boyu 24 metreden büyük veya 150 GT'den büyük gemilere düzenlenir.

- ✓ Süresi 4 yıldır. Yıllık vizeleri vardır.
- ✓ Balıkçı gemilerine ve özel yatlara düzenlenmez.
- ✓

5. **Gemi Adamı Asgari Donatım Belgesi:** 50 net tonilatodan büyük gemilere düzenlenir.

ULUSAL VE ULUSLARASI MEVZUATA GÖRE ULUSLARASI SEFER YAPAN GEMİLERE DÜZENLENEN BELGELER

1. **Uluslararası Tonilato Belgesi (International Tonnage Certificate):**

- ✓ Uluslararası Tonaj Sözleşmesi 1969 (International Tonnage Convention 1969) hükümlerine göre düzenlenir.
- ✓ Ölçü boyu 24 m ve üzeri olan tüm gemilere düzenlenir.
- ✓ Süresiz düzenlenir.

2. **Gemi Tasdiknamesi (Certificate of Registry):**

- ✓ Tonilato Belgesi olan tüm gemilere düzenlenir.
- ✓ Süresiz düzenlenir.

3. **Uluslararası Yükleme Sınırı Belgesi (International Load Line Certificate):**

- ✓ ILLC 1966 hükümlerine göre düzenlenir.
- ✓ Tonaj 69'a göre, Tonilato Belgesi'ne sahip gemilere düzenlenir.
- ✓ Süresi 5 yıl olup, yılda bir vizesi yapılır.

4. **Stability Booklet:**

SOLAS 74, Reg. II.1 (22) gereği

- ✓ Int. Load Line Sertifikası bulunan gemilerden istenir.

5. **Cargo Securing Manual:**

SOLAS 74, Reg. VI.5, VII.6 ve MSC/Circ 745 gereği

- ✓ Tüm kargo gemileri (Dökme katı ve sıvı taşıyanlar hariç) için gereklidir.

6. **International Oil Pollution Prevention Certificate (IOPP):**

MARPOL 73/78 Annex I- Reg 4 gereği

- ✓ Petrol Tankeri > 150 GT + Form A
- ✓ Diğer Gemiler > 400 GT + Form B
- ✓ 5 yıl geçerli olup, yıllık sörvey ve vize gerektirir.

7. **Oil Record Book:**

MARPOL 73/78 Annex I- Reg. 20 gereği

- ✓ 400 GT'den büyük gemiler için makina operasyonlarıyla ilgili: Bölüm 1
- ✓ 150 GT'den büyük petrol tankerleri için Kargo/Balast operasyonları: Bölüm 2

8. **Shipboard Oil Pollution Emergency Plan (SOPEP):**

- ✓ 150 GT'den büyük petrol tankerleri
- ✓ 400 GT'den büyük diğer gemiler

9. Garbage Management Plan ve Garbage Record Book:

MARPOL 73/78 Annex V - Reg. 9 gereği

- ✓ 400 GT'den büyük tüm gemiler

10. International Sewage Pollution Prevention Certificate:

MARPOL 73/78 Annex IV - Reg. 4 gereği

- ✓ 200 GT'den büyük tüm gemiler veya
- ✓ 10 kişiden fazla insan taşıyan gemiler

11. Minimum Safe Manning Certificate:

SOLAS 74 Ch.V - Reg. 13b gereği

- ✓ Tüm gemilere düzenlenir.

12. Certificates for Masters, Officers or Ratings:

STCW 78, STCW 95 VI - Reg. 1/2

- ✓ Tüm gemi adamlarından istenir.

13. Certificate of Medical Fitness:

ILO Convention No:73 gereği

- ✓ Tüm gemiler

14. Document of Compliance (DOC) ve Safety Management Certificate (SMC):

SOLAS 74 Reg. IX - 4

- ✓ 500 GT'den büyük kargo gemileri
- ✓ Uluslararası sefer yapan yolcu gemileri

15. Radio Station Licence:

ITU Regulations gereği

- ✓ Tüm gemilere düzenlenir.

16. Ship's Logbooks:

SOLAS 74, Reg. III - 19.5

- ✓ Tüm gemilerde bulunması zorunludur.

17. Classification Certificate:

- ✓ Hull ve Machinery olarak geminin sınıfı tarafından düzenlenir.

18. Port State Control Reports:

- ✓ Her memorandumun PSC raporu 6 ay geçerlidir.

Kargo Gemilerine Düzenlenen Ek Belgeler:

19. Cargo Ship Safety Construction Certificate:

SOLAS 74 Reg. I/12 gereği

- ✓ 500 GT'den büyük tüm kargo gemilerine düzenlenir.
- ✓ 5 yıl geçerli olup yıllık vizeleri vardır.

20. Cargo Ship Safety Equipment Certificate + Form E:

SOLAS 74 Reg. I/12 gereği

- ✓ 500 GT'den büyük tüm kargo gemilerine düzenlenir.
- ✓ 2 yıl geçerli olup yıllık vizeleri vardır.

21. Cargo Ship Safety Radio Certificate + Form R:

SOLAS 74 Reg. I/12 gereği

- ✓ 300 GT'den büyük tüm gemilere düzenlenir.

22. Exemption Certificate:

SOLAS 74 Reg. I/12 gereği

TAŞIYACALARI YÜKLERE GÖRE GEMİLERE DÜZENLENEN BELGELER

23. Passenger Ship Safety Certificate:

SOLAS 74 Reg. I/12 gereği

- ✓ Uluslararası sefer yapan tüm yolcu gemileri için düzenlenir.
- ✓ Kaptan ve gemi adamı veya geminin işi gereği gemide bulunan, çalışan diğer kişiler ve bir yaşından küçük çocuklar dışında kalan kişilere *yolcu* denir.

24. Bulk Carrier Booklet:

SOLAS 74 Reg. VI/7 gereği

- ✓ Dökme halde katı yük taşıyan gemiler
- ✓ Stabilite, balast operasyonları, maksimum birim yüklerin belirlenmesi

25. Document of Compliance with Special Requirements for Ships Carrying Dangerous Goods:

SOLAS 74 Reg. II - 2/54.3. gereği

- ✓ Bazı özel yapılandırmalar ve emniyet teçizatı gerekleri

26. Document of Authorization for the Carriage of Grain ve Grain Loading Manual:

SOLAS 74 Reg. VI/9 gereği

- ✓ Tahıl yüklemeyle ilgili stabilite gereklerini içermektedir.

27. Certificate of Fitness for the Carriage of Dangerous Chemicals in Bulk:

BCH Code - Section 1.6. (Bulk Chemical Code)

- ✓ Kimyasal tankerler için taşıyacakları yüklere göre uygunluğunu gösterir.

28. Certificate of Fitness for the Carriage of Liquefied Gases in Bulk:

GAS Carrier Code Section 1.6.

- ✓ Dökme halde sıvılaştırılmış gaz taşıyan gemiler için uygunluk sertifikası

29. Damage Stability Booklet:

MARPOL Annex 1 - Reg 25, SOLAS 74 II - I/Reg 23, 23.1.

BAZI ULUSLARASI ÖRGÜTLENMELER VE SÖZLEŞMELER

- ✓ UNCLOS (The United Nations Convention on the Law of the Sea) 1982
- ✓ IMO (International Maritime Organisation) <<www.imo.org>>
- ✓ ILO (International Labour Organisation) <<www.ilo.org>>
- ✓ IACS (International Association of Classification Societies) <<www.iacs.org.uk>>
- ✓ OPA 90 (Oil Pollution Act) 1990 ABD

IMO

International Maritime Organisation

Amac: Temiz denizlerde güvenli gemiler.

- ✓ 1948'de IMCO olarak kurallar geliştirildi.
- ✓ 1958'de kurallar yürürlüğe girdi.
- ✓ 1982'de IMCO adı IMO olarak değiştirildi.

Şu anda;

- ✓ 40'ın üzerinde uluslararası sözleşmeler ve protokoller,
- ✓ 1000'in üzerinde Code'lar, Resolution'lar, Rehberler, Standartlar, Manual'leri mevcut.

Etkilediği alanlar:

- ✓ Bayrak Devleti uygulamaları
- ✓ Klas Kuruluşları
- ✓ Liman Devleti uygulamaları
- ✓ Gemi donatanları
- ✓ Gemi işletenleri, gemi kiralayanları
- ✓ Gemicilikle ilgili sigorta şirketleri
- ✓ Taşınan yüklerin sahipleri ve alıcıları

Imo'nun Başlıca Sözleşmeleri

- ✓ SOLAS 1974 ve değişiklikleri
- ✓ Load Line 1966 ve değişiklikleri
- ✓ International Tonnage Convention 1969
- ✓ COLREG 1972
- ✓ STCW 1978 ve değişiklikleri
- ✓ MARPOL 73/78

SOLAS

- ✓ 1914'de Titanic'ten sonra gemide bulunan insan sayılarına uygun can kurtarma araç ve gereçlerini saptayan kurallar tespit edilmeye başlandı.
- ✓ 1929'da 18 ülkenin katıldığı konferansla,
- ✓ 1933'te sözkonusu kurallar yürürlüğe giriyor.
- ✓ 1948'de uygulanan kurallar genişletilip yük gemileri için güvenlik tedbirlerinin aldırıldığı kurallar yürürlüğe giriyor.
- ✓ 1960'ta özellikle yolcu gemilerine yönelik yangınla mücadele ve can kurtarma kapasitelerini belirleyen kurallar uygulanmaya başlanıyor.
- ✓ 1974'e kadar meydana gelen deniz kazaları, yangınlar ve teknoloji değişikliklerinin de etkisiyle; inşa kuralları, ekipman standartları ve operasyonlar, denetleme kuralları yeniden belirleniyor.

- ✓ 71 ülkenin katıldığı, 1974'te yapılan konferans sonucunda SOLAS 74 kabul ediliyor ve 25 Mayıs 1980'de yürürlüğe giriyor.
- ✓ 2003 yılında 150'ye yakın ülke SOLAS 74 ve değişikliklerini uygulamaktadır.

SOLAS 74 ve değişikliklerin uygulandığı gemiler:

- ✓ Savaş gemileri ve asker taşıyan gemiler
- ✓ 500 GT den küçük yük gemileri
- ✓ Makinayla yürütülmeyen gemiler
- ✓ İlkel şekilde yapılmış ağaç gemiler
- ✓ Ticari şekilde kullanılmayan gezi yatları
- ✓ Balıkçı gemileri

Yukarıda cinsi sayılan gemilerin dışındaki gemilere uygulanır.

SOLAS 74 ve değişiklikleri neleri kapsar:

Bölüm I: Genel Hükümler

- ✓ Tanımlar, istisnalar, muafiyetler, denetim ve sürveyler
- ✓ Standartların korunması à PSC
- ✓ Belgelerin düzenlenmesi ve süreleri
- ✓ Kontroller à PSC
- ✓ Meyil tecrübesi ve stability booklet

Bölüm II-1: İnşaat, Bölmeleme ve Stabilitate, Makina ve Elektrik Donanımları

Kısım A - Uygulama ve tanımları,

Kısım A1 - Gemilerin inşaa, makina, elektrik ihtiyaçları, deniz suyu balast tanklarının korozyondan korunması,

Kısım B - Yolcu ve yük gemilerinde bölmeleme ve stabilite gerekleri, yolcu ve yük gemilerinde double-bottom'lar, su geçmez perdelerin yapısı ve testleri, su geçmez perdelerdeki geçişler, yolcu gemilerinin fribord güvertesinin alt kısmındaki dış kaplama açıklıkları, borda açıklıkları, lumbuzların yapımı,

Yolcu gemilerindeki yükleme kapılarının kapanma standartları, Ro-Ro güvertelerindeki perdelerin kapanması, sintine basma düzenlemeleri, hasar kontrol planları,

Kısım C - Makinadonanımları, tornistan olanakları, dümen donanımları, makina kontrolleri, buhar kazanları ve kazan besleme sistemleri, basınçlı hava sistemleri, makina mahali havalandırma sistemleri, gürültüye karşı korunma, köprüüstü ve makina mahali arasında haberleşme,

Kısım D - Elektrik tesisleri, ana elektrik güç kaynağı ve aydınlatma sistemleri, acil durum elektrik güç kaynakları,

Kısım E - Periyodik olarak vardiya tutulmayan makina mahalleri için ek gerekler; yangına, su basmasına karşı önlemler, ana makinanın köprüüstünden kontrolü

konularındaki hükümler yer almaktadır.

Bölüm II-2: İnşaat, Yangından Korunma, Yangın İhbar ve Yangın Söndürme

Kısım A - Yangın pompaları, yangın ana devresi, yangın hidrantları ve hortumları, sabit yangın söndürme sistemleri, yangın söndürücüler, makina mahallerinde yangın söndürme düzenleri, otomatik yağmurlama, yangın ihbar ve alarm sistemleri, havalandırma sistemleri, itfaiyeci donanımları, uluslararası sahil bağlantısı, yangın kontrol planları ve yangın rolleri,

Kısım B - Yolcu gemilerinde yangın güvenliği tedbirleri, ana düşey bölmeler ve yatay bölmeler ve perdelerin yangına karşı bütünlüğü, kaçış yolu ve araçları, yaşam ve hizmet mahallerinde merdiven ve asansörlerin korunması, havalandırma sistemleri, pencere ve lumbuzlar, yanıcı maddelerin kullanımının kısıtlanması, motorlu araçların taşındığı mahallerin korunması, yük mahallerinde sabit yangın söndürme sistemleri, tehlikeli yük taşıyan gemiler için özel gerekler, 1 Ekim 1994 tarihinden önce inşa edilen yolcu gemilerinin kalitelerinin yükseltilmesi ile ilgili özel istekler,

Kısım C - Yük gemileri için yangın emniyet önlemleri, güverte ve perdelerin yangın bütünlüğü, kaçış yolları, yangına dayanıklı bölmelerdeki kapılar, havalandırma, yangın alarmı

Kısım D - Tankerler için yangın emniyet önlemleri, güverte ve perdelerin yangına karşı bütünlüğü, yaşam ve hizmet mahallerindeki perdeler, hava firar, temizleme, gas free ve havalandırma sistemleri, yük tanklarının korunması, güverte sabit köpük sistemleri, inert gaz sistemleri, yük pompa daireleri ile ilgili hükümler bulunmaktadır.

Özetle temel prensip olarak:

- 1- Geminin ısısal ve yapısal sınırları ile ana düşey bölmelere ayrılması,
- 2- Ana yaşam yerlerinin ısısal ve yapısal sınırlarla diğer kısımlardan ayrılması,
- 3- Yanıcı malzemelerin kullanılmasının sınırlandırılması,
- 4- Yangının çıktığı yerde tespit edilmesi,
- 5- Yangının çıktığı yerde kontrol altına alınıp söndürülmesi,
- 6- Yangınla mücadele için kaçış ve ulaşım yollarının korunması,
- 7- Yangın söndürme cihazlarının kullanıma hazır tutulması,
- 8- Parlayıcı yük buharlarının tutuşma ihtimalinin en aza indirgenmesi

Bölüm III: CanKurtarma Araçları ve Donanımları

Kısım A - Tanımlamalar, can kurtarma araçları ve donanımlarının değerlendirilmesi, deneylerin yapılması ve onaylanması, imalat denemeleri,

Kısım B - Yolcu ve yük gemilerinde haberleşme, can kurtarma telsiz cihazları (radar transponderleri), tehlike işaret fişekleri, gemi içi haberleşmesi ve alarm sistemleri, kişisel can kurtarma araçları (can yelekleri, can simitleri, el VHF'leri, imersion suit'leri, ısı koruyucu elbise), role cetvelleri, acil durum talimatları, çalıştırma talimatları, can kurtarma aracı toplanma ve binme düzenlemeleri, can kurtarma ve kurtarma botlarının yerleştirilmesi, gemiyi terk sistemleri, kurtarma araçlarının denize indirilme ve geri alınma düzenleri, halat atma araçları, acil durum eğitimi ve talimleri, bakım, tutum ve kontrol yöntemleri, helikopter inme ve toplanma alanları, eğitim el kitapları, gemide bakım-tutum talimatları ile ilgili hükümler bulunmaktadır.

Bölüm IV: Telsiz haberleşmesi

300 GT'nin üzerindeki gemilere uygulanmaktadır.

Kısım A - Terimler ve tanımlamalar, istisnalar, fonksiyonel gereksinimler,

Kısım B - Taraf ülkelerin yükümlülükleri, telsiz haberleşme hizmetlerinin sağlanmasıdır.

Kısım C - Gemiler için gerekli telsiz cihazları, VHF ve DSC özellikli telsiz cihazları, NAVTEX hizmetleri, acil mevki belirleyen uydu EPIRB, 1.6 GHz bandında çalışan IMMARSAT sistemleri, A1, A2, A3 ve A4 bölgelerine uygun telsiz cihazları,

A1: VHF kanalı özellikli gemilerin sahil istasyonları ile sahilinden 25-30 mile kadar haberleşme imkanlarının olduğu alan.

A2: VHF-MF kanalı özellikli gemilerin sahil istasyonları ile sahilinden 150-200 mile kadar haberleşme imkanlarının olduğu alan.

A3: MF-HF ve uydu haberleşmesi özellikli deniz alanları.

A4: Dünyanın tüm bölgelerinde haberleşme imkanları sağlayan cihazlar.

Bu bölümde telsizler için enerji kaynakları, bakım-tutum gerekleri, telsiz personeli, telsiz kayıtları ile ilgili hükümler bulunmaktadır.

Bölüm V: Seyir Güvenliği

Tehlike mesajları, meteorolojik hizmetler, gemi trafik sistemleri (VTS), işaret lambaları (150 GT'den büyük tüm gemiler), gemilerdeki seyir cihazları (Standart manyetik pusula, cayro pusula -500 GT'den büyük gemiler için- cayro pusula takipçileri -1600 GT'den büyük gemiler için- radarlar, echo sounder, hız ve mesafe gösterme cihazları, gemilerin personelle donatılması, arama-kurtarma prosedürleri, can kurtarma işaretleri, kılavuz kaptan indirme-bindirme düzenlemeleri, oto pilot aygıtı, dümen donanımı ve talimleri, notik yayınlar, uluslararası işaret-kod kitabı, köprüüstü görüş mesafesi ile ilgili hükümler bulunmaktadır.

Bölüm VI: Yüklerin Taşınması

Kısım A - Yük hakkında bilgiler, oksijen test ve gaz tespit cihazları, gemilerde haşere ilaçlarının kullanılması, yüklerin istif ve emniyete alınması (cargo securing manual'ler, MSC/Genelge 745)

Kısım B-Kısım C - Tahıl türü yükler dışında kalan dökme yükler için özel hükümler, tahıl türü yüklerin taşınmasıyla ilgili özel hükümler bulunmaktadır.

Bölüm VII: Tehlikeli Yüklerin Taşınması

Bu bölümde tehlikeli yüklerin sınıflandırılması yapılmaktadır. Tehlikeli yüklerin paketlenmiş veya dökme katı halde taşınmasıyla ilgili, sıvı kimyasal madde taşıyan gemilerin yapısı ve donanımları (Uluslararası dökme halde kimyasal madde kodu - IBC Code), dökme halde sıvılaştırılmış gaz taşıyan gemilerin yapısı ve donanımı (Uluslararası gaz taşıyıcılar kodu - IGC Code) ve son olarak radyoaktif özellikli tehlikeli madde taşınması için gerekler (INF Cargo taşıyan gemiler)

Bölüm VIII: Ana Sevk Sistemleri Nükleer Güçle Temin Edilen Gemiler

Bölüm IX: Gemilerin Güvenli Yönetimi

A.788 (19) kararı ile kabul edilmiş olan uygulama esaslarına göre yapılmaktadır.

DOC (Document of Compliance): Gemi işletici firmaya

SMC (Safety Management Certificate): Gemiye düzenlenmektedir.

Bölüm X: Yüksek Süratli Teknelerde Güvenlik Önlemleri İle İlgili Hükümler

Bölüm XI: Genişletilmiş Deniz Güvenliği Özel Önlemleri

Yetkilendirilmiş kurumların sorumlulukları, genişletilmiş sürveyler, gemi tanıtım numaraları (IMO No - 100 GT'nin üzerindeki yolcu gemileri, 300 GT'nin üzerindeki yük gemileri)

Bölüm XII: Dökme Yük Gemileri İçin İlave Güvenlik Önlemleri

Bu kural, 1 Temmuz 1999 tarihinden önce inşa edilmiş gemilere uygulanır.

Bu bölümde yoğunluğu 1.780 kg/m³ ve daha fazla olan katı dökme yük taşıyan gemilerin baş taraftaki kargo ambarının yaralanmasının etkilerini karşılayabilecek dayanıklılıkta olmak ve dengesini korumaya devam edecek niteliklerin sağlanması, dökme yük gemilerinin yapısal mukavemeti ilgili hükümler yer almaktadır.

MARPOL 73/78

- ✓ Gemilerden kaynaklanan deniz kirlenmesinin önlenmesi konusunda yapılan uluslararası bir sözleşmedir.
- ✓ 1973'te IMO tarafından yapılan Uluslararası Deniz Kirliliği Konferansı'nda MARPOL kuralları kabul edildi.
- ✓ 1978'de düzenlenen Uluslararası Tanker Güvenliği ve Kirliliğin Önlenmesi Konferansı'nda bir protokol yapılarak MARPOL 73/78 kabul edilmiş oldu.
- ✓ 150 GT'nin üzerindeki petrol tankerleri ve 400 GT'nin üzerindeki diğer gemilere uygulanır.
- ✓ Savaş gemileri ile ticari faaliyette bulunmayan devlet gemileri hariçtir.
- ✓ MARPOL 73/78'de 6 adet uygulama ekleri bulunmaktadır.

Ek I:

- ✓ Gemilerde bulunan petrolden kaynaklanan kirliliği önleme tedbirlerini içermektedir. Söz konusu petrol, gemide bulunan yakıt veya kargo şeklinde olabilir.
- ✓ Sintine seperatörü
- ✓ ODME cihazı (Petrol izleme ve kontrol sistemi)
- ✓ Ayrılmış balast tankı, temiz balast tankı, holding tanklar, sludge tankları
- ✓ COW sistemleri, slop tankları (Minimum 0.03 DWT)
- ✓ Özel alanlar, alma tesisleri, standart flenç
- ✓ Petrol Kayıt Defteri (Oil Record Book) - Kısım I (E/R), Kısım II (Tanker Kargo Alanları)
- ✓ IOPP Belgesi

Ek II:

- ✓ Dökme halde zehirli sıvı taşıyan gemilerden kirlenmeyi önleme kurallarını içermektedir.

Ek III:

- ✓ Ambalajlı bir şekilde veya konteynerlerde, portatif tanklarda taşınan zehirli maddelerin denizi kirlletmesinin önlenmesi kurallarını içermektedir.

Ek IV:

- ✓ Gemilerden çıkan pis sulardan kirlenmenin önlenmesi kurallarını içermektedir.

Pis su: Her çeşit tuvalet, revir, içinde hayvan bulunan mahalden gelen ya da başka bir yerden gelip te yukarıda belirtilen karışımlara karışan sulardır.

Tutma tankı: Pis suların toplandığı tanktır.

Uygulama: 200 GT'den büyük gemiler, 200 GT'den küçük olup da içinde 10 kişiden fazla insan bulunan gemiler.

- ✓ Standart fleñç, pis su pompası, pis su ıslah tesisi (Seawage treatment system), alma tesisleri.

Ek V:

- ✓ Gemilerden atılan çöp ile kirlenmenin önlenmesi kurallarını içerir.
- ✓ Çöp yönetim planı
- ✓ Çöp kayıt defteri
- ✓ Çöplerin toplanma yerleri
- ✓ Çöp yakma tesisi
- ✓ Alma tesisleri

Ek VI:

- ✓ Gemilerden kaynaklanan hava kirliliğini önleme sistemleri (Bu bölüm henüz yürürlüğe girmemiştir.)

Ek I 1983'te, Ek II 1987'de, Ek III 1992'de, Ek IV 2003'te, Ek V 1988'de yürürlüğe girmiştir.

ILL 1966

- ✓ 1966'da kabul edilmiştir.
- ✓ 1968'de yürürlüğe girmiştir.
- ✓ 1971'de denizlerdeki bölgelerin ayrımı yapıldı.
- ✓ 1988'de yeni protokol yapıldı.

Amaç:

- ✓ Teknenin mukavemeti, stabilite (yedek sepiye, güverteye deniz basması), su geçmezlik, hava geçmezlik, personelin korunması, yükleme sınırının tayini.

A tipi gemiler: Sadece dökme halde sıvı taşıyan gemilerdir. Bunların tüm açıklıkları küçük boyutta olup etkin bir biçimde kapatılabilmektedir, kargo tanklarında serbestsatış yaratacak hacimler bulunmamaktadır.

B tipi gemiler: A tipi olmayan gemilerdir.

Uygulama dışı gemiler:

- ✓ Savaş gemileri
- ✓ Boyları 24m'den küçük gemiler
- ✓ Ticarete kullanılmayan yatlar
- ✓ Balıkçı gemileri

Boy: Kalıp derinliğinin %85'indeki su hattı boyunun %96'sı veya daha büyükse aynı su hattı üzerinde baş bodoslanmanın ön kenarıyla dümen şaftı arasındaki mesafedir.

Pozisyon 1: Açık havaya maruz fribord ve kasara güverteler üzerinde, üst yapı güverteleri üzerinde ve baş kaimeden %25 L oranında başta bulunan mahaller.

Pozisyon 2: Açık havaya maruz üst yapı güverteleri üzerinde ve %25 L oranının kıç tarafında bulunan mahaller.

ILL 66'nın Gerekleri:

- ✓ Fribord değerlerinin doğru tayin edilmesi ve markalanması
- ✓ Stabilite bilgileri
- ✓ Kapıların, mezarnaların kapatma tertibatları ve eşik yükseklikleri
- ✓ Ambar ağızları yükseklikleri, ambar kapakları sistemleri
- ✓ Havalandırma açıklıkları ve manikalar
- ✓ Hava firar boruları
- ✓ Bordalarda ve fribord güvertesi altındaki açıklıklar
- ✓ Lumbuzlar
- ✓ Bordalarda ve gemi karinasında bulunan alıcılar ve discharge'lar
- ✓ Güvertede biriken suların tahliyesi için gerekli açıklıklar
- ✓ Mürettebatın korunması, üst yapıların sağlamlığı, parampet ve küpeşterler, parampetlerin standartları, tankerlerde kedi köprüleri
- ✓ Güverte üzerinde kereste ve tomruk taşınması ve mürettebatın korunması

TONNAGE 69

Amaç:

- ✓ Uluslararası sefer yapan gemilerin tonaj ölçümlerinin standartlarını sağlamaktır.
- ✓ 18.07.1982'de yürürlüğe girmiştir.
- ✓ Mevcut gemiler 18.07.1994'e kadar uygulama kapsamına alındı.
- ✓ Halen boyları 24 m'yi geçen tüm gemiler sözkonusu tonaj sistemine göre ölçülmektedir.

GT = Gros Tonilato = $K1 \cdot V$

$K1 = 0.2 + 0.02 \log_{10} V$

$NT = K2 \cdot Vc(4d/3D)^2 < 1$

- ✓ Savaş gemileri ve 24 m'den küçük gemilere uygulanmaz.

STCW 78/95

- ✓ Gemi adamlarının standartları ve eğitimleriyle ilgili bir sözleşmedir.
- ✓ Seyir emniyeti, deniz çevresinin korunması ile ilgili hükümleri kapsamaktadır.
- ✓ Seyir, yükün bağlanması ve emniyete alınması, gemi üzerindeki operasyonlar, gemi makinaları ve elektrik sistemlerinin bakım-tutumları ve tamirleri, radyo haberleşmeleri ile ilgili eğitim prosedürlerini içermektedir.
- ✓ Gemi yönetimi; kaptan, baş mühendis ve bunların yardımcıları
- ✓ Operasyonlar; güverte ve makina tayfaları
- ✓ Destek; aşçı, kamarot, sağlık personeli gibi.
- ✓ Sertifikalar; denizde canlı kalabilme, ileri tıbbi ilk yardım, can urtarma araçlarını kullanma, vardiya tutma, ARPA Radar, yangın savunma gibi özel operasyonlara ait eğitimler alındıktan sonra düzenlenmektedir.
- ✓ Özellikle yönetim personelinin IMO Standart Marine Communication Phrase'de belirlenen nitelikte İngilizce'yi bilme zorunluluğu bulunmaktadır.

- ✓ İdareimizce STCW 78/95 hükümleri paralelinde Gemi Adamlarının Eğitim, Belgelendirme, Sınav, Vardiya Tutma ve Donatımlarıyla İlgili Yönetmelik uygulanmaktadır.

ILO 147

- ✓ Gemi adamlarının minimum yaş sınırı
- ✓ Yaşam yerleri
- ✓ Kazalardan korunma, sağlık ekipmanları
- ✓ Yemek ve dinlenme mahalleri, kumanya ihtiyaçları
- ✓ Yükleme-boşaltma ekipmanları
- ✓ Havalandırma, ısıtma, aydınlatma, tuvaletler ve duşlar, bulaşık, çamaşır, kurutma makineleri
- ✓ Yiyecek ve su saklama yerlerinin standartları, mutfak ekipmanları konularındaki standartları kapsamaktadır.

COLREG 72

Amac:

- ✓ Gemilerin taşıdıkları seyir fenerleri, işaretleri ve trafik ayırım kurallarını belirlemek.

Uygulama:

- ✓ Açık denizlerde ve açık denizlere bağlantılı olan gemilerin seyredebileceği sular dâhil olan tüm tekneler.

Tekne: Su üstünde kalkarak seyreden ve deniz uçakları dahil, su üzerinde taşıma aracı olarak kullanılmakta olan veya kullanılmaya elverişli olan deniz aracı.

Fenerler ve şekiller:

- ✓ Bütün hava koşullarında, fenerler güneşin batışından doğuşuna kadar başka ışıklar ve engeller tarafından engellenmeyecek şekilde kullanılacaktır.
- ✓ Şekiller ise gündüz süresince kullanılacaktır.

Fenerler: Silyon, borda, pupa, yedekleme, demir, arıza, her taraftan görünür fener.

Sekiller: Küre, koni, silindir, eşkenar dörtgen.

Ses ve Işık İşaretleri:

- ✓ Düdük; 200m'den büyük gemiler için 143 dB,
75-200 m arası gemiler için 138 dB,
20-75 m arası gemiler için 130 dB,
20 m'den küçükler için 120 dB.
- ✓ 12 m'den büyük teknelerde düdük ve kampana zorunluluğu vardır.
- ✓ 100m'den büyük teknelerde ilave olarak gong istenmektedir.
- ✓ Kampana 110 dB'den az şiddette olmayacak. Paslanmaya dayanıklı malzemeden yapılacaktır.
20 m'den büyük teknelerde ø 300 mm
12-20 m arasındaki teknelerde ø 200 mm olmalıdır.

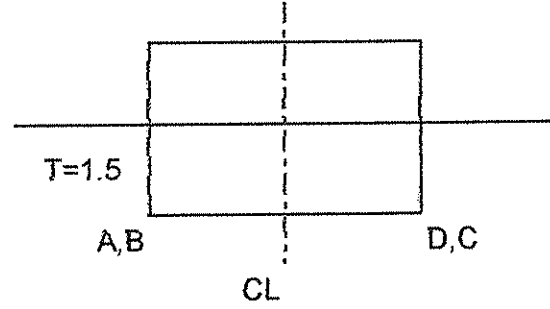
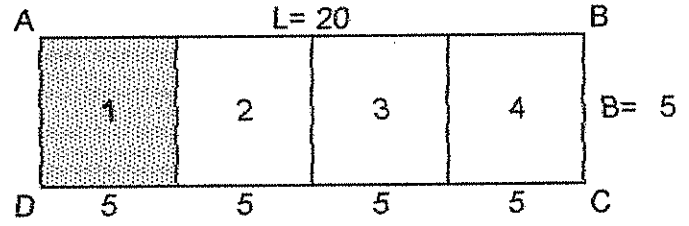
Boy: Teknenin tam boyudur.

Soru 2. Aşağıda boyutları ile su hattı ve enkesit şekli verilen dubanın 1 nolu bölmesi yareleniyor. Trim ve son draftları bulunuz. Hesaplar eklenen ağırlık metodu ile yapılacaktır.

L=	20	m
B=	5	m
D=	3	m
T=	1.5	m
i=	5	m
b=	5	m
KG=	1.5	m
$\mu=$	1	

Hesaplamalar

V=	150	m ³
v	37.5	m ³
d _r =	7.5	m
A _{WL} =	100	m ²
a=	25	m ²
p=	0.5	m
w=	51.25	ton
KB=	0.75	m
KB ₁ =	1	m
d=	0	m
V ₁ =	200	m ³
I _T =	208.3333	m ⁴
i=	52.08333	m ⁴
BM ₁ =	1.041667	m
KG ₁ =	1.375	m
$\delta GM = i \cdot \gamma_a / (\gamma_d \cdot V_1) =$	0.2604	m
GM ₁ =	0.40625	m
tan(Φ)=	0	
m _r =	0.000	
m _s =	0.000	
I _L =	3333.333	m ⁴
I _L =	52.083	m ⁴
BM _{L1} =	16.667	m
$\delta GM_L = i \cdot \gamma_a / (\gamma_d \cdot V_1) =$	0.2604	ihmal edilebilir
GM _{L1} =	16.03125	m
tan(θ)=	0.116959	
t _b =	1.169591	m
t _k =	1.169591	m



Draft Tablosu				
	A	B	C	D
T ₀	1.5	1.5	1.5	1.5
p	0.5	0.5	0.5	0.5
meylil	0	0	0	0
trim	1.16959	-1.1696	-1.1696	1.16959
T _{son}	3.16959	0.83041	0.83041	3.16959

