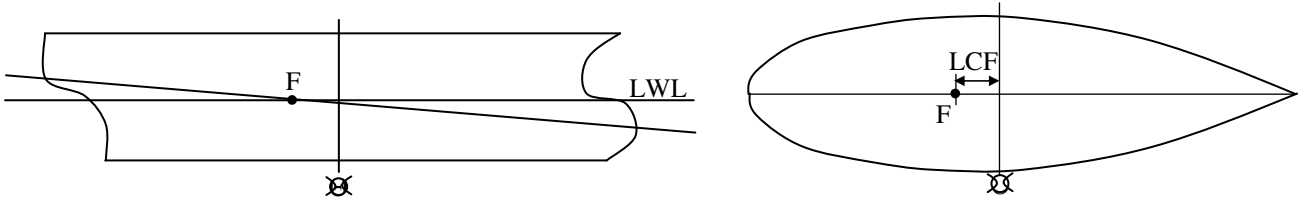


## BOYUNA STABİLİTE VE TRİM



Gemi trim veya meyil hareketlerini yüzme merkezi (F) den geçen eksenler etrafında yapar. Yüzme merkezi (F), geminin yüzdüğü su hattının alan merkezine denir. Bu noktadan gemiye eklenecek bir ağırlık sonucu gemi sadece paralel batır trim veya meyil yapmaz.

Trim: Geminin boyuna yönde meyilletmesidir. Baş ve kıç su çekimleri (baş ve kıç dikmelerden ölçülen draftlar) arasındaki farka ( $t=T_b-T_k$ ) trim miktarı denir.

### Küçük Trim Değerleri İçin Boyuna Denge Şartı:

$$GM_L = KB + BM_L - KG > 0$$

$GM_L$  : boyuna metasantr yüksekliği

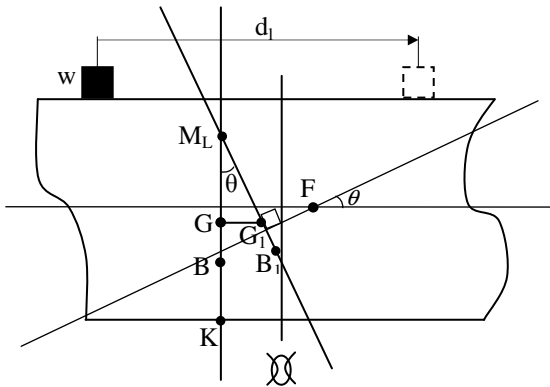
$BM_L$  : boyuna metasantr yarıçapı

$$BM_L = \frac{I_F}{\nabla}$$

$I_F$  : yüklü su hattının boyuna atalet momenti

### Trim Açısı ( $\theta$ ) ve Miktarının ( $t$ ) Belirlenmesi:

Gemi içerisinde mevcut  $w$  ağırlığının  $d_l$  kadar boyuna hareketi sonucu gemi  $\theta$  açısı kadar kalıcı trim yapacaktır. Geminin yapacağı trim açısı ve miktarı aşağıdaki gibi hesaplanır:



$$GM_L = \text{sabit}$$

$$\tan \theta = \frac{GG_1}{GM_L} \quad \text{ve} \quad GG_1 = \frac{w \cdot d_l}{\Delta} \quad \text{bu iki bağıntıdan}$$

$$\tan \theta = \frac{w \cdot d_l}{GM_L \cdot \Delta} \quad \text{ve} \quad \tan \theta = \frac{t}{L} \quad \text{den trim miktarı,}$$

$$t = \frac{w \cdot d_l}{(GM_L \cdot \Delta) / L} \quad (\text{m}) \quad \text{ve} \quad t = \frac{w \cdot d_l}{\left(\frac{GM_L \cdot \Delta}{100L}\right)} \quad (\text{cm})$$

$$\text{bulunur. } M_T = w \cdot d_l = (LCG_1 - LCG) \cdot \Delta \quad \text{trim}$$

momenti

### 1 cm Trim Momenti ( $M_{T1}$ ):

Gemiye 1 cm trim yaptırmak için gerekli olan momenttir.

Trim yaptıracak moment,  $M_T = GM_L \cdot \Delta \cdot \frac{t}{L}$  dir.  $t = 1$  cm trim için gerekli moment,

$$M_{T1} = \frac{\Delta \cdot GM_L}{100 \cdot L} \quad (t.m / cm)$$

Geminin ön dizayn aşamalarında ağırlık merkezinin yeri tam olarak bilinmiyor ise,

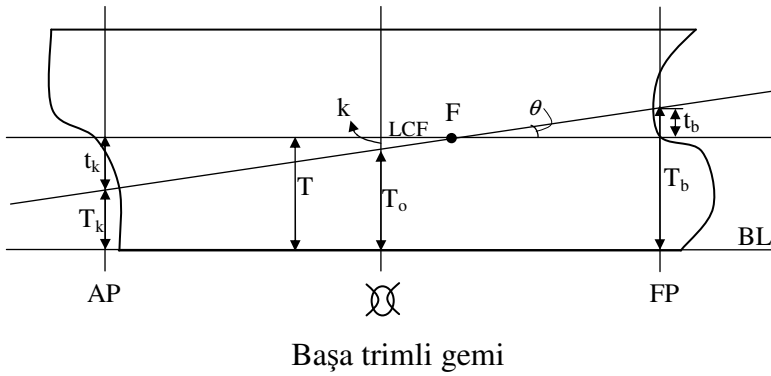
$$GM_L = KB + BM_L - KG$$

$$KB \approx KG \Rightarrow GM_L \approx BM_L \text{ olduğu için}$$

$$M_{T1} \cong \frac{\Delta \cdot BM_L}{100 \cdot L} \text{ (t.m/cm) formülü kullanılabilir.}$$

### Trimli Durumda Baş ve Kıç Su Çekimlerinin Belirlenmesi:

#### a) Geminde İçerisinde Mevcut Ağırlıkların Boyuna Hareketi



$\theta$  : trim açısı

$T_b, T_k$  : baş ve kıçtaki su çekimleri

$t_b, t_k$  : baş ve kıçtaki trim miktarları

$T_o$  : geminin ortalama su çekimi

$L$  : dikmeler arası boy

Trim miktarı  $t = T_b - T_k$

$$t = t_b + t_k$$

Başa trim (+), kıça trim (-)

$$T_o = \frac{T_b + T_k}{2}$$

Gemi içerisinde mevcut  $w$  ağırlığının  $d_l$  kadar boyuna hareketi sonucu oluşacak trim değerinin küçük olması halinde hidrostatik eğrilerden okunan 1 cm trim momenti kullanılabilir. Trim değerinin büyük olduğu hallerde Bonjean alan eğrileri üzerine yeni trimli su hattı çizilerek yeniden deplasman hesabı yapılır ve trim açısı değiştirilerek denge durumu sağlanana kadar işlem tekrarlanır.

Küçük trim açılarındaki geminin baş ve kıç draftlarının hesaplanmasında aşağıdaki sıra takip edilebilir:

1. Geminin verilen su hattındaki,
  - Deplasmanı ( $\Delta$ )
  - Yüzme merkezinin boyuna yeri (LCF)
  - Sephiye merkezinin boyuna yeri (LCB)
  - 1 cm trim momenti ( $M_{T1}$ ) hidrostatik eğrilerden belirlenir.

2. Trim momenti ( $M$ ) hesaplanır,

$$M_T = w \cdot d_l = (LCG_1 - LCG) \Delta \quad (\text{t.m})$$

3. Toplam trim miktarı hesaplanır,

$$\tan \theta = \frac{M_T}{GM_L \cdot \Delta} = \frac{t}{L} \text{ bağıntısından } t \text{ çekilir veya direkt olarak } M_{T1} \text{ 'den hesaplanır:}$$

$$t = \frac{M_T}{M_{T1}} \text{ (cm)} \quad M : \text{trim momenti (t.m),} \quad M_{T1} : 1 \text{ cm trim momenti (t.m/cm)}$$

4. Yukarıdaki şekilde gösterilen gemi için (yüzme merkezi (F) mastoriden başa doğru ve başa trimli) baş ve kıçtaki su çekimleri aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$\tan \theta = \frac{t_b}{L/2 - LCF} \quad \tan \theta = \frac{t_k}{L/2 + LCF} \quad \tan \theta = \frac{t}{L}$$

Birinci ve üçüncü bağıntılardan :  $t_b = t \left( \frac{1}{2} - \frac{LCF}{L} \right)$  ve  $T_b = T + t_b$

İkinci ve üçüncü bağıntılardan:  $t_k = t \left( \frac{1}{2} + \frac{LCF}{L} \right)$  ve  $T_k = T - t_k$

Geminin yüzme merkezinin ve/veya trim durumunun (başa veya kıça) farklı oldu durumlarda mutlaka şekil çizilerek yukarıdaki bağıntılar yeniden kurulmalıdır. Farklı durumlarda aradaki işaretlerin değişebileceğine dikkat edilmelidir.

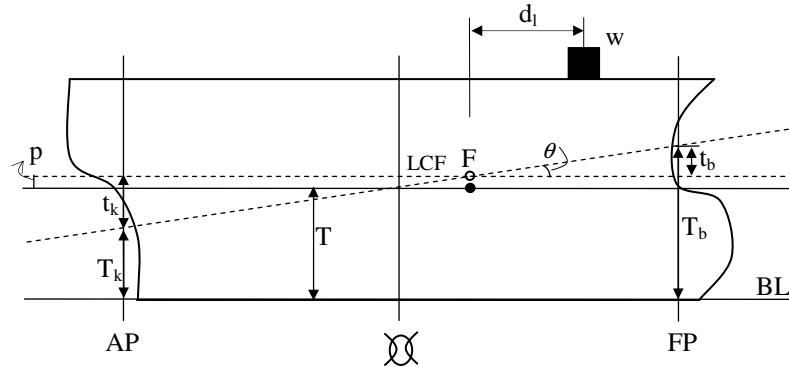
#### Trimli Bir Geminin Gerçek Su Çekimi:

Trimli olarak yüzmekte olan bir geminin deplasmanına karşılık gelen gerçek draftı yüzme merkezi (F) deki draftıdır ( $T_F$ ). Gemide mevcut ağırlıkların boyuna yerlerinin değişmesi ile bir trim oluştuğunda veya var olan bir trim düzeldiğinde yüzme merkezi (F)'teki draft ( $T_F$ ) değişmeyecektir. Bunun için trimli olarak yüzmekte olan bir geminin hidrostatik eğrilerden deplasmanı vs. herhangi bir değeri, ( $T=T_F$ ) draftından girilerek okunmalıdır.

Yukarıdaki şekilde gösterilen geminin gerçek su çekimi,

$$T = T_F = T_o + k \quad k = LCF \cdot \tan \theta \quad T_o : \text{ortalama draft}$$

#### b) Gemiye Dışarıdan Ağırlık Eklenmesi veya Çıkarılması:



p : paralel batma miktarı

$d_1$  : ağırlık eklenen noktanın F'den mesafesi

T : başlangıçtaki su çekimi

Eklenen ağırlık geminin yüklü su hattı formunu değiştirmeyecek kadar küçük ise baş ve kıç su çekimlerini hesaplamak için aşağıdaki sıra takip edilebilir:

1. Eklenen ağırlığın (w) yüzme merkezi (F) üzerine konulduğu kabul edilerek –gemi trim yapmayacaktır- paralel batma miktarı (p) bulunur,

$$p = \frac{w}{100T_1} \text{ (m)} \quad T_1 : 1 \text{ cm batma tonajıdır (t/cm)}.$$

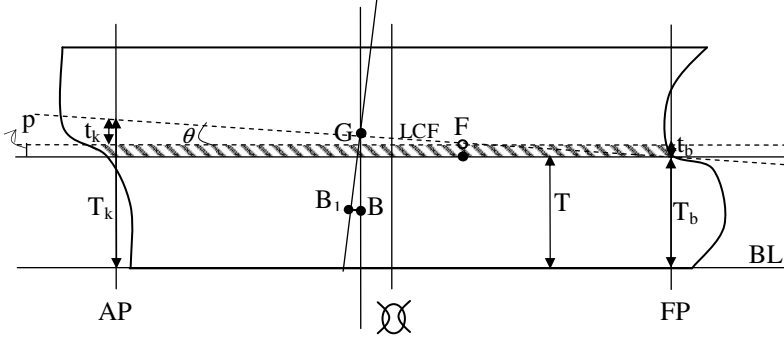
2. Yüzme merkezi (F) üzerindeki w ağırlığı  $d_1$  kadar boyuna hareket ettirilerek, gemi içerisinde mevcut bir ağırlığın boyuna hareketi şeklinde trim ve draft hesapları yukarıda anlatıldığı gibi yapılır.

$$M_T = w.d_l \quad (\text{t.m})$$

$$= (LCG_1 - LCB_1)\Delta \quad t_b = t\left(\frac{1}{2} - \frac{LCF}{L}\right) \quad \text{ve} \quad T_b = T + p + t_b$$

$$\text{c) } t = \frac{M_T}{M_{T1}} \quad \text{Tuzlu Sudan Tatlı Suya Geçmesi} \quad t_k = t\left(\frac{1}{2} + \frac{LCF}{L}\right) \quad \text{ve} \quad T_k = T + p - t_k$$

Aşağıda gösterilen şekildeki gibi bir gemi (yüzme merkezi (F) mastoriden başa ve sephiye merkezi (B) mastoriden kıça doğru) başlangıçta tuzlu suda trimsiz olarak yüzmekte iken tatlı suya geçtiğinde bir miktar paralel batacak ve kıça doğru trim yaparak yüzmeye devam edecektir. Tatlı suya geçme esnasında geminin ağırlık merkezi (G) sabit kalmasına karşılık, hacim merkezi (B) sonradan ilave olan tabakanın hacim merkezi (F) doğrultusunda bir miktar hareket edecektir. Böylece oluşan  $M_T = \Delta(LCB_1 - LCB)$  momenti gemiyi, G ile yeni hacim merkezi  $B_1$  aynı düşeyde olana kadar kıça doğru trim yaptıracaktır.



$\rho_s$  : tuzlu su yoğunluğu

$\rho_t$  : tatlı su yoğunluğu

$\Delta$  : sabit

$\nabla = \Delta / \rho_s$  ilk deplasman hacmi

$\nabla_1 = \Delta / \rho_t$  son deplasman hacmi

Tabakanın hacmi:  $\delta v = \nabla_1 - \nabla$

$$\delta v = \frac{\Delta}{\rho_t} - \frac{\Delta}{\rho_s} = \Delta \left( \frac{\rho_s - \rho_t}{\rho_t \rho_s} \right)$$

Paralel batma miktarı,  $p = \frac{\delta v}{A_{WP}}$   $A_{WP}$  : yüklü su hattı alanı (değişmediği kabul ediliyor)

$$p = \frac{\Delta(\rho_s - \rho_t)}{\rho_t \rho_s A_{WP}} \quad T_1 = \frac{A_{WP} \cdot \rho_s}{100} \quad 1 \text{ cm batma tonajı ise paralel batma miktarı,}$$

$$p = \frac{\Delta(\rho_s - \rho_t)}{\rho_t T_1} \quad (\text{cm}) \text{ bulunur.}$$

$$\text{Tatlı sudaki, } T_1 = T_1 \frac{\rho_t}{\rho_s}$$

Trim momenti,  $M_T = (LCB_1 - LCB)\Delta \quad (\text{t.m})$

$$LCB_1 = \frac{\nabla \cdot LCB - \delta v \cdot LCF}{\nabla_1}$$

Toplam trim,  $t = \frac{M_T}{M_{T1}} \quad (m)$

$$\text{Tatlı sudaki, } M_{T1} = M_{T1} \frac{\rho_t}{\rho_s}$$

$$t_b = t\left(\frac{1}{2} - \frac{LCF}{L}\right) \quad \text{ve} \quad T_b = T + p - t_b$$

$$t_k = t\left(\frac{1}{2} + \frac{LCF}{L}\right) \quad \text{ve} \quad T_k = T + p + t_k$$