

GEMİ YARALANMA HESAPLARI

Bir yaralanma durumunda geminin kaybedilme riskinin belirlenmesi için öncelikle değişik yaralanma senaryolarının geliştirilmesi ve her bir senaryo için geminin yaralı durumda incelenmesi gerekir.

Bu senaryolarda kullanılacak bölme sayı ve kombinasyonları genellikle uluslararası konvansiyonlar ile belirlenir.

Her bir yaralanma senaryosunda aşağıdaki karakteristikler belirlenmelidir:

- Yaralı su hattı trim ve meyil miktarları
- Yaralı durumdaki stabilite

Bu karakteristikleri belirlemede iki ayrı yaklaşım kullanılabilir:

- a) Eklenen Ağırlık Yöntemi
- b) Kayıp Sephiye Yöntemi

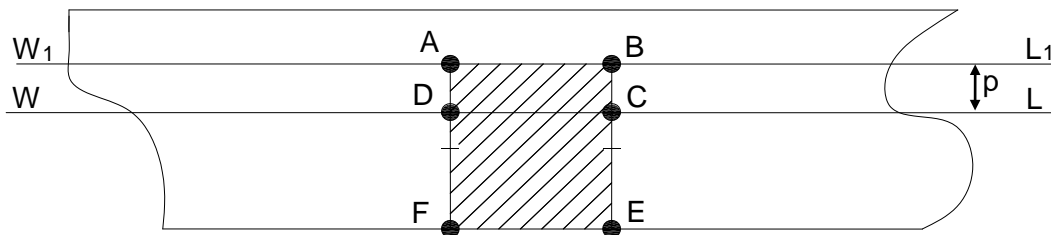
EKLENEN AĞIRLIK YÖNTEMİ

Başlangıçta WL su hattında dengede yüzen bir gemi aşağıda şekilde gösterildiği gibi merkezi bir bölmesinin yaralanması sonucu bölmeye dolan su nedeni ile W_1L_1 su hattına kadar paralel batacaktır. Bölme merkezde ve simetrik olduğu için herhangi bir meyil veya trim oluşmayacaktır.

Son durumda gemiye ABEF hacmindeki deniz suyunun ağırlığı kadar ek bir ağırlığın eklenmiş olduğu düşünülebilir. Bu ek ağırlık W_1L_1LW tabakasının sağlayacağı ek kaldırma kuvveti ile dengelenecektir.

Gemiye alınan ek ağırlık miktarının belirlenebilmesi için ABEF hacminin dolayısı ile 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 hesapları yapılarak bu ikisi belli bir yaklaşıklık sınırı içerisinde eşitlenene kadar iterasyon yapılır. Bu yaklaşıma Eklenen Ağırlık Yöntemi denilir.



Eklenen ağırlık metodunda yaralanan bölmeye yük alınmış gibi hesaplar yapılır.

- v_c : yaralanan bölmenin hacmi (DCEF)
- a_c : yaralanan bölmenin su seviyesindeki yüzey alanı (AB)
- μ : yaralı bölmenin hacim permeabilitesi
- μ_a : yaralı bölme yüzeyinin alan permeabilitesi
- Δ : ilk durumdaki deplasman
- Δ_1 : son durumdaki deplasman
- v_w : gemiye giren suyun hacmi (ABEF deki su hacmi)
- w : gemiye giren suyun ağırlığı

$$\nabla_1 = \nabla + v_w \quad v_w = v_c \times \mu + a_c \times \mu_a \times p \quad p : \text{paralel batma miktarı}$$

$$\Delta_1 = \Delta + w \quad w = \rho \times v_w$$

Paralel batma miktarı:

$$W_1 L_1 L W \text{ hacmi} = ABEF \text{ (DFEC + ABCD)deki su hacmi}$$

$$A_{WP} \times p = v_c \times \mu + \mu_a \times a_c \times p$$

$$p(A_{WP} - \mu_a \times a_c) = v_c \times \mu \quad A_{WP} : \text{ilk durumdaki su hattı alanı}$$

$$p = \frac{v_c \times \mu}{A_{WP} - \mu_a \times a_c} \quad (m) \quad \text{paralel batma miktarı,}$$

$$p = \frac{v_c \times \mu}{A_{WP}} = \frac{w}{100T_{1cm}} \quad (m) \quad \text{paralel batma miktarı (yaralı bölme üstten sınırlı ise)}$$

Son durumdaki ağırlık merkezinin yüksekliği:

$$KG_1 = \frac{\Delta \times KG + w \times kg}{\Delta + w} \quad kg : \text{gemiye giren suyun ağırlık merkezinin dipten mesafesi}$$

Son durumdaki sephiye merkezinin yüksekliği:

$$KB_1 = \frac{\nabla \times KB + v_w \times \left(T + \frac{p}{2}\right)}{\nabla + v_w} = \frac{\Delta \times KB + w \times \left(T + \frac{p}{2}\right)}{\Delta + w}$$

Son durumdaki enine metasantr yarıçapı:

$$BM_1 = \frac{I}{\nabla_1} = BM \times \frac{\nabla}{\nabla_1}$$

I : orijinal su hattının enine atalet momenti

Son durumdaki boyuna metasantr yarıçapı:

$$BM_{L_1} = \frac{I_F}{\nabla_1} = BM_L \times \frac{\nabla}{\nabla_1}$$

I_F : orijinal su hattının boyuna atalet momenti

Serbest yüzey (FSC) ve serbest irtibat etkisi (SİE):

Yaralanan bölme üstten sınırlı değil yani yaralanma sonrası son denge durumunda hala bölmenin su ile dolabilecek kısımları mevcut ise yaralı bölme gemideki yarı dolu bir tank olarak düşünülebilir. Dolayısı ile metasantr yüksekliğinde azaltıcı etkiye sahip bir serbest yüzey etkisi (FSC) olacaktır. Bölme üstten sınırlı değil ise metasantr yüksekliğinde azaltıcı etkiye sahip başka bir durum daha olacaktır: Yaralı bölmeye giren suyun ağırlık etkisi ile gemi trim veya meyil yapacak, trim veya meyil yaptığında gemiye bir miktar daha su dolacak bu dolan su da ilave bir meyil veya trime neden olacaktır ve bu durum gemi sephiye kuvvetleri momenti ile ağırlık kuvvetleri momenti belli bir açıda dengeye gelene kadar devam edecektir. Sonradan bölmeye giren su KB, BM ve KG de değişikliklere neden olabilecektir ancak ihmal edilmemesi gereken en büyük değişiklik ağırlık merkezinin yukarıya doğru hareketi şeklinde gerçekleşecek ve metasantr yüksekliği (GM)'de de azalmaya neden olacaktır. Bu etkiye serbest irtibat etkisi (SİE) denir.

SİE : serbest irtibat etkisi

a_c : yaralı bölmenin su seviyesindeki yüzey alanı

y_w : yaralı bölme yüzey alan merkezinin C_L'ye uzaklığı

$$SIE = \frac{\mu_a \cdot a_c \cdot y_w^2}{\nabla_1} (m)$$

Yaralı geminin enine metasantr yüksekliği:

$$GM_1 = KB_1 + BM_1 - KG_1$$

Bölme üstten sınırlı

$$GM_1 = KB_1 + BM_1 - KG_1 - FSC - SI E$$

Bölme üstten sınırlı değil

$$GM_1 = KB_1 + BM_1 - KG_1 - \frac{i_x}{\nabla_1} - \frac{\mu_a \cdot a_c \cdot y_w^2}{\nabla_1}$$

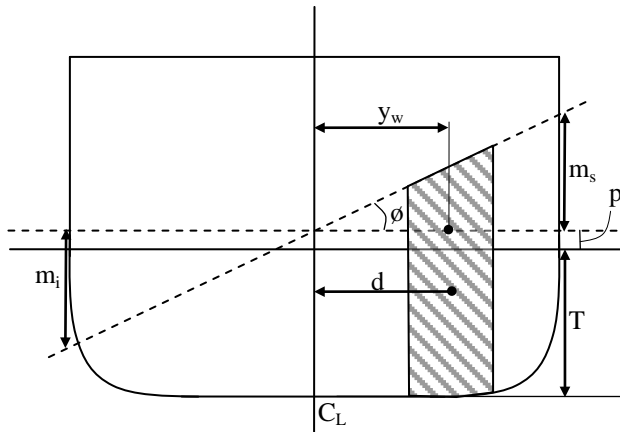
Geminin yapacağı meyil açısı:

$$\tan \phi = \frac{w \times d}{\Delta_1 \times GM_1}$$

w : gemiye giren suyun ağırlığı

d : yaralı bölmedeki suyun ağırlık merkezinin C_L 'ye uzaklığı

Aşağıdaki şekilde gösterilen sancak tarafındaki bir bölmesinin yaralanması durumunda geminin su çekimlerinin bulunması:



$$m_s = m_i = \frac{B}{2} \tan \phi$$

Sancak su çekimi : $T_s = T + p + m_s$

İskele su çekimi : $T_i = T + p - m_i$

Yaralı geminin boyuna metasantr yüksekliği:

Boyuna stabilite hesabında FSC ve SİE ihmal edilebilir.

$$GM_{L_1} = KB_1 + BM_{L_1} - KG_1$$

Yaralı geminin 1 cm trim momenti:

$$M_{T1} = \frac{\Delta_1 \cdot GM_{L_1}}{100L} \text{ (t.m/cm)}$$

Geminin yapacağı trim:

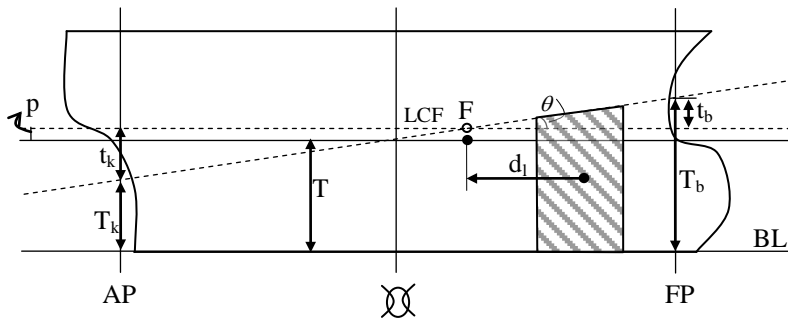
$$t = \frac{w \times d_l}{100M_{T1}} = \frac{\Delta_1 (LCG_1 - LCB_1)}{100M_{T1}} \text{ (m)}$$

w : gemiye giren suyun ağırlığı

d_l : yaralı bölmedeki suyun ağırlık merkezinin yüzme merkezine (F) uzaklığı

M_{T1} : yaralı geminin 1 cm trim momenti

Aşağıdaki şekildeki gibi bir geminin baş tarafındaki bir bölmesinin yaralanması durumunda su çekimlerinin bulunması:



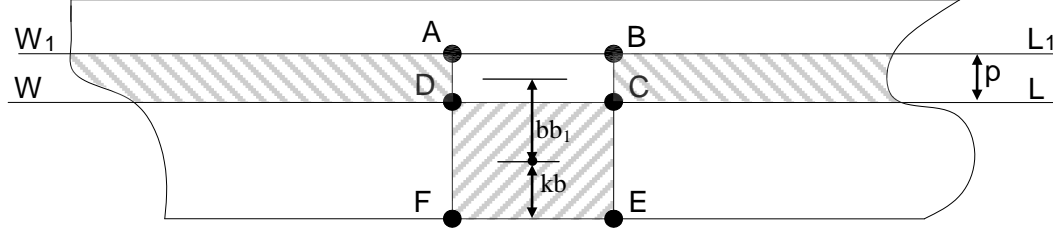
$$\tan \theta = \frac{t_b}{L/2 - LCF} = \frac{t_k}{L/2 + LCF} = \frac{t}{L}$$

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

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

KAYIP SEPHİYE YÖNTEMİ

Kayıp sephiye yaklaşımında geminin yaralanma sonucu su ile dolan bölmesi DCEF nin artık denizin bir parçası haline geldiği kabul edilir. Geminin toplam ağırlığı değişmediği ve bu bölmedeki sephiye de artık kaybedildiği için gemi kaybettiği sephiyeyi paralel batarak sağlayacaktır. ABCD bölmesi başlangıçta gemiye sephiye sağlamadığı ve yaralanma sonrası da denizin bir parçası olacağı için ek bir sephiye sağlamayacaktır. Dolayısı ile su ile dolan DCEF bölgesinden kaybedilen sephiye, W_1ADW ve BL_1LC tabakalarından sağlanacaktır.



Kayıp sephiye yönteminde yaralanan bölme denizin bir parçası olarak kabul edildiği için (üstten sınırlı olmayan bölmelerde) orijinal su hattı formunun dolayısı ile su hattı alan merkezinin (yüzme merkezi (F)) değiştiği kabul edilerek hesaplar gerçekleştirilir. Ayrıca gemiye ek bir ağırlık alınmadığı için deplasman hacmi (∇), deplasman (Δ) ve ağırlık merkezinin omurgadan yüksekliği (KG) sabit kalacaktır.

v_c : yaralanan bölmenin hacmi (DCEF)

a_c : yaralanan bölmenin su seviyesindeki yüzey alanı (AB)

μ : yaralı bölmenin hacim permeabilitesi

μ_a : yaralı bölme yüzeyinin alan permeabilitesi

Δ : deplasman sabittir.

KG : ağırlık merkezinin yüksekliği sabittir.

Kayıp sephiye = $v_c \times \mu$

Paralel batma miktarı:

(DCEF) deki su hacmi = ($W_1ADW + BL_1LC$) hacmi

$$v_c \times \mu = A_{WP} \times p - \mu_a \times a_c \times p$$

p : paralel batma miktarı

$$p(A_{WP} - \mu_a \times a_c) = v_c \times \mu$$

A_{WP} : orijinal su hattı alanı

$$p = \frac{v_c \times \mu}{A_{WP} - \mu_a \times a_c} \quad (\text{m}) \quad \text{paralel batma miktarı,}$$

$$p = \frac{v_c \times \mu}{A_{WP}} \quad (\text{m}) \quad \text{paralel batma miktarı (yaralı bölme üstten sınırlı ise)}$$

Son durumdaki ağırlık merkezinin yüksekliği:

KG = sabit

Son durumdaki sephiye merkezinin yüksekliği:

Geminin yaralı bölmesinde kaybedilen hacmin $(v_c \times \mu)$, bb_1 kadar yukarıya hareket ettiği kabul edilerek hacim merkezindeki değişim ve yeni hacim merkezi hesaplanır,

$$KB_1 = KB + \frac{(v_c \times \mu) \times bb_1}{\nabla} \quad bb_1 = T + \frac{P}{2} - kb$$

$$KB_1 = KB + \frac{(v_c \times \mu) \times (T + \frac{P}{2} - kb)}{\nabla}$$

kb : yaralı bölme hacim merkezinin omurgadan yüksekliğidir.

Son durumdaki enine metasantr yarıçapı:

$$BM_1 = \frac{I_1}{\nabla} \quad I_1 = I - (i + a_c \cdot y_w^2) - (A_{WP} - a_c) e_y^2 = I + A_{WP} \cdot e_y^2 - (i + a_c \cdot (y_w + e_y)^2)$$

$$e_y = \frac{a_c \cdot y_w}{A_{WP} - a_c}$$

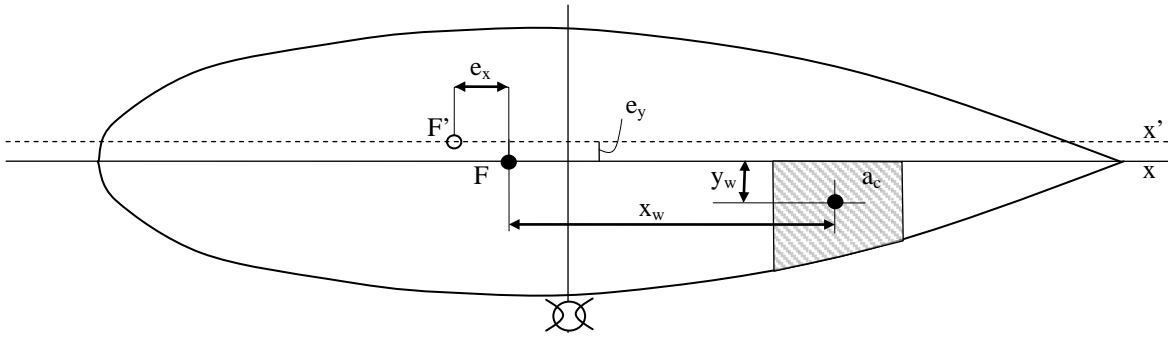
I_1 : yaralı su hattının enine atalet momenti (x' eksenine göre)

I : orijinal su hattının enine atalet momenti (x eksenine göre)

i : yaralı bölme yüzeyinin enine atalet momenti (alan merkezinden geçen x' e paralel eksene göre)

y_w : yaralı bölme yüzey alan merkezinin C_L 'ye uzaklığı

e_y : yüzme merkezindeki enine kayma miktarı



Son durumdaki boyuna metasantr yarıçapı:

$$BM_{L_1} = \frac{I_L}{\nabla} \quad I_L = I_F - (i_L + a_c \cdot x_w^2) - (A_{WP} - a_c) e_x^2 = I_F + A_{WP} \cdot e_x^2 - (i_L + a_c \cdot (x_w + e_x)^2)$$

$$e_x = \frac{a_c \cdot x_w}{A_{WP} - a_c}$$

I_L : yaralı su hattının boyuna atalet momenti ((F') den geçen mastoriye paralel eksene göre)

I_F : orijinal su hattının boyuna atalet momenti ((F) den geçen mastoriye paralel eksene göre)

i_L : yaralı bölme yüzeyinin boyuna atalet momenti (alan merkezinden geçen mastoriye paralel eksene göre)

x_w : yaralı bölme yüzey alan merkezinin orijinal yüzme merkezine (F) uzaklığı

e_x : yüzme merkezindeki boyuna kayma miktarı

Başlangıçta meyilsiz ve trimsiz olarak yüzmekte olan yukarıdaki geminin sancak baş tarafındaki bir bölmesinin yaralanması sonucu son su çekimleri aşağıdaki şekilde olacaktır:

	İskele-Kıç	İskele-Baş	Sancak-Baş	Sancak-Kıç
Başlangıç su çekimi	T	T	T	T
Paralel batma	p	p	p	p
Meyil	$-m_i$	$-m_i$	m_s	m_s
Trim	$-t_k$	t_b	t_b	$-t_k$
Son su çekimi	$T+p-m_i-t_k$	$T+p-m_i+t_b$	$T+p+m_s+t_b$	$T+p+m_s-t_k$

	EKLENEN AĞIRLIK YÖNTEMİ	KAYIP SEPHİYE YÖNTEMİ
Δ	$\Delta + w$	$\Delta = sbt$
KG	KG_1	$KG = sbt$
GM	GM_1	GM_2
FSC	var	yok
SİE	var	yok
M_D	M_{D1}	M_{D1}

FSC: Serbest Yüzey Etkisi

SİE: Serbest İrtibat Etkisi

MD: Doğrultucu Moment