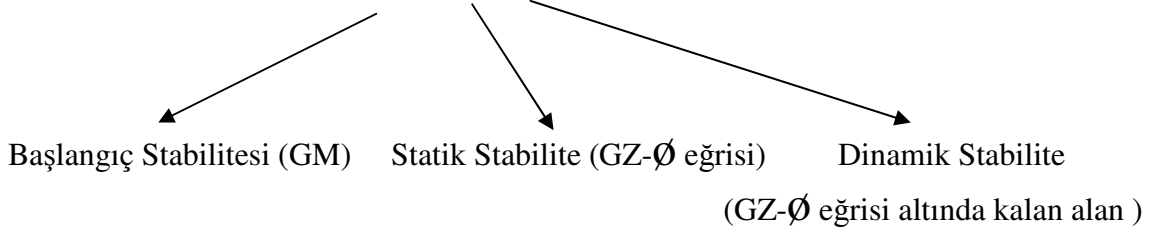


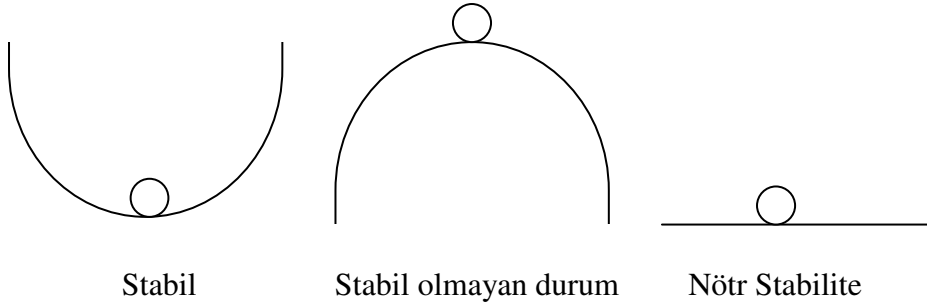
# GEMİ STABİLİTESİ

## Hasarsız Gemi Stabilitesi



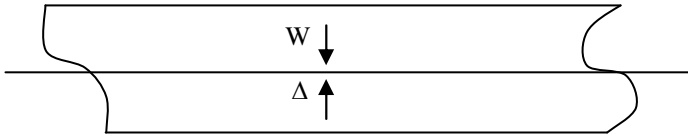
## Yüzen Cisimlerin Dengesi ve Başlangıç Stabilitesi

Gemiye herhangi bir dış kuvvetin geçici olarak etkimesi sonucu tekrar eski konumuna dönme kabiliyetine stabilite denir.



Bir geminin dengeli olarak yüzebilmesi için aşağıdaki iki şartın sağlanması gerekir:

### a) Yüzme Şartı



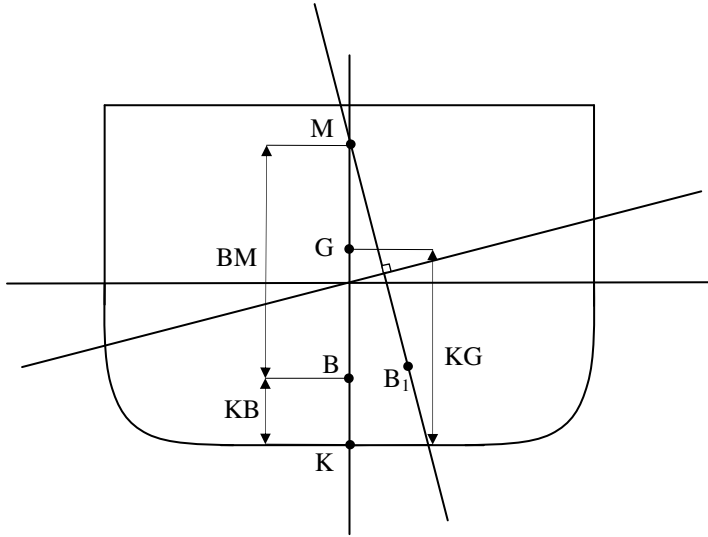
Ağırlık = Deplasman olmalıdır. Deplasman: Cismin taşıdığı sıvının ağırlığıdır.

$$W = \Delta$$

$$\Delta = \nabla \times \rho \text{ (ton)} \quad \rho: \text{ton}/m^3; \nabla, \text{ geminin su altında kalan hacmi (m}^3\text{)}$$

### b) Denge Şartı

Geminin herhangi bir dış kuvvet etkisi ile küçük bir açıya kadar meyil ettirildikten sonra dış kuvvet ortadan kaldırıldığında tekrar dik duruma dönebilmesi için  $GM > 0$  olmalıdır. (Pozitif başlangıç stabilitesi).



K: Geminin orta simetri eksenini ile omurga hattının kesişme noktası.

B: Geminin su altı hacim merkezi.

G: Geminin ağırlık merkezi.

M: Metasantr noktası: Meyilli durumdaki, su altı hacim merkezinden geçen ve deniz yüzeyine dik olan doğruyun orta simetri eksenini ile kesiştiği noktaya denir.

$$GM = KB + BM - KG$$

GM: Metasantr yüksekliği

KB: Su altı hacim merkezinin omurgadan yüksekliği

BM: Enine metasantr yarıçapı

KG: Ağırlık merkezinin omurgadan yüksekliği

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

$I_T$ : Enine Atalet Momenti

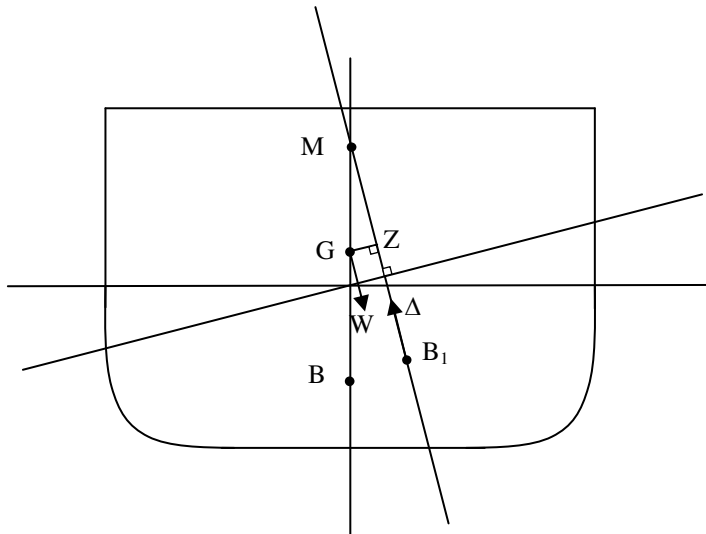


$$I_T = \frac{b \times h^3}{12}$$

Not:  $\phi \leq 10^\circ$  meyil açılarındaki metasantr noktasının (M) orta simetri eksenini üzerinde olduğu kabul edilebilir. Büyük açılarda ise M daha farklı yerlere hareket edeceği için yukarıdaki formülle hesaplanacak GM anlamını kaybeder.

## GEMİNİN DENGİ DURUMLARI

### 1) Stabil (Dengeli) durum



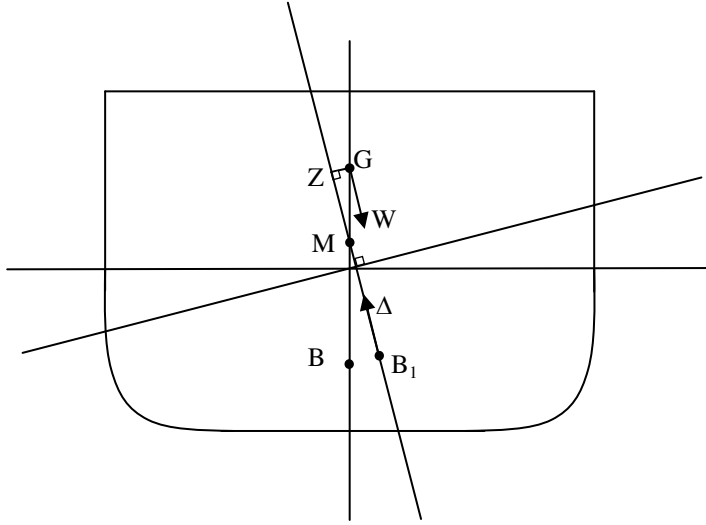
M noktası G'den yukarıda.

$GM > 0$  Pozitif başlangıç stabilitesi

$M = GZ \cdot \Delta$  Doğrultucu moment

Oluşan moment gemiyi tekrar dik konuma getirmeye çalışır.

## 2) Stabil olmayan (Dengesiz) durum



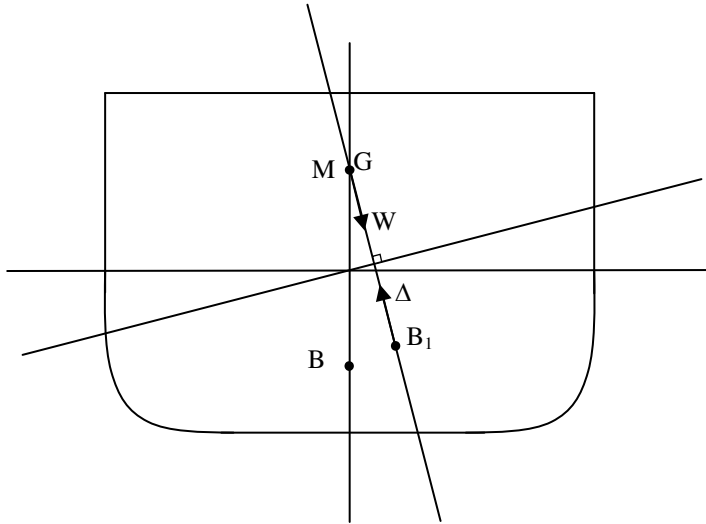
M noktası G'den aşağıda.

$GM < 0$  Negatif başlangıç stabilitesi

$M = GZ \cdot \Delta$  Yatırıcı moment

Oluşan moment gemiyi yatırmaya devam eder.

## 3) Nötr stabilite (Farksız denge) durumu



M noktası G ile aynı yerde.

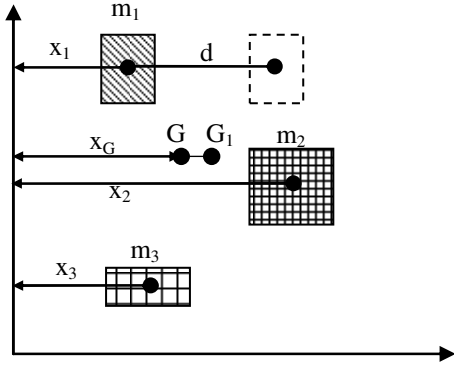
$GM = 0$  Farksız denge

$M = GZ \cdot \Delta = 0$

Herhangi bir moment oluşmadığı için gemi bulunduğu meyil açısında durumunu korur.

## Metasantr Yarıçapı (BM)

Aşağıdaki şekilde gösterilen üç adet ağırlıktan oluşan sistemin bir bileşeninin ( $m_1$ ) d kadar yatay hareketi sonucunda sistemin ağırlık merkezi ( $GG_1$ ) kadar aynı yönde hareket edecektir:



1. Durumda:

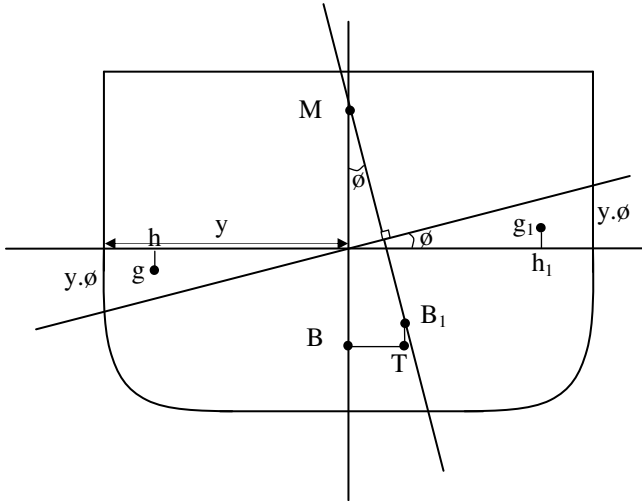
$$x_G = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3}{m_1 + m_2 + m_3}$$

2. Durumda:

$$x_{G1} = \frac{m_1 (x_1 + d) + m_2 x_2 + m_3 x_3}{m_1 + m_2 + m_3}$$

$$x_{G1} = x_G + \frac{m_1 d}{\sum m_i} \quad \text{ve} \quad GG_1 = \frac{m_1 d}{\sum m_i}$$

Geminin küçük bir  $\phi$  açısı kadar meyil ettiği durumda:



$$dA = \frac{1}{2} y^2 \phi \quad \text{batan veya çıkan kısmın alanı}$$

$$dV = \frac{1}{2} y^2 \phi dx \quad \text{boyu } dx \text{ olan batan veya çıkan kısmın hacmi}$$

BT: gemi sephiye merkezinin yatay hareket miktarı

$$hh_1 = \frac{4}{3} y$$

$$I_x = \int_0^L \frac{2}{3} y^3 dx \quad \text{su hattının enine atalet momentidir.}$$

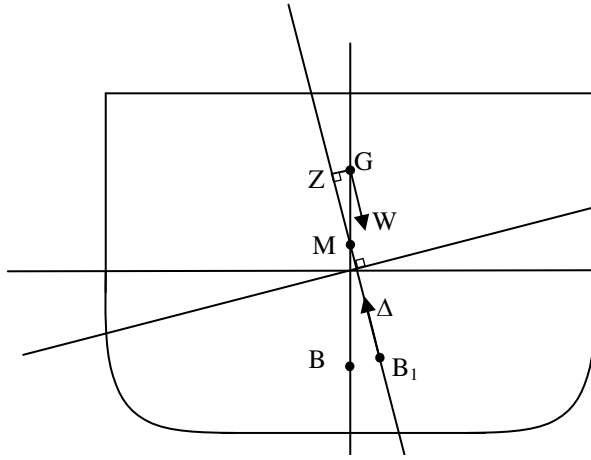
$$BT = \frac{\int_0^L hh_1 dV}{\nabla} = \frac{\phi \int_0^L \frac{2}{3} y^3 dx}{\nabla} = \frac{\phi I_x}{\nabla}$$

Geometriden  $BT \cong BM \phi$  bağıntısı ile yukarıdaki bağıntı birleştirilirse,

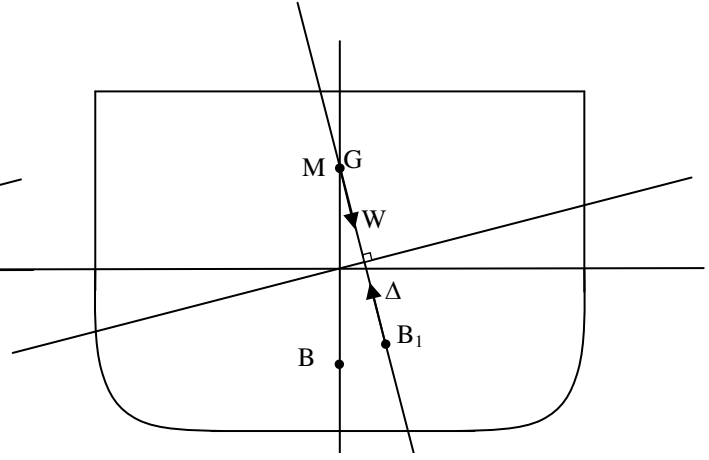
$$BM = \frac{I_x}{\nabla} \quad \text{elde edilmiş olur.}$$

### Negatif Başlangıç Stabilesi ve Bayılma Açısı:

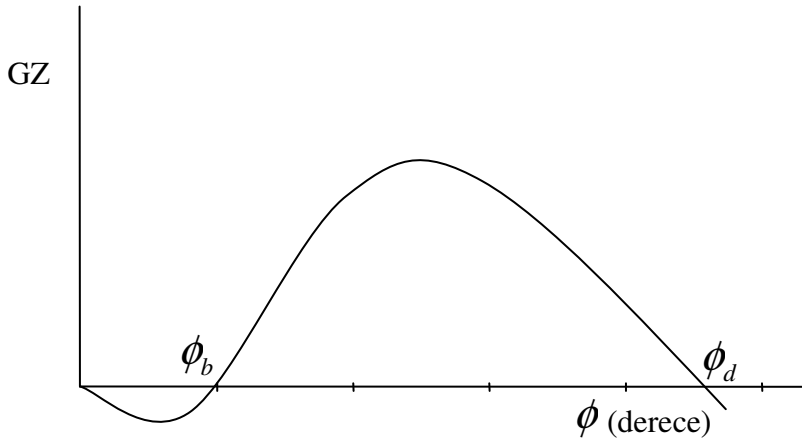
Başlangıç stabilesi olmayan ( $GM < 0$ ) bir gemi herhangi bir dış etki ile meyil yaptığında oluşan yatırıcı moment ile meyil yapmaya devam eder ve devrilir. Ancak bazı durumlarda gemi belli bir meyil açısında dengede kalır. Bu denge açısına bayılma açısı denir.



$GM < 0$  ve  $GZ < 0$  devrilmeye devam eder



Denge durumu:  $GZ = 0$  bayılma açısında denge



$\phi_b$  : bayılma açısı

$\phi_d$  : devrilme açısı

Gemi  $\phi < \phi_d$  herhangi bir meyil açısında bırakılırsa  $\phi_b$  'ye döner.

Duvar bordalı gemiler için Scribanti formülünden yararlanılarak  $GZ = 0$  olan  $\phi_b$  'yi araştıralım:

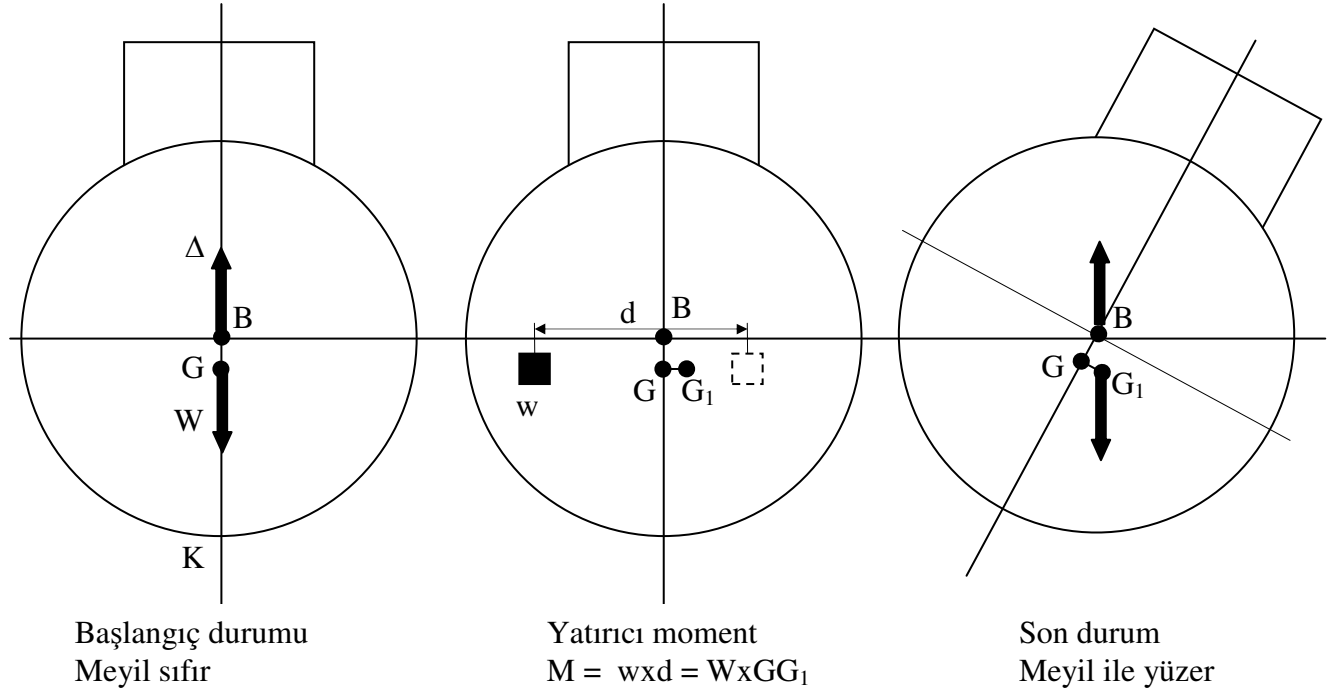
$$GZ = (GM + BM \frac{\tan^2 \phi}{2}) \sin \phi$$

$GZ = 0$  olması için,  $\sin \phi = 0$  ise  $\phi = 0$  geminin dik durumundadır. Veya

$$GM + BM \frac{\tan^2 \phi}{2} = 0 \text{ olmalıdır. Buradan } \tan \phi = \sqrt{\frac{-2GM}{BM}} \text{ bulunur. } \phi_b = \tan^{-1} \left( \sqrt{\frac{-2GM}{BM}} \right)$$

$GM$  ve  $BM$ , geminin başlangıç metasantr yüksekliği ve metasantr yarıçapıdır

## BATAN CİSİMLERİN STABİLİTESİ



Tamamen batmış cisimlerde metasantr noktası M ile hacim merkezi B aynı yerdedir ve sabittir. Yatırıcı veya doğrultucu momentler ağırlık merkezinin hareket etmesi sonucu oluşur.

Su hattı olmadığı için  $BM = 0$  dır.

$$GM = KB - KG$$

$GM > 0$  ise  $KB > KG$  olmalıdır. Yani, B hacim merkezi G'den yukarıda ise denizaltı pozitif başlangıç stabilitesine sahiptir. Aşağıda ise negatif başlangıç stabilitesine sahiptir. B ile G aynı yerde ise nötr stabiliteye (farksız denge) sahiptir.

Denizatlılarda hacim merkezinin yeri değişmediği için enine veya boyuna ağırlık hareketleri dikkatle kontrol edilmelidir. Meyil kadar trim de önemlidir. Örnek olarak, denizatıdan bir torpido atıldığı zaman hemen alınan balast suyu ile denge yeniden sağlanmalıdır.