

Doç. Dr. Bekir ŞENER

Yıldız Teknik Üniversitesi
Gemi İnşaatı ve Denizcilik Fakültesi
Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Bölümü

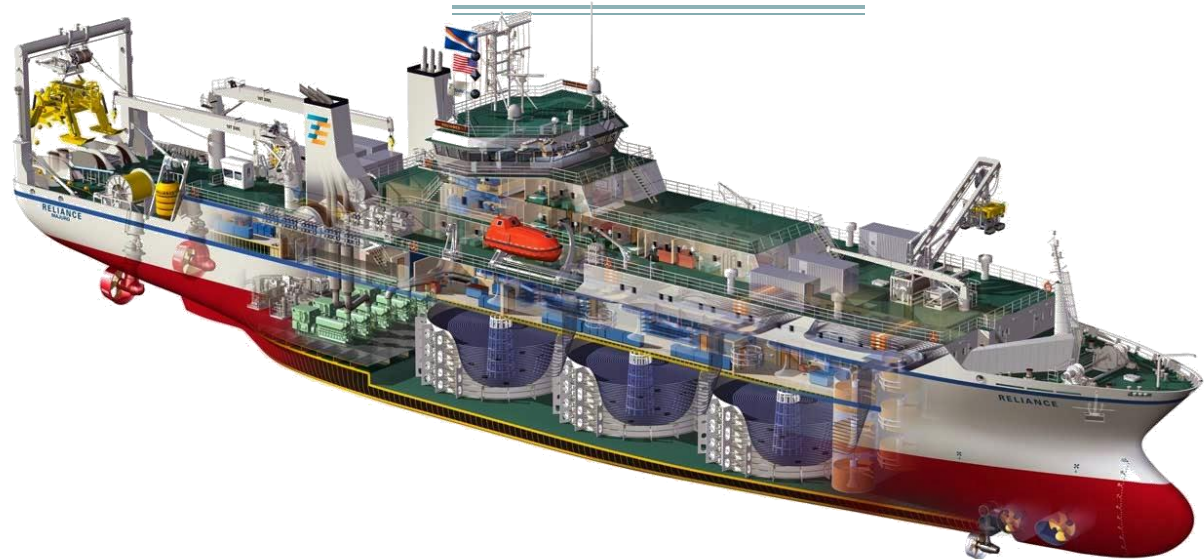
yarbis.yildiz.edu.tr/bsener
bsener@yildiz.edu.tr



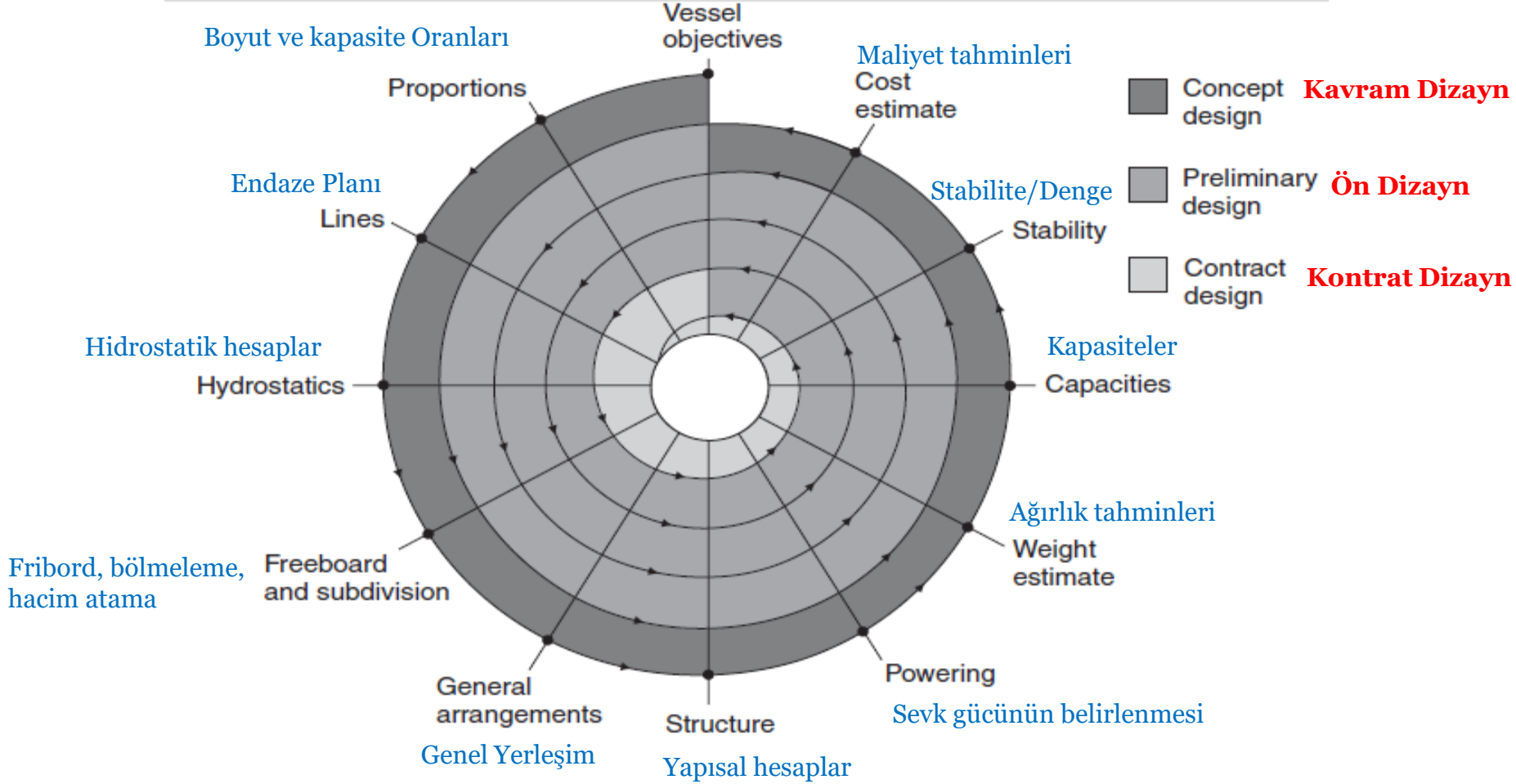
GEMİ DİZAYNI

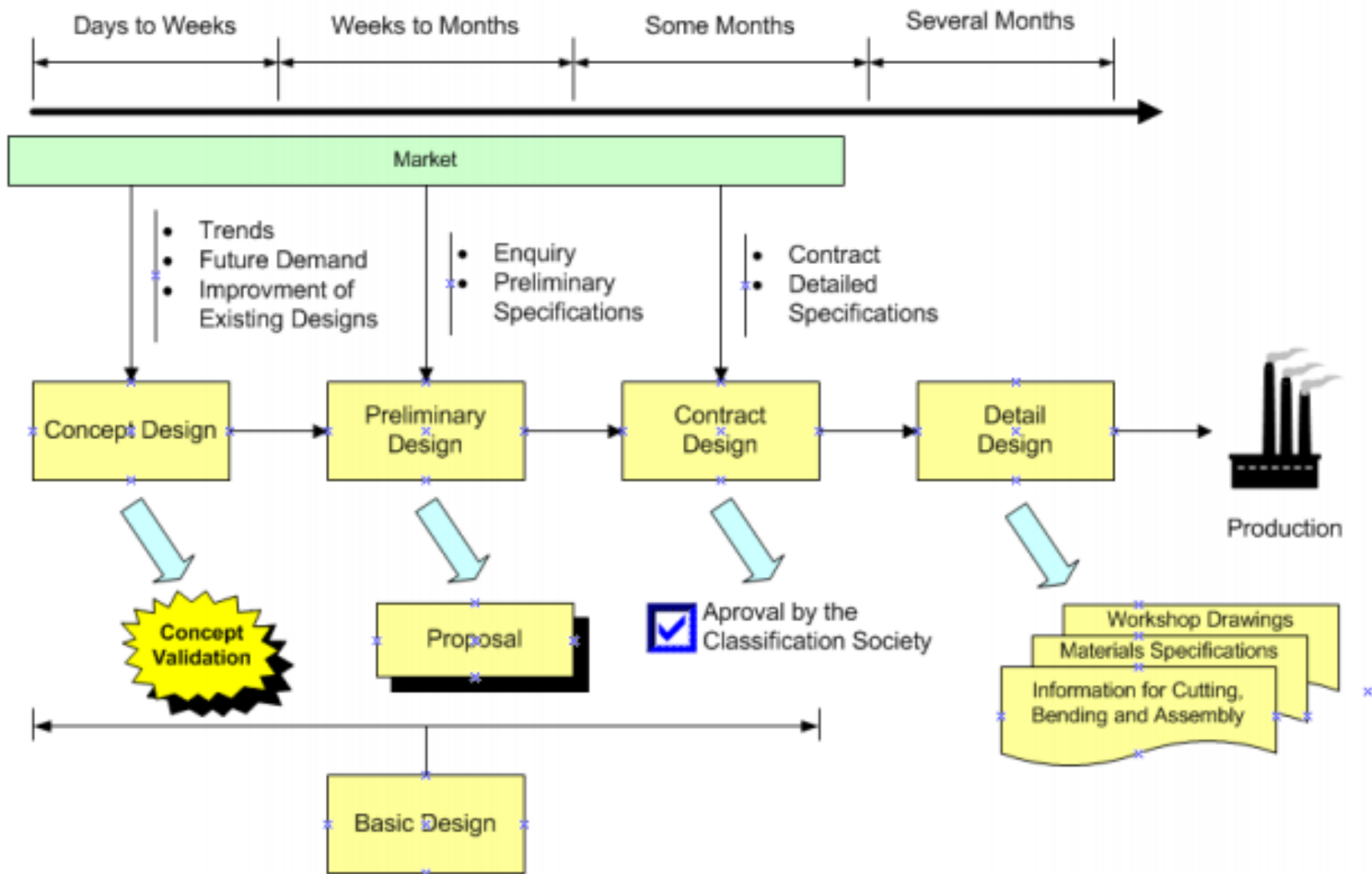
Hafta 02

Konsept (Kavram) Dizayn
Ana boyutların belirlenmesi



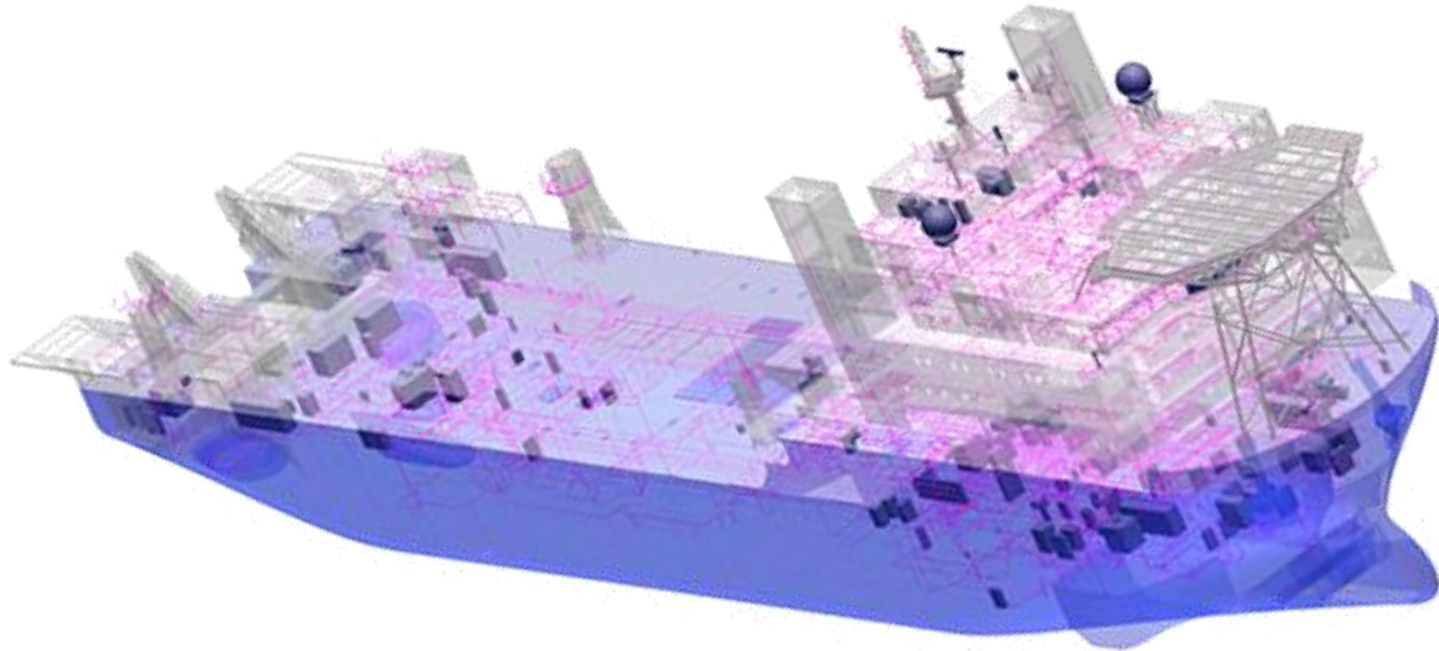
Gemi amacına uygun veriler

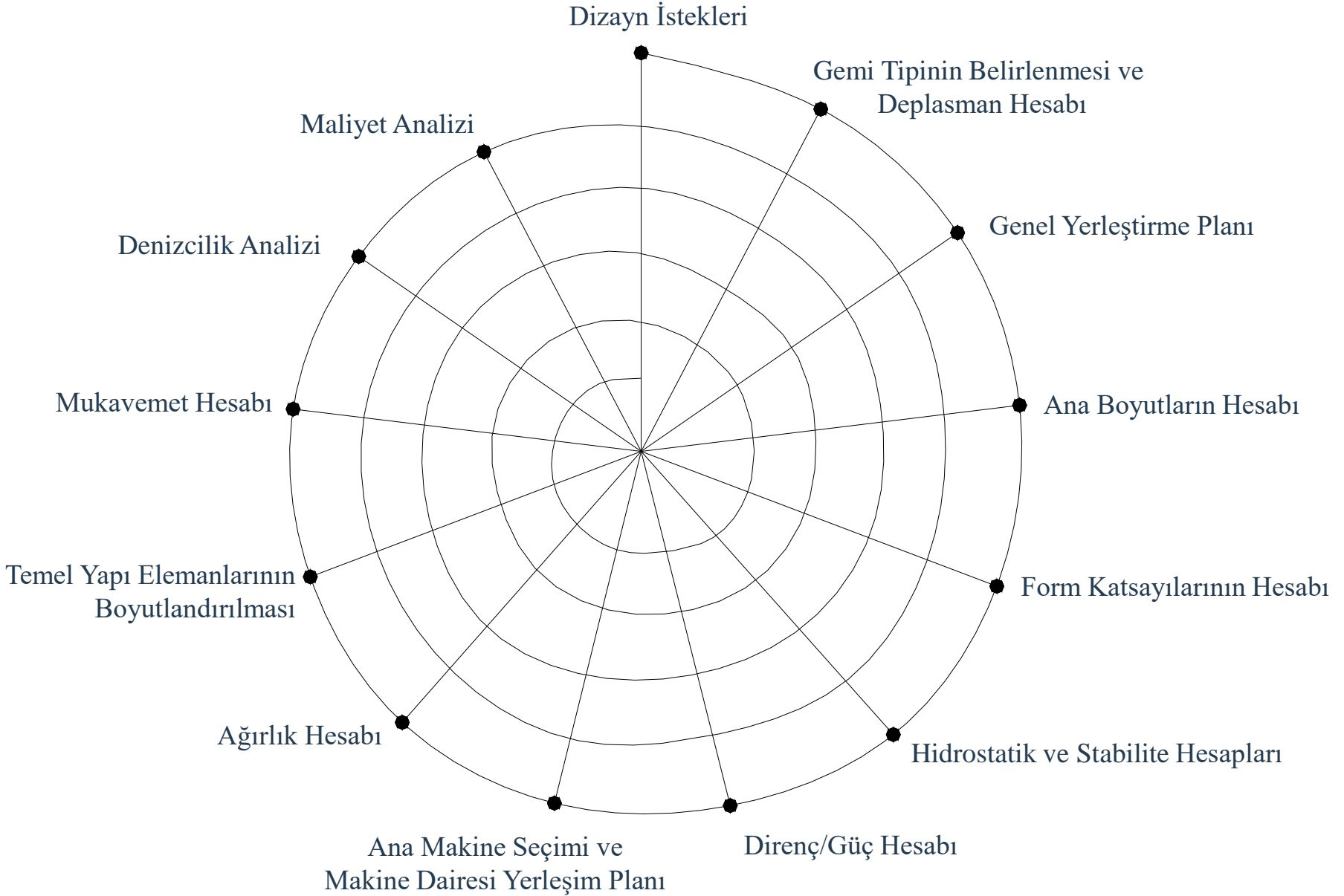




GEMİ DİZAYN AŞAMALARI

Bir çok sistemin dizaynında olduğu gibi gemi dizayn aşamaları kavramdan detay dizayn aşamasına kadar yoğun işlemleri kapsamaktadır.



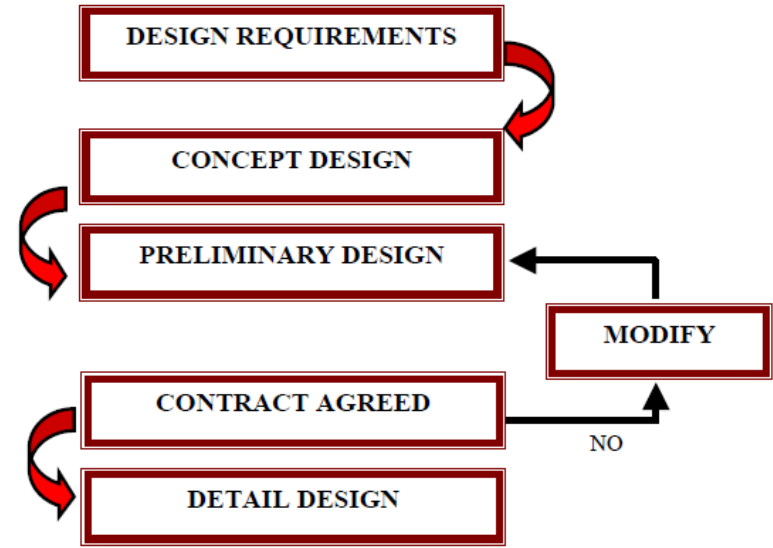


Gemi dizaynı, şüphesiz ya taşımacılık sektöründeki ya hizmet sektöründeki ya da askeri alandaki bir boşluğun doldurulması ihtiyacı ile başlar.

Gemi dizaynının ilk adımı, ihtiyaç duyulan gemi ya da gemiler hakkında öncelikle dizayn isteklerinin neler olduğunun belirlenmesidir. Bu çalışmayı çoğunlukla armatörün kendisi yapmaktadır.

Geminin tipi, sayısı, kapasitesi ve hızı çoğunlukla aşağıda verilen değişkenlere bağlı olacaktır:

- ***Taşınacak Yükün Tipi*** (Yükün mali değeri, yükleme faktörü ve yük ünitesi (Tablo 1) ile ilgili)
- ***Geminin Çalışma Prensipleri*** (Geminin hangi limanlar arasında, hangi yükü/yükleri düzenli ya da düzensiz taşımasıyla ilgili)
- ***Armatörün Ticari Anlayışı (Mantallitesi)*** (Armatörün risk alıp almamasıyla ilgili)



Dizayn işlemleri başlatılmadan önce işletim talepleri ile ilgili teknik bilgiler; tanımlanmalı ve belirlenmeli veya mevcut alternatif dizaynlar (gemiler) incelendiği durumda beklenen dizayn istekleri bu alternatifler üzerinden türetilerek ya da kabuller yapılarak belirlenmelidir.

Ticari olarak DWT tonaj ile tanımlanan bir kuru yük gemisi ele alındığında **temel dizayn istekleri** aşağıdaki gibi verilebilir:

Deadweight

Alternatif gemi boyutları inceleniyorsa DWT bir dizayn değişkeni olarak ele alınır.

İstenen hizmet için boyut ve yerleşim makul mu?

Mürettebat, Yolcu yaşam mahalleri, makine dairesi, Yük ambarları ve yükleme-boşaltma işlemlerini ve gemiden beklenen tüm işlevleri verimli biçimde karşılayabilecek bir genel yerleşim planı hazırlanmalıdır. (GENEL YERLEŞİM PLANI)

Uygun su çekiminde yüzüyor mu?

(Sephilyeden kaynaklanan) Deplasman ağırlığının Boş Gemi Ağırlığı ve Deadweight ağırlığı toplamına eşit olması (HİDROSTATİK)

Meyil – Trim durumu

Uygun dengede (stabilitede) olması ve genel olarak kıça trim istenir. Boyutsal sınırlamalar vardır, su-çekimi kısıtları, kanal veya liman kısıtları (STABİLİTE), olası bir kaza durumunda yüzer durumda kalabilmesi (YARALI STABİLİTE)

Doğru hıza ulaşabilmesi (GEMİ DİRENCİ)

Belirli bir gemi boyu için mümkün olabilecek hidrodinamik optimal hız veya yükün özelliklerine bağlı bir hız belirlenir. Direnç değeri ve sevk gücünün paylar (marjinler) ile birlikte tahmini ve buna uygun makinelerin kurulması

Yapısal açıdan güvenli ve uygun (GEMİ MUKAVEMETİ)

Geminin deniz ortamından gelen kuvvetlere dayanabilmesi, klas kuruluşunun taleplerini karşılayabilmesi.

Manevra, rota tutma ve denizcilik (gemi hareketleri kalitesi) isteklerini karşılayabilme (DENİZCİLİK)

Manevra kabiliyeti dümen, sevk ve bağ-kıç itici pervaneler, römork yani çekme durumu, halat-demir bağlama teçhizatları ile ilişkili bir kabiliyettir. Gemi ilgili IMO kurallarına göre manevra testlerinden geçmelidir.

İlgili uluslararası kuralları ve yasal düzenlemeleri sağlayabilmesi

IMO (International Maritime Organization), Loyd vb. kurallara uyum sağlayabilmesi

Ekonomik İstekler:

Her gemi (ister ticaret gemisi olsun ister hizmet gemisi olsun isterse yat olsun) daima ekonomik olmak zorundadır.

Dizayn edilecek gemi askeri amaçlı kullanılacak ise ekonomik isterler ikinci plana atılabilir. Dizayn isteklerinin başında **beka kabiliyeti** (survivability), **düşük iz değerleri** (tespit edilememe, düşük Radar Kesit Alanı, akustik iz, termal iz ve belirlenen misyonu yerine getirebilecek gelişmiş elektronik ve silah sistemlerinin entegrasyonu ve kullanımı gelir.

Yolcu taşıyan gemiler de ise yolcu beklentileri ve tatmini yüksek önem taşımaktadır. Bu nedenle düşük titreşim ve gürültü değerleri, yüksek denizcilik ve stabilite özellikleri ve yerleşimde yüksek standartlar ve konfor ön planda değerlendirilmelidir.

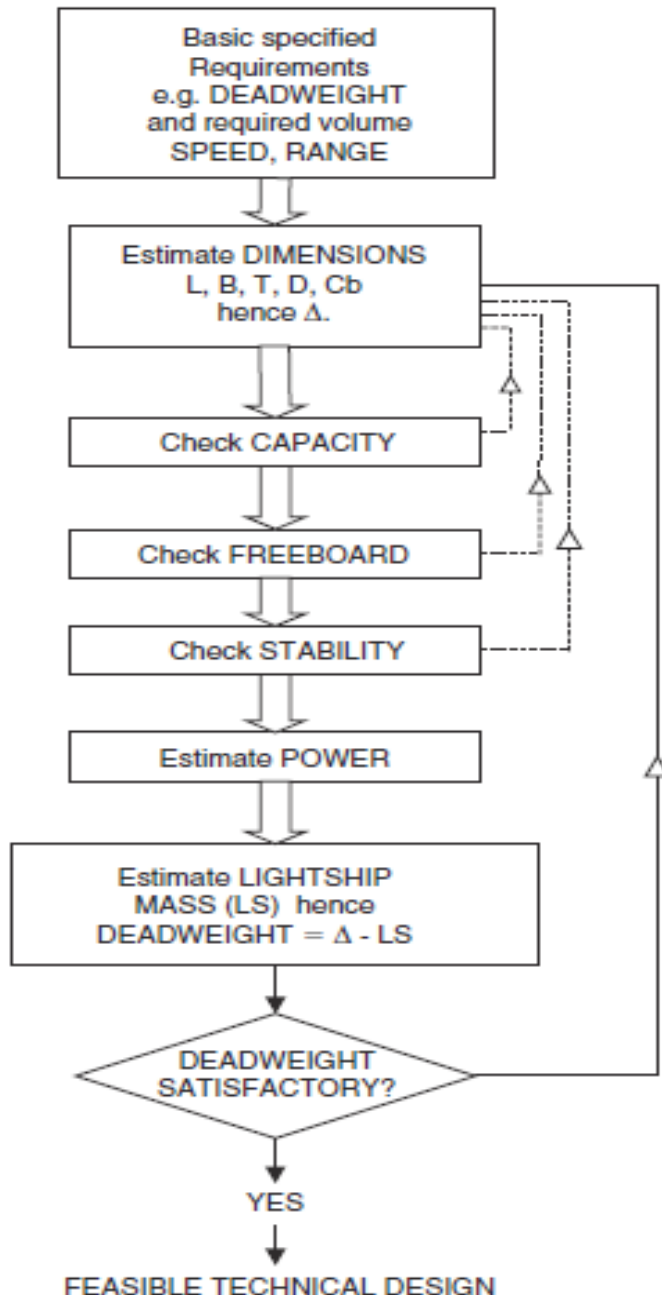
Yat dizayn edilmesi durumunda ise yolcu gemilerine artı olarak estetik kaygı ve ergonomi de önem kazanmaktadır.

Tablo 1 Belli başlı yük üniteleri.

Genel Yük	Küçük miktarlarda paketlenmiş eşyalar
Dökme Yük	Akar olması sebebiyle emme basma ilkesine göre yüklenebilen ve boşaltılabilen yükler
Ünite Yük	Tek tek olup, birlikte bağlanabilen yükler
Ağır Yük	Tek parça ağır endüstriyel yükler
Tekerlekli Yük	Kendi kendine hareket edebilen ya da çekilebilen yükler
Paket Yük	Bantlanarak paket yapılmış bir veya birkaç kutudan oluşan yükler
Paletli Yük	Ahşap veya metalden yapılmış palet üzerine konularak, plastikle sarılan ya da bantlanan yükler
Flat	Normal olarak 15' x 8' ölçülerde ve üst üste konulabilen paketler
Konteyner	Çeşitli şekilde imal edilebilen 20' ve 40' uzunlukta 8' x 8'6" boyutlardaki yükler (Standart konteyner ebatları Tablo 2 'de verilmiştir.)
Mavna (Barge)	LASH (Lighter A board S hip) ve Seabea gemilerine yüklenebilen yüzebilir yük üniteleri

Tablo 2 Standart konteyner ebatları.

	20'	40'
Boy (m)	5.9	12
Genişlik (m)	2.4	2.4
Yükseklik (m)	2.6	2.6
Kapasite (m³)	32.9	67
Üst Üste Konma Sayısı	9	9
Maksimum Ağırlık (ton)	24	30
Ortalama Ağırlık (ton)	10	15



Temel istekler.
Örn. Deadweight, hacim, hız, seyir yarı çapı

Boyutların tahmini
L, B, T, D, CB ve Deplasman

Kapasite kontrol

Fribord kontrol

Stabilite kontrol

Sevk gücünü tahmin edilmesi

Boş Gemi ağırlığı (LWT) ve Deadweight (DWT) tahmini
 $DWT = \Delta - W_{BOŞ}$

DWT tatmin edici mi?

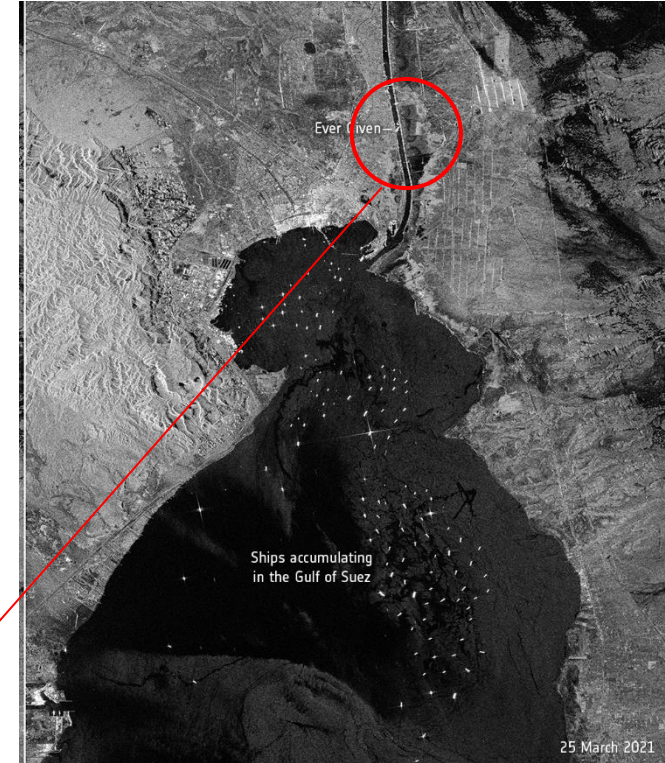
Tatmin edici ise
FİZİBİL DİZAYN'a ulaşım

Dizayn Kısıtları (Sınırlamaları):

- **Rüzgar ve Dalga Karakteristikleri** (Bunların bilinmesi genellikle gemi hareketleri ve stabilite hesapları için oldukça önem taşımaktadır.)
- **Akıntı ve Gelgit Özellikleri** (Özellikle nehir, boğaz ve yakın sahil gemilerinin dizaynında, bu bilgilerin bilinmesi gerekmektedir.)
- **Denizin Tuzluluk Değeri** (Korozyon açısından bilinmelidir.)
- **Pürüzlülük** (Deniz canlılarının gemi ıslak yüzeyine tutunarak neden olabileceği pürüzlülük bakımından önemlidir.)
- **Sınırlı Denizler** (Geçilecek kanalların ve uğranılacak limanların karakteristikleri, geminin ana boyutlarının belirlenmesinde oldukça önemlidir (**Tablo 3**).)
- **Kapalı Sulardaki Hız ve Dalga Yüksekliği Limitleri** (Yerel idarelerin ya da ulusal kuruluşların koymuş olduğu birtakım sınırlar, gemi hızını sınırlayacağı için oldukça önemlidir.)
- **Köprü Yüksekliği** (Altından geçilecek köprülerin derinliği, üst yapının yüksekliği açısından önemlidir.)
- **Ulusal ve Uluslararası Kurallar** (SOLAS (Denizde Can Emniyeti), Fribord Kontrolü, IMO Stabilite Kriterleri, MARPOL vb.)
- **İnşa Edilecek Tersane ve İnşa Malzemesi** (Geminin inşasında ve malzeme temininde yaşanabilecek sıkıntılar da dizayn sürecinde göz önünde bulundurulmak zorundadır.)

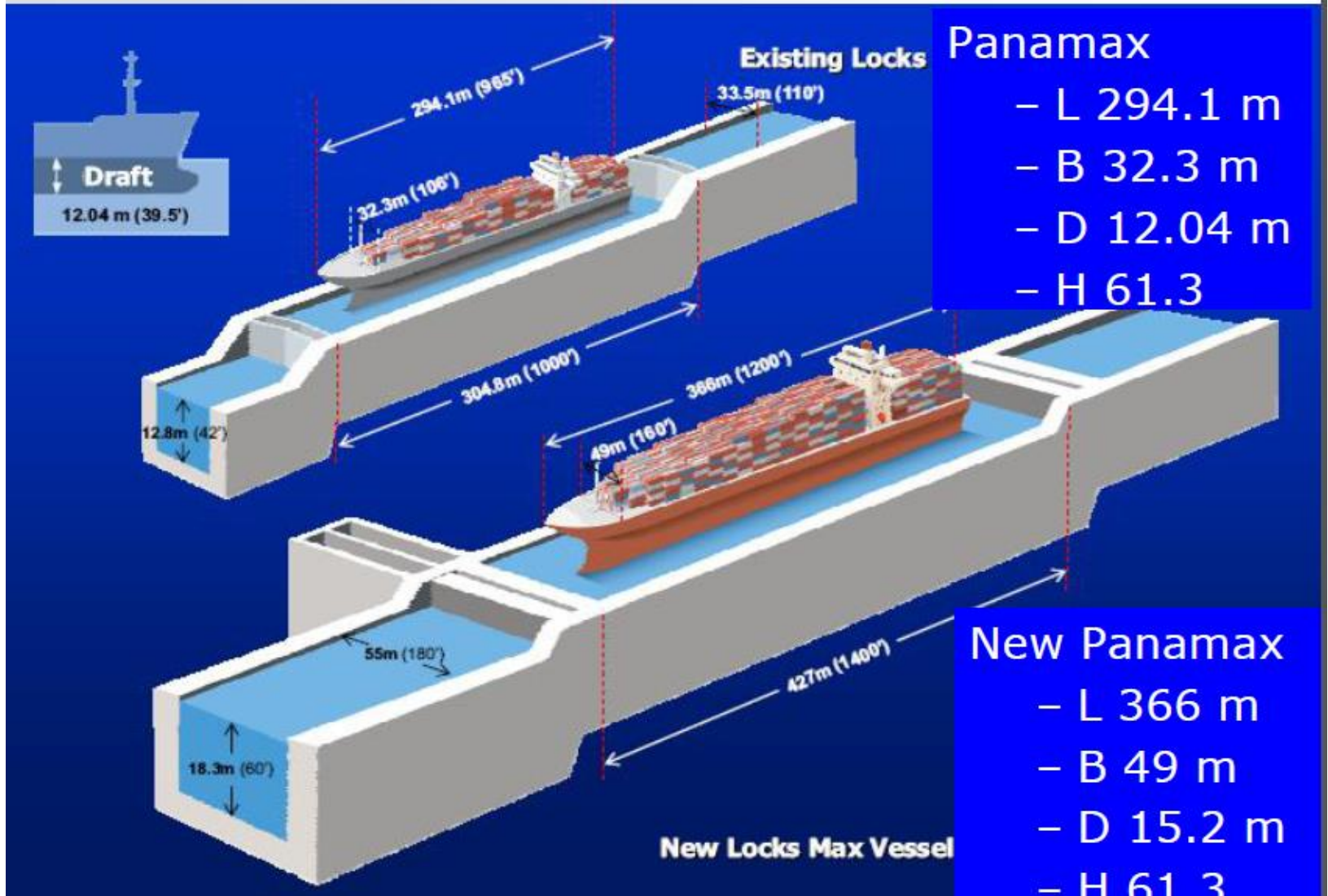
Tablo 3 Önemli kanallardan geçecek gemilerin boyutlarına ilişkin belirlenmiş limitler.

	Boy Limiti	Genişlik Limiti	Su Çekimi Limiti
Panama Kanalı (Atlas Okyanusu – Büyük Okyanus)	< 290 m (366 m)	< 32.24 m (49 m)	< 13 m (15.2 m)
Kiel Kanalı (Kuzey Denizi – Baltık Denizi)	< 315 m	< 40 m	< 9.5 m
Süveyş Kanalı (Akdeniz – Kızıldeniz)	–	–	< 20 m



Panamax

Panama Canal



Suezmax

Suez Canal

Suez Canal Bridge
Shohada 25 January Bridge
Egyptian-Japanese Friendship Bridge



Max draft: 20.1 m, Max height: 68 m

Deadweight Tonajı – DWT

- Geminin taşıma kapasitesini belirtmektedir.
- Taşıma kapasitesi, maksimum drafta(T) bağlıdır.

DEADWEIGHT = DEPLASMAN – W.BOŞ GEMİ
DEADWEIGHT = DISPLACEMENT – LIGHTSHIP

DEADWEIGHT = W.YÜK + W.YAKIT + W.YAĞLAMA YAĞI + W.SU VE BALAST + W.MÜRETTEBAT, EŞYA, YİYECEK.

DEADWEIGHT = CARGO WEIGHT + FUEL AND LUBE OIL + WATER AND BALAST + CREW, CREW BELONGINGS + FOOD.

W.BOŞ GEMİ = W.TEKNE + W.MAKİNE DAİRESİ + W.DONANIM.

LIGHTSHIP = HULL WEIGHT + ENGINE ROOM + OUTFITTING.

9.2.3.1 Deadweight and dimensions

(a) Deadweight (DW):

Includes cargo, fuel, FW, stores crew and effects. Cargo is the only component of deadweight, which will earn revenue, hence other items of deadweight should be kept to a minimum.

(b) Lightship mass (LS):

Condition is that of a ship when ready to put to sea, but without cargo, fuel, stores and provisions. The primary components of lightship mass are steel, outfit and machinery.

(c) Displacement (Δ):

Total ship mass: equals mass of water displaced, equals 1.025 L.B.T.C_B, and Deadweight = Displacement – Lightship

A primary aim is to design a ship with minimum Δ to meet the requirements of the owner, hence obtaining the most economical ship in respect of the machinery, fuel consumption and initial cost.

9.2.3.1 DWT ve boyutlar

a) DWT

Yük, yolcu, mürettebat, yakıt, yağlama yağı, kullanım suyu ve balast ağırlığıdır. Yük ticari ağırlıktır, diğerleri minimum tutulur.

b) Boş Gemi Ağırlığı ($W_{BOŞ}$)

Tekne yapım malzemesi ağırlığı (örneğin çelik tekne ağırlığı), makine dairesi ağırlığı ve donanım ağırlığıdır.

c) Deplasman ağırlığı (Δ)

Geminin dizayn yükündeki toplam ağırlığıdır.

$$\Delta \text{ (ton)} = (1.025) * L_{pp} * B * T * C_B$$

Δ , Makine dairesi, yakıt sarfiyatı ve inşaa maliyetini en aza indirme açılarından minimum değerde tutulmaya çalışılmalıdır.

(d) *Deadweight coefficient (C_D):*

is defined as $C_D = \text{Total Deadweight/Displacement}$

and can be treated as a very approximate criterion or measure of 'efficiency' of the vessel.

A preliminary value of displacement can be determined from C_D , when the DW has been defined.

Typical values of C_D are as follows:

Cargo ships	0.65–0.75
Large tankers/Bulk	0.79–0.85
Ore	0.82
*Container	0.60
*Refrigerated cargo	0.55–0.60
*Passenger	0.35

*For these the predominant factor is that of space, hence C_D of little significance.

Note that C_D will vary with cargo type since bulky cargoes require greater volume (hence steel), hence C_D will be lower. Similarly a higher speed (for same DW) will involve increases in machinery mass hence in LS and reduction in C_D . Hence special care is needed in the use of this coefficient.

C_D , K_D : *DWT katsayısı*

$$C_D = K_D = \text{DWT} / \Delta$$

Bu oran gemi veriminin yaklaşık bir ölçüsü gibi değerlendirilebilir ve gemi tipine göre yaklaşık olarak aşağıdaki gibidir:

Yük gemileri 0.65–0.75

Büyük tankerler/Dökme yük/Cevher gemileri 0.79–0.85

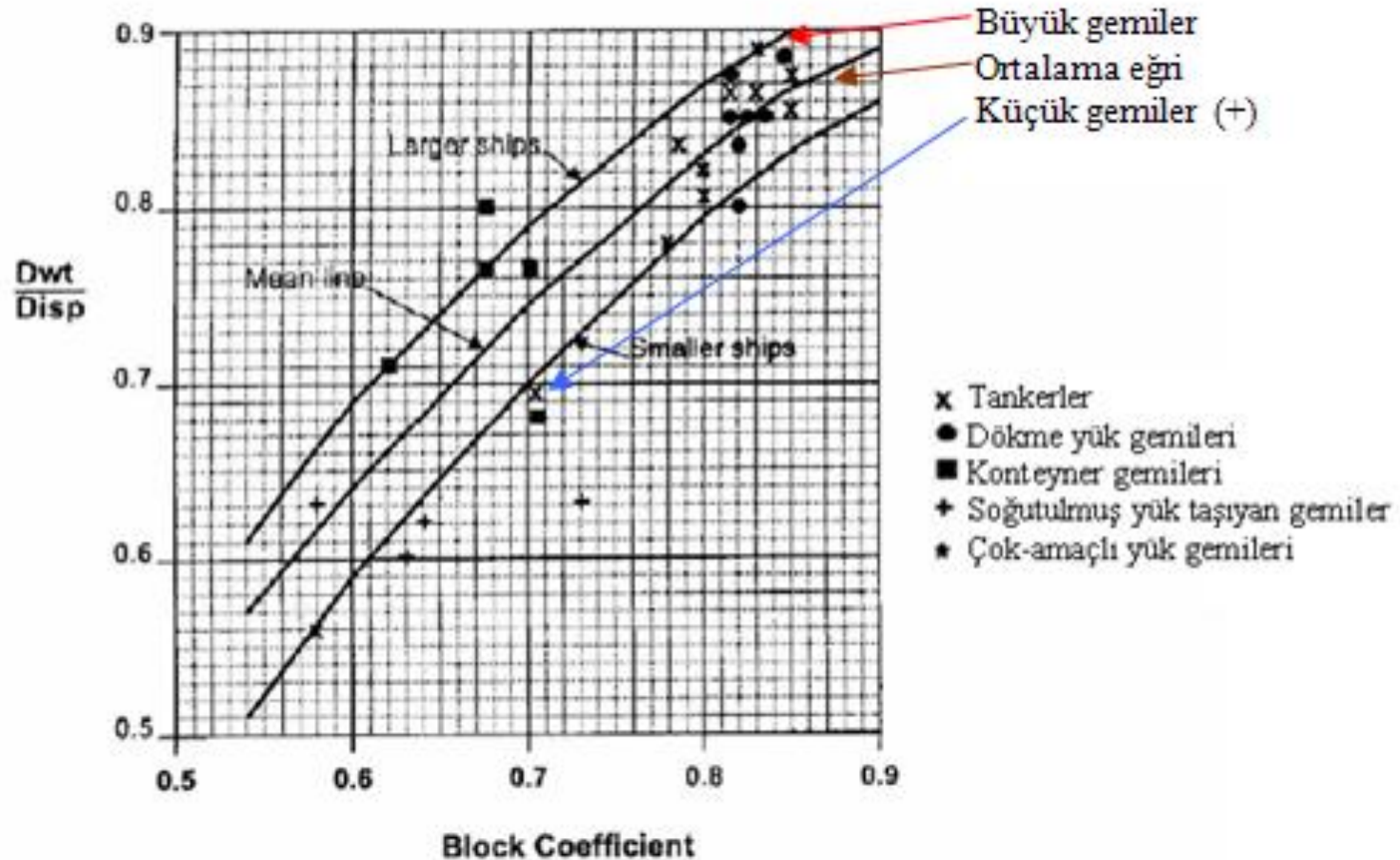
* Konteyner gemileri 0.60

* Soğutulmuş yük gemileri 0.55–0.60

* Yolcu gemileri 0.35

(*) Bu gemiler için baskın faktör hacim olmaktadır. C_D az öneme sahiptir.

$$K_D = DWT / \Delta$$



Deplasman Hesabı:

Değişik gemi tipleri için DW / Δ değerleri ortalama olarak aşağıda verilmiştir:

<i><u>Gemi Tipi</u></i>	<i><u>DW / Δ</u></i>
<i>Yolcu Gemisi</i>	<i>0.35</i>
<i>Yük Gemisi</i>	<i>0.67</i>
<i>Maden Cevheri Gemisi</i>	<i>0.82</i>
<i>Konteyner Gemisi</i>	<i>0.60</i>
<i>Süper Tanker</i>	<i>0.86</i>
<i>LPG Gemisi</i>	<i>0.62</i>

Ön dizayn aşamasında kullanılmak üzere geminin deplasmanı ile deadweight'i arasında **Kafalı** tarafından verilen aşağıdaki bağıntılar kullanılabilir:

$$(DW / \Delta) = (0.750 \times DW) / (DW + 300) \quad (\text{Yük gemileri için})$$

$$(DW / \Delta) = (0.775 \times DW) / (DW + 250) \quad (\text{Tankerler için})$$

ÖN DİZAYNDA ANA BOYUTLARIN BELİRLENMESİ

Boyun Hesabı:

Bir gemiden beklenen tekno-ekonomik performans karakteristikleri değişik boy değerleri ile elde edilebilir. En uygun boy değerini bulabilmek için gemi boyunun tekno-ekonomik performans karakteristikleri üzerine olan etkisini incelemek gerekir. Deplasmanları aynı ancak boyları farklı olan iki gemi incelendiğinde genellikle aşağıdakiler gözlenir:

- o Boyun artması ile ıslak yüzey alanı artar. Buna bağlı olarak viskoz direnç artar ancak dalga direnci azalır. Sevk verimi daha iyi duruma gelir. Bu yüzden yüksek Froude sayılarında seyreden gemiler için boyun uzun olması bir avantaj sağlayacaktır.
- o Boyun artması ile çelik tekne ağırlığı dolayısıyla inşa maliyeti artar.
- o Boyun artması ile aynı deplasmanı korumak üzere tekne formu daha narinleşecektir. Bu durum yük taşıma kapasitesinde bir kayba neden olabilir.

- o Boyun artması ile geminin başlangıç stabilitesi genellikle azalır.
- o Boyun artması ile doğrusal rota dengesi artar ancak manevra yeteneği azalır.
- o Boyun artması ile gerekli minimum fribort değeri artar. Bu da çelik tekne ağırlığını dolayısıyla inşa maliyetini artırır.
- o Boyun artması ile düşey düzlemdeki denizcilik karakteristikleri (dalıp çıkma, baş kıç vurma, güverte ıslanması, dövünme vs.) özellikle baştan gelen dalgalarda iyileşir.

Gemi Boyunu Veren İstatistiksel Bağlılıklar:

Ayre Bağlılığı:

$$L = \Delta^{1/3} \times (3.333 + 1.666 \times (V / L^{0.5}))$$

Posdunine Bağıntısı:

$$L = C \times (V / (V + 2))^2 \times \Delta^{1/3}$$

Bu bağıntıdaki C katsayısı aşağıdaki gibi verilmiştir:

$$C = 7.15 \quad (\text{Tek pervaneli gemiler için})$$

$$C = 7.30 \quad (\text{Çift pervaneli gemiler için})$$

$$C = 7.90 \quad (\text{Çift pervaneli hızlı gemiler için})$$

Kafalı, C katsayısı için aşağıdaki bağıntıları önermiştir:

$$C = 3 \times (V / L^{0.5}) + 3.2 \quad (\text{Yolcu gemileri için})$$

$$C = 1.7 \times (V / L^{0.5}) + 4.4 \quad (\text{Yük gemileri ve Tankerler için})$$

$$C = 0.75 \times (V / L^{0.5}) + 3.66 \quad (\text{Römorkörler için})$$

Schneekluth Bağıntısı:

$$L = C \times \Delta^{0.3} \times V^{0.3}$$

Burada C katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$C = 3.2 \times ((C_B + 0.5) / ((0.145 / Fn) + 0.5))$$

$$Fn = v / (g \times L)^{0.5}$$

Völker Bağıntısı:

Völker, kuru yük gemileri ve konteyner gemileri için aşağıdaki formülü önermektedir:

$$L = \Delta^{1/3} \times (3.5 + 2.3 \times (V / (g \times \Delta^{1/3}))^{0.5})$$

Yukarıdaki bütün formüllerde L 'nin birimi *metre*, Δ 'nın birimi *ton-kuvvet* ve V 'nin birimi de *knot* olmaktadır.

Genişliğin Hesabı:

Gemi genişliği yük taşıma kapasitesi, stabilite, denizcilik, direnç, inşa maliyeti gibi tekno-ekonomik performans karakteristikleri üzerinde oldukça etkilidir. Bu etkiler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- ❖ Genişlik değerinin artması ile direnç değeri artar. Buna bağlı olarak ana makine gücü ve işletme maliyeti artar.
- ❖ Genişlik değerinin artması ile başlangıç stabilitesi daha iyi hale gelir. Genişlik değeri stabilite açısından belli bir değerin altına indirilmemelidir.
- ❖ Genişlik değerinin artması ile çelik tekne ağırlığı dolayısıyla inşa maliyeti artar.
- ❖ Genişlik değerinin artması ile yalpa periyodu ve genliği azalacağından dolayı daha denizci bir tekne elde edilebilir.

Standart boyutlarda yük taşıyan gemilerde (örneğin konteyner ve Ro-Ro gemilerinde), gemi genişliği sadece belli bir sabit artım ya da azalım miktarı kadar değiştirilebilir. Bu durumların dışında genişlik üzerinde herhangi bir sınırlama yok ise o zaman genişlik değeri minimum stabiliteyi sağlayacak şekilde seçilmelidir. Bundan daha büyük bir genişlik değerinin seçilmesi, stabiliteyi daha da iyileştirme gibi olumlu etkisinin yanında direnci artırma ve yalpa periyodunu azaltma gibi olumsuz etkileri de olacaktır.

Gemi Genişliğini Veren İstatistiksel Formüller:

$$B = (L / 9) + 6.1 \quad (\text{Yolcu gemileri için})$$

$$B = (L / 9) + 4.27 \quad \text{veya} \quad B = 0.125 \times L + 2.45 \quad (\text{Yük gemileri için})$$

$$B = (L / 7.5) + 1.98 \quad \text{veya} \quad B = 0.125 \times L + 2.45 \quad (\text{Tankerler için})$$

$$B = 0.15 \times L + 2.45 \quad (\text{Konteyner gemileri için})$$

$$B = 0.2 \times L + 2.45 \quad \text{veya} \quad B = 0.22 \times L + 1.5 \quad (\text{Römorkörler için})$$

$$B = (L / 10) + 8 \quad (\text{Ro-Ro gemileri için})$$

$$B = 0.146 \times L - 1.04 \quad (\text{Dökme yük gemileri için})$$

Bu formüllerdeki L ve B 'nin birimleri *metredir*.

Su Çekiminin Hesabı:

Su çekimi genellikle boy ve genişlikle kıyaslandığında geminin tekno-ekonomik performans karakteristikleri üzerinde daha az etkilidir. Bu yüzden geminin su çekimi değeri; boy, genişlik ve blok katsayısı belirlendikten sonra, $\Delta = \gamma \times C_B \times L \times B \times T$ bağıntısını sağlayacak şekilde hesaplanır.

Derinlik Hesabı:

Derinlik; yük taşıma kapasitesi, boyuna mukavemet ve ağırlık merkezinin düşey mesafesi (KG) nedeniyle stabilite üzerinde etkilidir. Uluslararası kuruluşlar, gemilerin yeterli deplasman hacmi nedeniyle belli bir minimum fribort değerine sahip olmasını şart koşmaktadır. Bunun yanında klas kuruluşları da boyuna mukavemet yönünden gemilerin yeterli bir L / D oranına sahip olmasını istemektedir.

Gemi derinliğinin hesabında genellikle aşağıdaki yol izlenir:

- ❑ 1966 Uluslararası Fribort Sözleşmesine göre gerekli minimum fribort değeri hesaplanır.
- ❑ Hesaplanan bu fribort değerine göre elde edilen derinlik için kapasite, boyuna mukavemet ve stabilite kontrolleri yapılır. Eğer gerekiyorsa derinlik değeri artırılır.

Derinlik için aşağıdaki ampirik bağıntılar önerilmektedir:

$$D = (B + 0.3) / 1.5 \quad (\text{Yolcu gemileri için})$$

$$D = (B - 2) / 1.4 \quad (\text{Yük gemileri için})$$

$$D = L / 13.5 \quad (\text{Tankerler için})$$

Bu formüllerde L , B ve D 'nin birimleri *metredir*.

Block Coefficient, C_B

Alexander formula: $C_B = K - 0.5V / \sqrt{L}$ where $K = 1.03$ for high speed ships to 1.12 for slow speed ships.

Alexander due to Ayre: $C_B = C - 1.68V / \sqrt{gL}$ where $C = 1.08$ for single-screw, 1.09 for twin screw. $C = 1.06$ is often used for contemporary designs.

Telfer: $C_B = 1 - 1.26(B/L) \frac{V}{\sqrt{gL}}$

Townsin: $C_B = 0.7 + \frac{1}{8} \tan^{-1} \frac{(23 - 100V / \sqrt{gL})}{4}$ (from figure above)

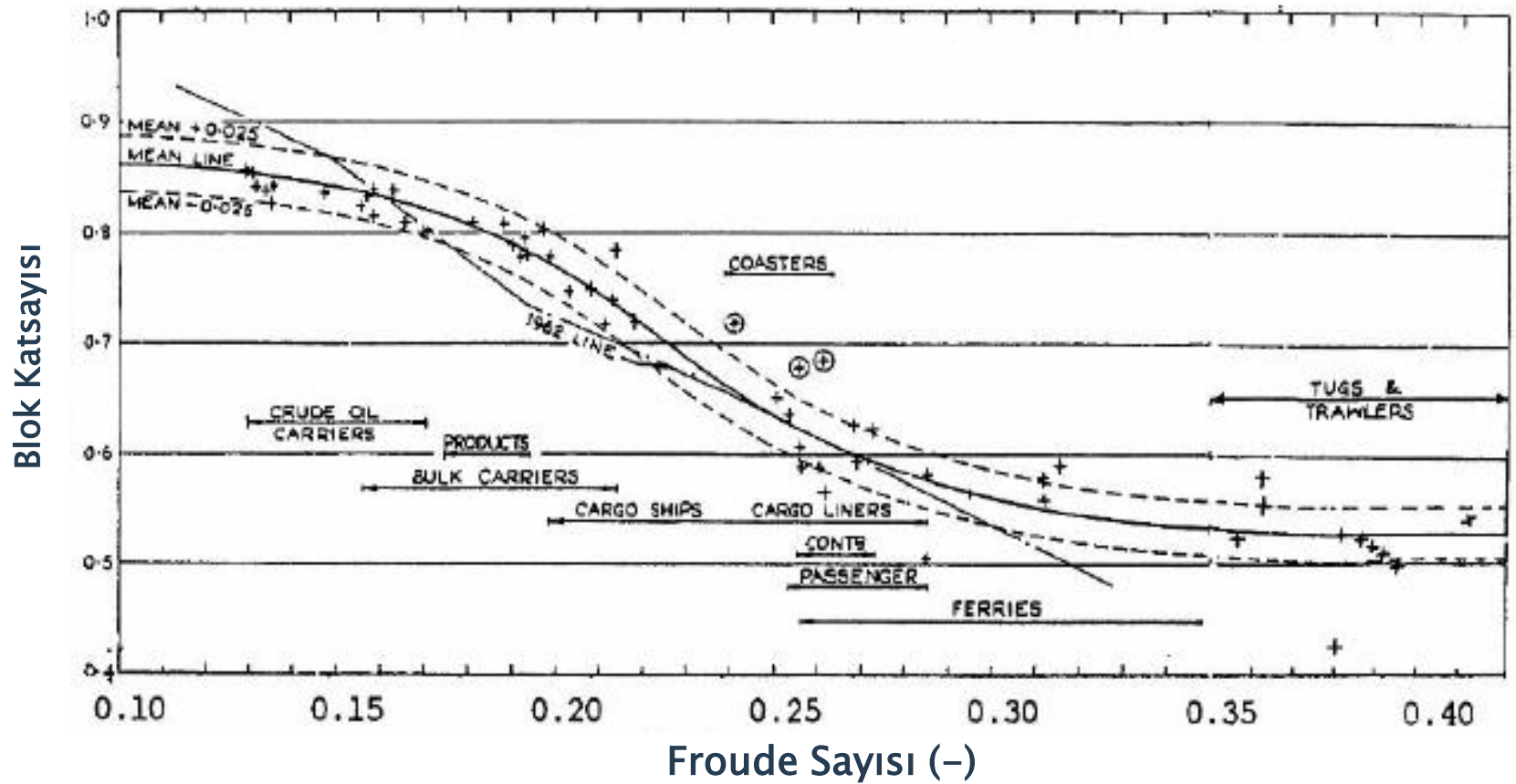
Schneekluth for $0.48 \leq C_B \leq 0.85$ and $0.14 \leq V / \sqrt{gL} \leq 0.32$. If $V / \sqrt{gL} \geq 0.3$ then $V / \sqrt{gL} = 0.3$ is used:

$$C_B = \frac{0.14}{V / \sqrt{gL}} \frac{L/B + 20}{26} \quad \text{and} \quad C_B = \frac{0.23}{(V / \sqrt{gL})^{2/3}} \frac{L/B + 20}{26}$$

Schneekluth / Jensen for modern Japanese hulls for $0.15 \leq V / \sqrt{gL} \leq 0.32$:

$$C_B = -4.22 + 27.8 \sqrt{\frac{V}{\sqrt{gL}}} - 39.1 \frac{V}{\sqrt{gL}} + 46.6 \left(\frac{V}{\sqrt{gL}} \right)^3$$

Değişik Gemi Tiplerinin C_B – FR ilişkisi



İstenen DWT, HIZ, SEYİR YARIÇAPI

L KABUL

Kapasite uygun mu?

Fribord uygun?

Stabilite uygun mu?

Gücü tahmin et

W(BOŞ GEMİ), tahmini
[çelik, donanım, makine dairesi]

Yük dışında kalan DWT tahmini NCDW:
Yakıt, depo ağırlıkları

Yeniden Yük DWT tahmini:
 $\text{Yük DWT} = \Delta - W(\text{BOŞ G.}) - \text{NCDW}$

Fizibil Teknik Dizayn

Yük DWT tatmin
edici mi?

Economic Evaluation

Maliyet Hesaplamaları

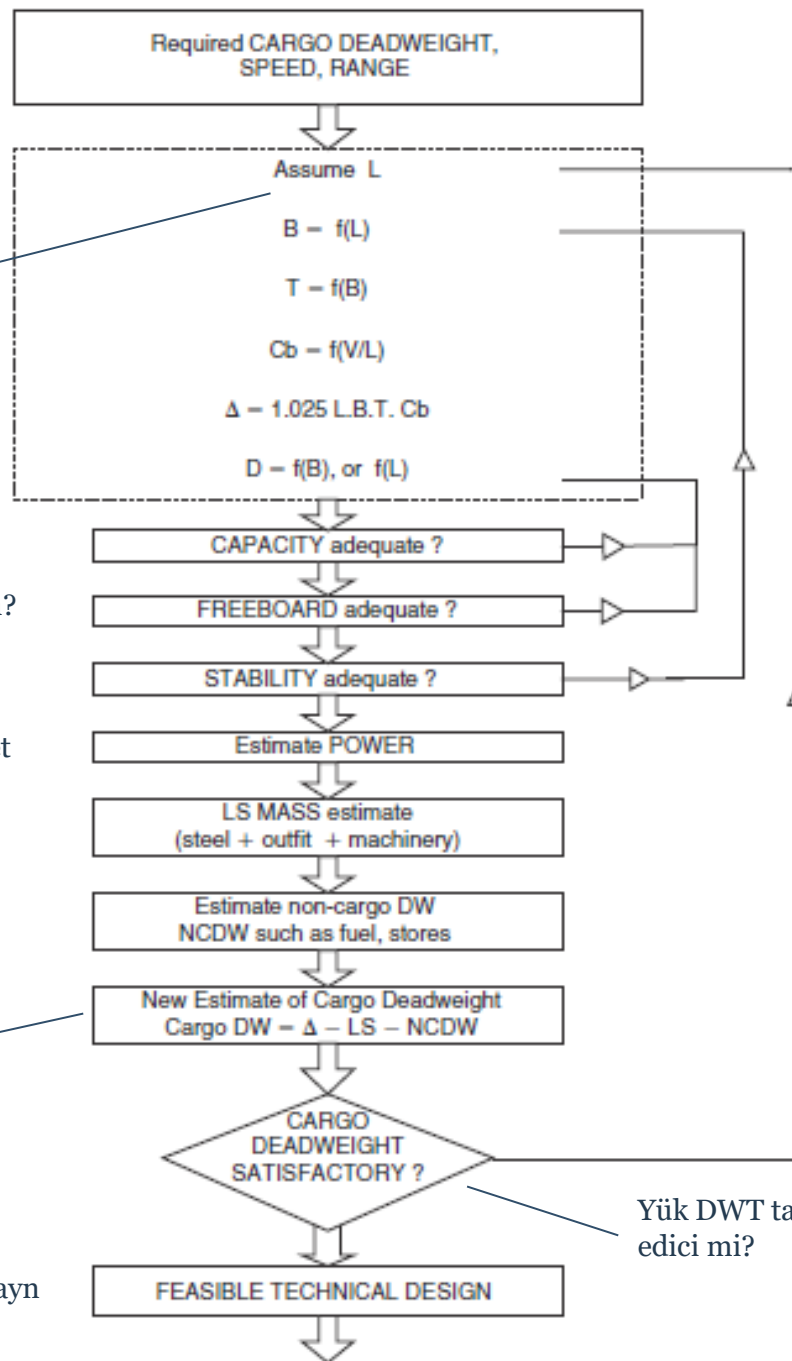


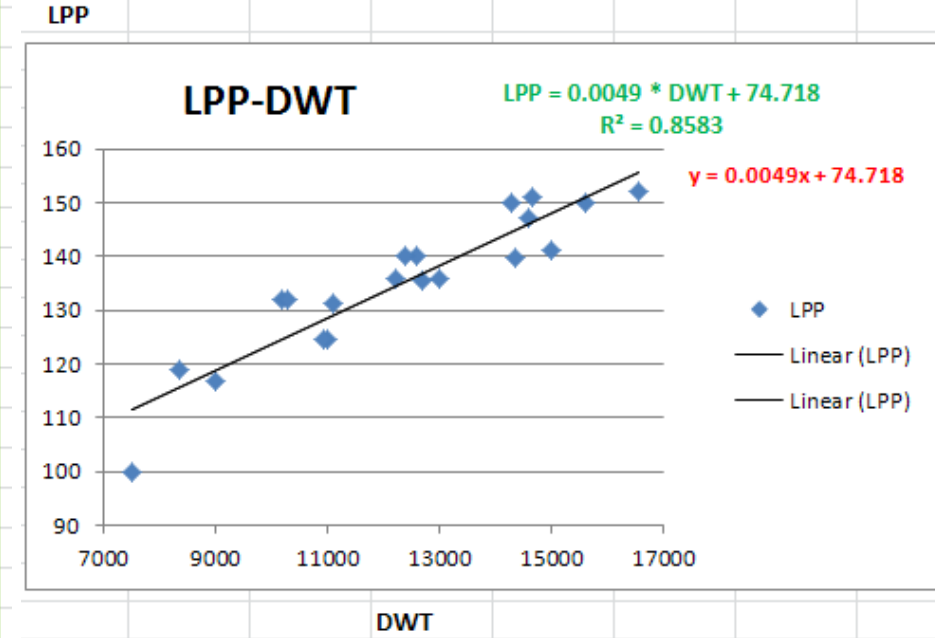
Figure 9.5 Preliminary design path.

GRAFİK YARDIMI İLE BOYUT VE KAPASİTELERİN BELİRLENMESİ

Örnek ayrıntısı “Boyut-Kapasite_Guc.xlsx” dosyasındadır.

ÖRNEK YÜK GEMİLERİ

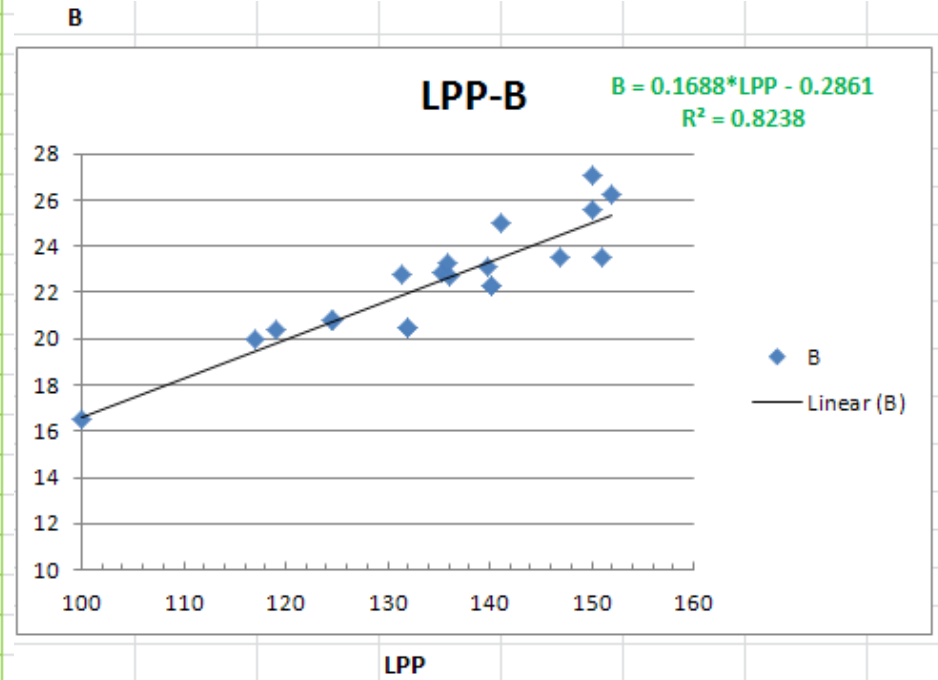
Gemi	LPP	B	T	V (kn)	DWT	PB (kW)
1	124.6	20.8	7.7	17	11000	8311
2	124.5	20.8	7.5	17.3	10950	14926
3	132	20.5	7.1	17.1	10200	6656
4	135.4	22.9	8.3	16.8	12700	7960
5	140.1	22.3	8.3	18.3	12600	7988
6	119	20.4	7.7	17.2	8350	6000
7	117	20	7.3	17	9000	6300
8	136	22.7	7.7	19.5	12238	11474
9	132	20.5	7.2	17	10300	6509
10	152	26.2	8.25	19	16563	12268
11	139.8	23.1	7.4	18.5	14357	10400
12	131.4	22.8	8.7	17.5	11116	8400
13	150	25.6	9.2	21.5	14300	15105
14	141.2	25	9	19	15000	12278
15	140.1	22.3	8.3	18.1	12400	6930
16	151.1	23.5	9.3	19.2	14643	10920
17	135.9	23.3	8.8	19	13000	10560
18	147	23.5	9.3	19.1	14580	10920
19	100	16.5	7.5	18.5	7500	4145
20	150	27.1	6.7	18.7	15605	8088



GRAFİK YARDIMI İLE BOYUT VE KAPASİTELERİN BELİRLENMESİ

ÖRNEK YÜK GEMİLERİ

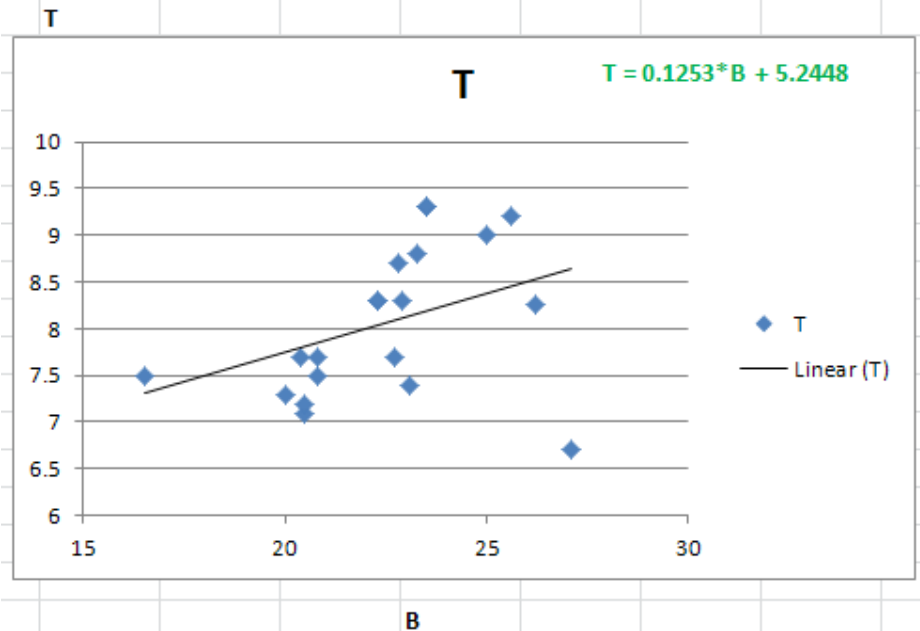
Gemi	LPP	B	T	V (kn)	DWT	PB (kW)
1	124.6	20.8	7.7	17	11000	8311
2	124.5	20.8	7.5	17.3	10950	14926
3	132	20.5	7.1	17.1	10200	6656
4	135.4	22.9	8.3	16.8	12700	7960
5	140.1	22.3	8.3	18.3	12600	7988
6	119	20.4	7.7	17.2	8350	6000
7	117	20	7.3	17	9000	6300
8	136	22.7	7.7	19.5	12238	11474
9	132	20.5	7.2	17	10300	6509
10	152	26.2	8.25	19	16563	12268
11	139.8	23.1	7.4	18.5	14357	10400
12	131.4	22.8	8.7	17.5	11116	8400
13	150	25.6	9.2	21.5	14300	15105
14	141.2	25	9	19	15000	12278
15	140.1	22.3	8.3	18.1	12400	6930
16	151.1	23.5	9.3	19.2	14643	10920
17	135.9	23.3	8.8	19	13000	10560
18	147	23.5	9.3	19.1	14580	10920
19	100	16.5	7.5	18.5	7500	4145
20	150	27.1	6.7	18.7	15605	8088



GRAFİK YARDIMI İLE BOYUT VE KAPASİTELERİN BELİRLENMESİ

ÖRNEK YÜK GEMİLERİ

Gemi	LPP	B	T	V (kn)	DWT	PB (kW)
1	124.6	20.8	7.7	17	11000	8311
2	124.5	20.8	7.5	17.3	10950	14926
3	132	20.5	7.1	17.1	10200	6656
4	135.4	22.9	8.3	16.8	12700	7960
5	140.1	22.3	8.3	18.3	12600	7988
6	119	20.4	7.7	17.2	8350	6000
7	117	20	7.3	17	9000	6300
8	136	22.7	7.7	19.5	12238	11474
9	132	20.5	7.2	17	10300	6509
10	152	26.2	8.25	19	16563	12268
11	139.8	23.1	7.4	18.5	14357	10400
12	131.4	22.8	8.7	17.5	11116	8400
13	150	25.6	9.2	21.5	14300	15105
14	141.2	25	9	19	15000	12278
15	140.1	22.3	8.3	18.1	12400	6930
16	151.1	23.5	9.3	19.2	14643	10920
17	135.9	23.3	8.8	19	13000	10560
18	147	23.5	9.3	19.1	14580	10920
19	100	16.5	7.5	18.5	7500	4145
20	150	27.1	6.7	18.7	15605	8088



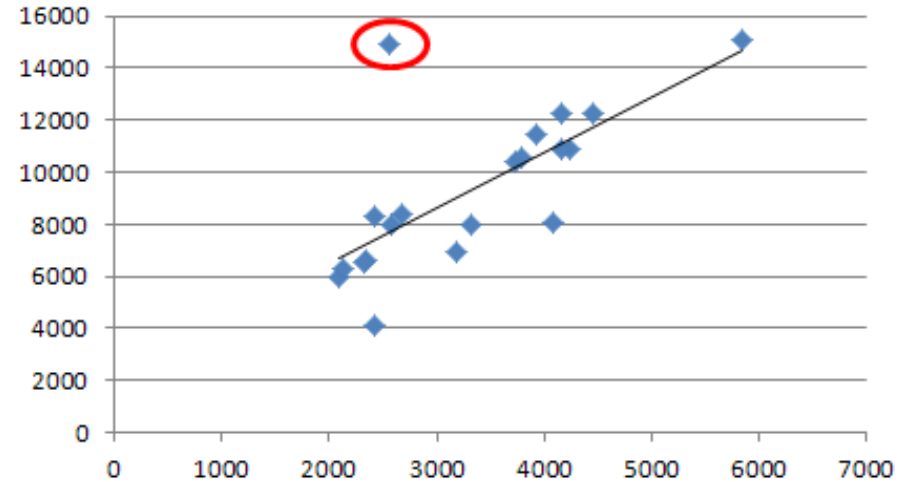
GRAFİK YARDIMI İLE BOYUT VE KAPASİTELERİN BELİRLENMESİ

ÖRNEK YÜK GEMİLERİ

Gemi	LPP	B	T	V (kn)	DWT	PB (kW)
1	124.6	20.8	7.7	17	11000	8311
2	124.5	20.8	7.5	17.3	10950	14926
3	132	20.5	7.1	17.1	10200	6656
4	135.4	22.9	8.3	16.8	12700	7960
5	140.1	22.3	8.3	18.3	12600	7988
6	119	20.4	7.7	17.2	8350	6000
7	117	20	7.3	17	9000	6300
8	136	22.7	7.7	19.5	12238	11474
9	132	20.5	7.2	17	10300	6509
10	152	26.2	8.25	19	16563	12268
11	139.8	23.1	7.4	18.5	14357	10400
12	131.4	22.8	8.7	17.5	11116	8400
13	150	25.6	9.2	21.5	14300	15105
14	141.2	25	9	19	15000	12278
15	140.1	22.3	8.3	18.1	12400	6930
16	151.1	23.5	9.3	19.2	14643	10920
17	135.9	23.3	8.8	19	13000	10560
18	147	23.5	9.3	19.1	14580	10920
19	100	16.5	7.5	18.5	7500	4145
20	150	27.1	6.7	18.7	15605	8088

PB (kW)

$$PB = 2.116 \cdot DWT^{2/3} \cdot V^3 + 2272.7$$



$$0.001 \cdot DWT^{2/3} \cdot V^3$$

ÖN DİZAYNDA AĞIRLIK HESABI

Her türlü geminin dizaynında gemiyi oluşturan ağırlıkların ön dizayn aşamasında doğru olarak hesaplanması geminin tekno-ekonomik performans kriterlerinin belirlenmesinde son derece önemlidir .

Herhangi bir deniz aracı aşağıdaki eşitliği sağlamak zorundadır .

$$\Delta = \sum W_i$$

Burada Δ geminin deplasman kuvveti ve $\sum W_i$ gemideki ağırlıkların toplamıdır .

Bir ticari gemi için toplam ağırlık dağılımı şöyle olacaktır .

$$\Delta = W_{LS} + DWT$$

Burada W_{LS} geminin light ship ağırlığı , DWT ise deadweight tonajı olup geminin yük taşıma kapasitesini gösterir . Geminin light ship ağırlığı aşağıdaki gibi gruplanabilir .

Burada W_s tekne ağırlığı , W_m makine ağırlığı ve W_o donanım ağırlığını göstermektedir . Gemide normal olarak taşınan yakıt ve su ağırlıkları deadweight tonaja dahil olacaktır . Savaş gemilerinde ağırlık dağılımı

$$\Delta = W_{LS} + W_p$$

şeklinde olacaktır . Burada W_{LS} yukarıdaki gibi geminin light ship ağırlığını gösterir . W_p ise payload tonajı olup gemideki tüm silah ve sensör sistemlerini kapsar .

3.1 Çelik tekne ağırlığı

Tekne ağırlığını oluşturan başlıca elemanlar ; omurga kaplama levhaları , boyuna ve enine postalar , derin postalar , kemere ve stifnerler , braketler , çift dip , perdeler , ambar ağızları , makine temelleri ve üst binalarıdır .

Bir geminin çelik tekne ağırlığını belirlemek için en sağlıklı yöntem inşada kullanılan tüm malzemelerin ağırlıklarını ölçerek toplam ağırlıklarının bulunmasıdır . Ancak bu yöntem inşaa işleminin sona ermesi ile bir sonuç verebilir ve daha inşaanın başlamış olduğu ön dizayn aşamasında kullanılmaz . Ön dizayn aşamasında kullanabilecek iki yöntem vardır . Bunlardan birincisinde yeni gemiye olabildiğince benzer ve ağırlık özellikleri bilenen bir gemi bulunur ve değişik benzerlik yasaları ile eski geminin özelliklerinden yararlanarak yeni geminin ağırlık grupları belirlenir . Bu yöntemi uygulayabilmek için gemiler tip boyut ve form olarak birbirlerine oldukça yakın olmalıdır aksi durumda çok yanıltıcı sonuçlar elde edilecektir . İkinci yöntem ise daha önce inşa edilmiş gemilere ait ağırlık özelliklerinin gemi boyutlarının fonksiyonu olarak ampirik formüllerle ifade edilmesidir . Birinci yöntemdeki benzerlik oranları iki ayrı şekilde oluşturulabilir .

Kübik sayı (LBD) benzerliği :

Bu yaklaşımda tekne ağırlığının kübik sayı (LBD) ile orantılı olduğu kabul edilir .

$$W_s = c_N LBD$$

Burada c_N kübik sayı katsayısı olup birim hacminin ağırlığını gösterir . Böylece çelik tekne ağırlığı bilinen benzer gemiden hareket edilerek yeni geminin çelik tekne ağırlığı aşağıdaki formülle bulunabilir .

$$W_s = c_N LBD = W_{s0} \frac{LBD}{(LBD)_0}$$

Kuadratik sayı benzerliği :

Bu yaklaşımda çelik tekne ağırlığının aşağıdaki şekilde kabul edilebileceği kabul edilmektedir .

$$W_s = c_Q L (B + D)$$

Burada c_Q kuadratik katsayıdır . Bu durumda çelik tekne ağırlığı bilinen gemiden hareket edilerek yeni geminin çelik tekne ağırlığı aşağıdaki şekilde bulunabilir .

$$W_s = c_Q L (B + D) = W_{s0} \frac{L (B + D)}{[L (B + D)]_0}$$

Benford (1967) kübik sayı benzerliği esasına göre aşağıdaki bağıntıyı önerir .

$$W_s = c_N \left(\frac{L B D}{10000} \right)^{0.9} \times c_1 \times c_2 \times c_3$$

Burada ;

$$c_1 = 0.675 + C_B / 2$$

$$c_2 = 1 + 0.36(L_s / L) \quad L_s : \text{üst yapı boyu}$$

$$c_3 = 0.006 (L/D - 8.3)^{1.8} + 0.939$$

$$c_N = 340$$

Yukarıdaki bağıntıda L , B, D , L_s feet cinsinden alınacaktır .

Watson – Gilfillan (1976) kuadratik benzerlikten hareketle gemi çelik ağırlığı için aşağıdaki genel formülü önerirler .

$$W_s = K \cdot E^{1.36}$$

Burada E parametresi şöyle hesaplanır .

$$E = L(B + T) + 0.85 L(D - T) + 0.85 \sum l_1 h_1 + 0.75 \sum l_2 h_2$$

Burada l_1 ve h_1 bordadan bordaya uzanan üst yapıların boy ve yüksekliği , l_2 ve h_2 ise güverte evlerinin boy ve yüksekliğidir . K katsayısı değişik gemi tipleri için aşağıdaki şekilde önerilir .

Gemi Tipi	K	E
Tanker	0.029 – 0.035	1500 - 40000
Kimyasal Tanker	0.036 – 0.037	1900 – 2500
Dökme Yük	0.029 – 0.032	3000 - 15000
Konteyner	0.033 – 0.040	6000 - 13000
Yük Gemisi	0.029 – 0.037	2000 - 7000
Koster	0.027 – 0.032	1000 - 2000
Romorkör	0.044	350 - 450
Balıkçı	0.041 – 0.042	250 - 1300
Ferry	0.024 – 0.037	2000 - 5000
Yolcu Gemisi	0.037 – 0.038	5000 - 15000

