

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

128701

SAVAŞ GEMİLERİNİN YARALI STABİLİTESİNİN
ANALİZİ

Gemi İnş. ve Gemi Mak. Müh. Ali Bahadır BARITCI

F.B.E. Gemi İnşaatı Mühendisliği Anabilim Dalında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TC. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

128701

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Hüseyin YILMAZ

Doç. Dr. Hüseyin YILMAZ

Prof. Dr. Mehmet GÜNER

İSTANBUL, 2002

Doç. Dr. Mahir SÖYLEMEZ

Doç. Dr. Mahir SÖYLEMEZ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ	i
KISALTMA LİSTESİ.....	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
ÇİZELGE LİSTESİ	vi
ÖNSÖZ.....	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Genel.....	1
1.2 Savaş Gemileri İçin Hayatta Kalabilirlik Performansının Analizi.....	4
1.3 Savaş Gemilerinin Yaralı Stabilesi.....	6
1.4 Standartların Önemi.....	11
2. BU KONUDA YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	13
2.1 Yaralı Gemi Stabilesinin Tarihi Gelişimi.....	13
3. YARALANMANIN GEMİ ÜZERİNDEKİ TEMEL ETKİLERİ.....	16
3.1 Yaralanmanın Boyu ve Yeri.....	16
3.2 Su Baskınının Geminin Yüzmesine Etkisi.....	17
4. ULUSLARARASI YARALI STABİLİTE KRİTERLERİ.....	20
4.1 SOLAS Kuralları.....	20
4.1.1 SOLAS 1992 değişiklikleri.....	22
4.1.2 SOLAS 1995 değişiklikleri.....	24
4.2 Stockholm Bölgesel Antlaşması.....	26
4.2.1 Güvertedeki ilave su birikimini hesaplama yöntemi.....	28
4.2.2 Performans esaslı kriter.....	30
4.2.2.1 Test yöntemi.....	31
4.2.3 Stockholm antlaşmasının zayıf tarafları.....	33

5.	BÖLMELENDİRME VE YARALI GEMİ STABİLİTESİ HESAPLAMA YÖNTEMLERİ.....	35
5.1	Gemilerin Bölmelendirilmesi.....	35
5.1.1	Enine perdeler ile bölmelendirme.....	36
5.1.2	Enine ve boyuna perdeler ile bölmelendirme.....	38
5.1.3	Yatay perdeler ile bölmelendirme.....	39
5.2	Yaralı Gemi Stabilesini Hesaplama Yöntemleri.....	39
5.3	Deterministik Stabillite Kurallarının Zayıf Noktaları.....	40
5.4	Olasılık Hesaplarına Dayalı Yöntem.....	42
5.5	Olasılık Yönteminde Kullanılan Faktörler ve İndeks A'nın Hesaplanması.....	44
5.5.1	Tanımlar.....	44
5.5.1.1	Alt bölmeleme yük hattı.....	44
5.5.1.2	En derin alt bölmeleme yük hattı.....	44
5.5.1.3	Kısmi yük hattı.....	44
5.5.1.4	Alt bölmeleme boyu L_s	45
5.5.2	Gerekli alt bölmeleme indeksi R	45
5.5.3	Hedeflenen alt bölmeleme indeksi.....	45
5.5.4	p_i faktörünün hesabı.....	47
5.5.5	s_i faktörünün hesabı.....	51
5.5.6	Permeabilite.....	53
5.6	Olasılık Hesaplarına Dayalı Yöntemin Zayıf Noktaları.....	56
6.	TOPLAM STABİLİTE DEĞERLENDİRMESİ.....	58
6.1	Kullanılan Algoritma.....	58
6.2	Değerlendirme Yöntemi.....	59
6.2.1	Kavram olarak uygulanabilirliği.....	60
6.2.2	Tesisinde karşılaşılabilecek zorluklar.....	60
6.2.3	İşletim ömrü.....	60
6.2.4	Taşıma kapasitesine etkisi.....	62
6.2.5	Güvenilirlik ve bakımı.....	62
6.2.6	Acil durum kullanımı.....	62
6.2.7	Mürettebat.....	63
6.2.8	Edinme ve tesis zamanı.....	63
6.2.9	Maliyet.....	63
7.	ÖRNEK UYGULAMA.....	64
7.1	Bölme Adlarının Açık İfadeleri.....	64
7.2	Olasılıklı Yaralı Stabillite Hesapları.....	65
7.3	Deterministik Yaralı Stabillite Hesabı.....	72
8.	SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	126
	KAYNAKLAR.....	127
	ÖZGEÇMİŞ	128

SİMGE LİSTESİ

a	Yaralanmanın merkez konumunun verilen bir noktada olma olasılığını içeren faktör
a	Gemi boyunca yaralı bölgenin farz edilen dağılım fonksiyonu
A/A_{max}	Olasılık yöntemine göre hesaplanan Ro-Ro gemilerinin güvenlik değerlerinin göreceli olarak değerlendirildiği oran
$B_{dış}$	Yaralanmada dikkate alınan ilk boyuna perdenin bordadan uzaklığı
$B_{iç}$	Yaralanmada dikkate alınan son boyuna perdenin bordadan uzaklığı
BL	Kaide hattı (Base Line)
$\overline{BM}$	Metasantr (Metacenter) yarı çapı
b	Yaralı bölmenin efektif genişliği
C	Meyilin son denge açısına bağlı bir katsayı
C_{ad}	Güvertedeki ilave suyun hacim merkezi
dA	İndekse bir yaralanma bölgesinden gelen katkı
d_l	En derin alt bölmelendirme yük hattını temsil eden draft
d_{ls}	Light ship draftı
d_p	Kısmi yük hattını temsil eden draft
Δ	Gemi deplasmanı
f	Fribord değeri
F	Bölmelendirme faktörü
F	Gemi boyunca yaralı bölgenin farz edilen dağılım fonksiyonu
F_{WL}	Yüzme su hattının alan merkezi
G	Geminin ağırlığı
$\overline{GM}$	Metasantr (Metacenter) yüksekliği
$\overline{GZ}$	Doğrultucu moment kolu
GZ_{maks}	Doğrultucu moment kolunu maksimum değeri
h	Güvertedeki ilave su yüksekliği
H	Yaralanmanın yüksekliği
H_{max}	Efektif olarak dikkate alınacak en yüksek bölmelendirme perdesinin kaide hattından yüksekliği
H_s	Karakteristik dalga yüksekliği
J_{max}	Maksimum boyutsuz yaralanma uzunluğu
$\overline{KB}$	Sephiye merkezinin kaide hattından yüksekliği
$\overline{KM}$	Metasantrın kaide hattından yüksekliği
$\overline{KG}$	Ağırlık merkezi yüksekliği
L	Gemi boyu
L_{BP}	Dikeyler arası boy
LCG	Gemi ağırlık merkezinin boyuna merkezi
L_f	Yaralanma boyu
L_s	Bölmelendirmede esas alınan gemi boyu
p	Yaralanmanın boylamasına uzantısının olasılık faktörü
p_i	Yaralanmanın boylamasına uzantısının olasılık faktörü
P	İlave suyun ağırlığı
P	Yaralanmanın boylamasına uzantısı
P_H	Savaş gemisinin zayıflık faktörü
P_K	Çatışmanın ortadan kaldırılabilirlik oranı
$P_{K/H}$	Savaş gemisinin hassasiyet faktörü
PSA	Pozitif stabilite aralığı

r	Yaralanmanın bordadan içeriye nüfuzu
r	Azaltım faktörü
$r_{dış}$	Yaralanmanın bordadan, ilk boyuna perdeye kadar gelme olasılığı
$r_{iç}$	Yaralanmanın bordadan, son boyuna perdeye kadar gelme olasılığı
R	Yaralanmanın bordadan içeriye nüfuzu
R	Gerekli alt bölmeleme indeksi
R_0	Boy 100 metrenin üzerindeki gemiler için gerekli alt bölmeleme indeksi
s	Kurtulabilme faktörü
s_i	Kurtulabilme faktörü
s_i	En derin alt bölmeleme yük hattındaki s faktörü
s_p	Kısmi yük hattındaki s faktörü
T_p	Dalganın tepe periyodu
V	Yaralanmanın üst limiti
v	Dikey yaralanmalar için olasılık faktörü
v_{alt}	Yaralanmanın kaide hattından ilk yatay perdeye kadar gelme olasılığı
$v_{üst}$	Yaralanmanın kaide hattından son yatay perdeye kadar gelme olasılığı
WL_0	İlk yüzme su hattı
WL	İlave su yüksekliğinden sonraki yüzme su hattı
X_1	Yaralanmada dikkate alınan bölgenin kıç terminale olan en yakın boylamasına mesafesi
X_2	Yaralanmada dikkate alınan bölgenin kıç terminale olan en uzak boylamasına mesafesi
wf	Draft değerine göre değişen ağırlık faktörü
Y_b	Yaralanmanın boyu
Y_d	Yaralanmanın bordadan dik olarak merkez hattına doğru nüfuzu
Θ_{ROLL}	Meyil açısı
Θ_e	Meyilin son denge açısı

KISALTMA LİSTESİ

IMCO	Inter-governmental Maritime Consultative Organization
IMO	International Maritime Organization
MARPOL	Marine Pollution
MSC	Maritime Safety Committee
MCA	Marine Coastguard Agency
Ro-Ro	Roll-on / Roll-off
SOLAS	Safety Of Life At Sea



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1	Log-normal yaralanma fonksiyonunu dağılımı.....	5
Şekil 1.2	Savaş gemileri için hayatta kalabilirlik performansının analizi.....	7
Şekil 1.3	En kötü yaralanma durumları.....	8
Şekil 1.4	15° lik statik meyilin etkisi θ derecelik bir meyil açısı ve 4 ft (1,22 m) dalga yüksekliği.....	9
Şekil 1.5	Savaş gemisi stabilitesi. Verilen bir deplasman için GZ eğrisi altındaki gerekli A_1 alanı, meyil açısı ve rüzgar hızı değerleri.....	10
Şekil 1.6	Savaş gemisi yaralı stabilitesi.....	11
Şekil 3.1	$\overline{GZ}$ Eğrisinin freeboard değerine göre değişimi.....	18
Şekil 4.1	$\overline{GZ}$ Eğrisi parametreleri.....	22
Şekil 4.2	Yaralanma kriterleri.....	24
Şekil 4.3	SOLAS stabilite kurallarının yıllara göre değişimi.....	25
Şekil 4.4	H_s dağılımı haritası.....	27
Şekil 4.5	Stockholm Antlaşması.....	29
Şekil 4.6	Stockholm Antlaşmasına göre ilave su yüksekliğinin konulması.....	29
Şekil 4.7	Model havuzunun genel görünüşü.....	34
Şekil 5.1	Olası yaralanma durumlarının diyagram yoluyla gösterilmesi.....	37
Şekil 5.2	Çeşitli kompartıman ya da kompartıman sınırlarının gösterimi.....	38
Şekil 6.1	Kontrol ve karar prosedürü.....	61

ÇİZELGE LİSTESİ

		<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1	Önerilen kriter	6
Çizelge 4.1	Mevcut ferilerin standartlarının MSC.12(56) standartlarına yükseltilmesi için verilen takvim	23
Çizelge 4.2	İki kompartıman standartları uygulanan gemilerin A/A_{max} değerlerine göre SOLAS'90 standartlarına yükseltilmesi için verilen takvim	25
Çizelge 4.3	Tek kompartıman standartları uygulanan gemilerin A/A_{max} değerlerine göre SOLAS'90 standartlarına yükseltilmesi için verilen takvim	26
Çizelge 4.4	Tek kompartıman standartları uygulanan ferilerin yolcu sayısına göre SOLAS'90 standartlarına yükseltilmesi için verilen takvim	26
Çizelge 4.5	A/A_{max} değerlerine göre mevcut RoRo ferilerin Stockholm Antlaşmasına uyma takvimi	29
Çizelge 5.1	Yaralanma parametreleri ve ilgili faktör tanımı	43
Çizelge 5.2	Permeabilite değerleri	54
Çizelge 5.3	dA 'nın hesaplanmasında kullanılan faktörler	55

ÖNSÖZ

Bu tezin Deniz Kuvvetleri Komutanlığı bağıslı yüzer unsurlarda ve özellikle Hücumbotlarda her türlü muhtemel yaralanma durumlarındaki stabilite hesapları için müracaat edilebilecek yardımcı bir kaynak eser olacağına inanmaktayım.

Bu çalışmanın her aşamasında sağladığı yardımlardan dolayı Doç. Dr. Hüseyin YILMAZ'a özellikle teşekkür ederim.

Ayrıca deterministik yaralı stabilite hesaplamaları için GHS bilgisayar programının kullanımındaki desteğinden dolayı Müh. Tğm. Bahadır BASKAN'a teşekkür ederim.

Her zaman için bana destek olan ve güvenen aileme ve sevgili eşime bu desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Ali Bahadır BARITCI



ÖZET

Bu çalışma, savaş gemilerinin ve özellikle Türk Deniz Kuvvetleri donanmasında mevcut Doğan Sınıfı Hücumbotların stabilitelerinin değerlendirilmesi konusunu kapsamaktadır. Türkiye Cumhuriyeti Devletinin bulunduğu coğrafyada sahip olduğu jeo-politik konumu itibarıyla deniz sınırlarının korunup kollanmasında askeri taktik ve stratejiler açısından en fazla öneme haiz olan gemi sınıfının hücumbot olması nedeniyle, özellikle hücumbot sınıfı savaş gemilerinin yaralı stabilite problemlerinin belirlenmesi konusundaki çalışmalar incelenmiştir.

Bu çalışma dahilinde, yaralı stabilite hesaplarının tarihsel gelişimi kısaca özetlenmiş, yaralanmanın gemi üzerindeki temel etkileri ifade edilmiş, mevcut uluslararası yaralı stabilite kriterleri ile bölmelendirme ve yaralı stabilite hesaplama yöntemleri birbirleri ile mukayeseli olarak ele alınmış; toplam stabilite değerlendirmesi bir algoritma yardımıyla izah edilmiş ve Türk Deniz Kuvvetleri bağlı Doğan Sınıfı Hücumbotlar için deterministik ve olasılıklı yaralı stabilite hesapları örnek bir uygulama olarak verilmiştir.

Bu çalışmada uygulanan yöntem, güvenlik seviyesinin değerlendirilmesi açısından hücumbotlarda deterministik yaralı stabilite hesapları ile ulaşılan sonuçları kontrol etmek amacıyla kullanılmış olup, “Olasılıklı Yaralı Stabilite Hesabı” olarak adlandırılmaktadır.

Anahtar Kelimeler : SOLAS, yaralı stabilite, kısmi yük hattı, alt bölmeleme boyu, gerekli alt bölmeleme indeksi, hedeflenen alt bölmeleme indeksi, permeabilite, olasılıklı yaralı stabilite hesabı.

ABSTRACT

This study introduces an essential approach to evaluate the damaged stability of Navy Ships, and especially Doğan Class Fast Patrol Boats being in Turkish Navy. Since fast patrol boat is the most important naval ship class prior to military tactics and strategies for defense the sea coasts due to the geo-political position that Turkish Republic has, especially the studies in determining the damaged stability problems for fast patrol boats have been investigated.

The thesis outlines briefly the historical progress of damaged stability calculations, express the basic effects of damaging on ships, the problems related to naval ships safety, as well as recent developments and current safety regulations in force. The methods used to determine stability and safety are given shortly via an algorithm.

The method adopted, so-called "Probabilistic Damage Stability Analysis", has been applied to fast patrol boats in order to control the results which have been taken from the deterministic damage stability calculation, prior to evaluate the safety level.

Key Words : SOLAS, damaged stability, partial load line, subdivision length, required subdivision index, attained subdivision index, permeability, probabilistic damage stability calculation.

1. GİRİŞ

1.1 Genel

Bütün gemiler ve genel olarak yüzen yapılar, yaralanma, karaya oturma, veya iç yapısal bünyesindeki bir bozulma ile teknenin su geçirmez bütünlüğünün kaybolması halinde, batma riski ile karşı karşıya kalırlar. Bu tür kazaların olma olasılığına karşın, dizayn aşamasında alınabilecek tedbirlerdeki yetersizlikler, gemilerin batma olasılıklarının her zaman için yüksek olmasının temel nedenlerindendir. Bunun yanında, gemi operasyonundaki insan hataları ve aşırı deniz koşullarının etkileri her zaman için önemli yer tutmuş ve bu etkiler sıfıra indirgenemeyeceğinden ileride de önemli yer teşkil edeceklerdir.

En etkili korunma yöntemi hiç kuşkusuz ki enine ve/veya boyuna ve yatay (ticari gemilerde çift-dip, savaş gemilerinde su geçirmez güverteler) olarak yerleştirilen devamlı su geçirmez bölmelendirme perdeleri yardımıyla olmaktadır. O halde araştırılması gereken geminin nasıl bölmelendirilmesi gerektiğidir. Cevaplanması gerekli sorular: “Kaç adet su geçirmez bölme kullanılmalı?” ve “Bölmelendirme perdeleri nereye konulmalı?” dır.

Gemi teknesinin su ile dolmasından dolayı geminin tamamen kaybına iki temel olay neden olabilir; bunlardan birincisi, yaralanma sonucunda oluşan büyük trim açısı ile geminin kırılarak batması, ikincisi ise büyük miktardaki yan yatırıcı moment ve enine stabilitenin tamamen kaybolarak geminin devrilmesidir.

Şunu da ifade etmek gerekir ki, gemi kayıplarının arkasında çok sayıda değişik etkenler vardır. Pek çok bilinmeyen kötü etkenin bir araya gelmesinden sonra bir de geminin yaralı stabilitesinin yetersiz kalması, geminin kaybı için yeterli koşulları oluşturmaktadır. Bütün bunlara ilave olarak, yaralanma sonunda kaptanın, elinde hazır bulunması gerekli yaralı stabilite hesaplarının ışığında, alacağı önlemlerde başarılı olamaması ya da gecikmesi bu olayı hızlandıran bir etken olacaktır.

Modern savaş gemileri çok gelişmiş ekipmanlara sahip olmasına rağmen bu cihazların çoğu bir düşman silahı tarafından vurulmaya karşı çok savunmasızdır. Öte yandan savunma

bütçelerinin daralması ve ekipman fiyatlarındaki artışlar, donanma filosunun boyutlarında küçülmeye yol açmıştır. Deplasman oranı için yüksek ödeme gereksinimi nedeniyle tasarımcılar ve inşacılar yapısal ağırlığı mümkün mertebe düşük tutmak için tekne sacı kalınlığını azaltmaya doğru gitmiştir. İyileştirilmiş zırhtan arttırılmış sensör kabiliyetine olan bu değişim, bütün savaş gemilerinin dizaynını geçmiştekenden çok daha hassas bir noktaya taşımıştır.

Savaş gemileri için hayatta kalabilirlik, ölümcül çevre ile savaşta görevlerini ifa etmeye devamlılık kapasitesidir. Bu, düşmanın inceleme, sınıflama, hedefleme, hücum ve vurmasından korunmak için onların kabiliyetinin bir fonksiyonudur. Bu yetersizlik yukarıdaki herhangi bir tehlikenin yolunu kesmek için hassasiyetlerinin bir ölçümü olup matematiksel olarak olasılıkla (P_H) ifade edilir. Öte yandan yaralanma durumunda geminin zorluklarını azaltma derecesi o geminin hassasiyetini karakterize eder ve göreceli olarak $P_{K/H}$ ile ifade edilir. Hassasiyet ve zayıflığın ürünü, çatışmanın ortadan kaldırılabilirliğini P_K ile tanımlar. Savaş gemilerinin hayatta kalabilirliğini maksimize etmek için hassasiyet ve zayıflıklarını minimize etmek zorunda olduğumuz gayet açıktır. Bu ifade matematiksel olarak aşağıdaki global formül (Ball, 1994) yoluyla ifade edilebilir:

$$P_K = P_H \times P_{K/H} \quad (1.1)$$

Yani, hayatta kalma olasılığı “s” aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$s = 1 - P_K \quad (1.2)$$

Bir savaş gemisinin hassasiyeti onun kendine has karakteristiklerine bağlıdır. İz indirgeme ölçümleri Goddard (1996) tarafından tanımlandığı gibi incelenme ve sınıflandırılma olasılığını azaltacaktır. Bu ise radar kesit alanının kızıl ötesi, gürültü, magnetik ve elektro-optik izlerin bastırılmasını içerir.

Zayıflık indirgeme ölçümleri neticelerin maksimize edilmesi için erken dizayn safhasında adreslenmiş olmalıdır. Bunlar yerleşim, koruma ve hasar taşınması kadar ekipman zorluğunu da içerir. Eğer biz analizlerimizi yalnızca konvansiyonel su üstü silahlarıyla sınırlandırırsak savaş gemisinin hayatta kalmasını tehdit eden iki temel hasar etkisi mevcuttur: Su basması ve

yangın. Her ikisi de eşit derecede önemli olmasına rağmen biz hayatta kalabilirliğimizi yalnızca su basması üzerine sınırlandıracağız.

Geminin dizayn aşamasında, geminin seyirleri boyunca karşılaşacağı durumlar, yaralanma senaryoları da dahil, iyi bir şekilde hesaplanabilmelidir ki dizayn başarılı olsun. Bu nedenle yapılacak her bir yapısal değişikliğin, geminin yaralı stabilitesini nasıl etkileyeceğinin tespiti de başarılı bir dizayn için bir anahtar konudur. İdeal olarak bölmelendirilmiş bir gemi gerçekte ekonomik değerlere ve işletim hedeflerine uymamasından dolayı kabul edilemez bir dizayn olabilir. Sonuçta ne kadar çok bölmelendirme yapılırsa o derecede iyi bir dizayn felsefesinin sağlandığının direkt olarak kabulü yanlış bir yaklaşımdır.

Gemi bölmelendirmesini etkileyen iki önemli unsur vardır: Bölmelendirmeye gelen **maliyet** ve bölmelendirmeye ulaşılan stabilitenin sağladığı **güvenlik**. Bu iki temel etken, yani *maliyet* ve iyi bir stabilite ile sağlanan yüksek *güvenlik*, bir optimumdan ziyade uygun ve kabul edilebilir bir seviyede bir araya getirilmelidir. Zaten güvenlik olgusunun mutlak bir tanımı (seviyesi) olmadığından optimum bir seviyeden de bahsedilemez. Güvenli dizayn demek de yanlış olabilir. Amaç daha güvenli gemilerin dizaynıdır.

Gemi sahibi ve işletmecisinin her bir fazla maliyetten duyduğu ticari kaygılar karşısında kamuoyu ve çevre korumacılar, denizlerde meydana gelen can ve mal kayıpları ve deniz kirlenmesi karşısında seslerini yükseltmektedir. Günün teknolojik desteği ve güvenlik faktörünün uluslararası alandaki tarihi gelişiminin getirdiği standartlar bütünlüğü altında, denizlerdeki can ve mal güvenliği kontrol altına alınarak, “güvenlik” ve “maliyet” istenilen seviyede bir araya getirilebilir. Böylece göreceli olarak bir güvenlik kavramı ile diğer dizayn kavramları beraberce değerlendirilebilir.

Bu çalışma, Türkiye Cumhuriyeti Devleti’nin bulunduğu coğrafyada sahip olduğu jeo-politik konumu itibarıyla deniz sınırlarının korunup kollanmasında askeri taktik ve stratejiler açısından en fazla öneme haiz olan gemi sınıfının hücumbotlar olması nedeniyle, özellikle hücumbot sınıfı savaş gemilerinin yaralı stabilite problemlerinin belirlenmesi konusundaki çalışmaları incelemiştir.

İlerideki bölümlerde yaralı stabilite hesaplarının tarihsel gelişimi, yaralanmanın gemi üzerindeki temel etkileri, mevcut uluslararası yaralı stabilite kriterleri ile bölmelendirme ve yaralı gemi stabilitesi hesaplama yöntemleri birbirleri ile mukayeseli olarak ele alınmış; toplam stabilite değerlendirmesi bir algoritma yardımıyla izah edilmiş ve Türk Deniz Kuvvetleri başlısı Doğan Sınıfı Hücumbotlar için deterministik ve olasılıklı yaralı stabilite hesapları örnek bir uygulama olarak verilmiştir.

1.2 Savaş Gemileri İçin Hayatta Kalabilirlik Performansının Analizi

Bu analiz, iyileştirilmiş hayatta kalabilirlik kabiliyetine sahip savaş gemilerini geliştirmek için savaş gemisi dizaynına ilave kısıtlamalar getirir. Böylesi yaklaşımlarda hayatta kalabilirlik performans analizi (SPA) vazgeçilmez bir dizayn aracı olmalıdır ve aşağıdaki gibi kısaca adreslenmiş olacaktır. (Boulougouris, 1999)

SPA analizi, düşmanın geminin operasyon alanına varışından, geminin düşman silahları ile hedef olarak vurulma ihtimaline, yaralanmanın muhtemel büyüklüğüne ve özel işletim ve çevre koşulları altında muhtemel yaralanma büyüklüğü olarak verilen hayatta kalabilme ihtimaline kadar olay sırasına modellemek üzerine kuruludur (Raints 1994).

Bu nedenle şunları hesaplamak zorundayız:

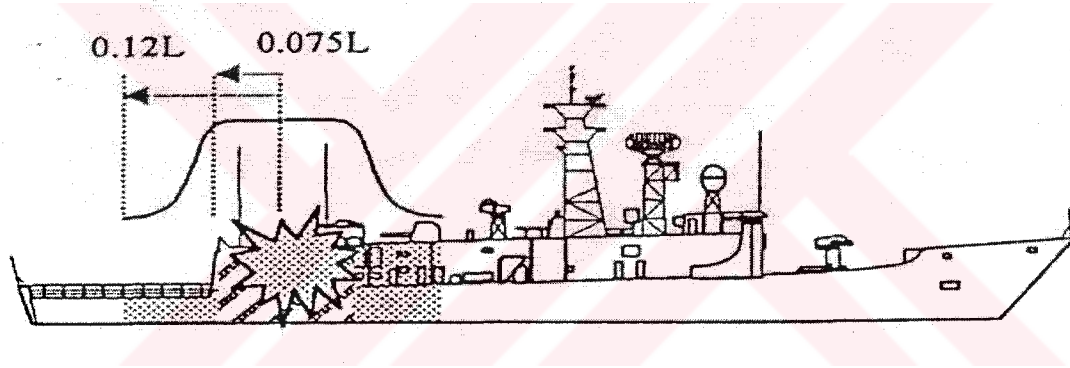
- i. Geminin özel bir noktasının vurulmasının ihtimali
- ii. Bu noktada belli bir silah yoluyla vurulmanın oluşturduğu hasar büyüklüğünün ihtimali
- iii. Geminin işletim koşulları kadar vurulma noktası ve büyüklüğünü veren geminin hayatta kalma ihtimali.

Bir vuruşun etkisi gemi boyunca herhangi bir noktada olabilir. Güdümlü mermi sisteminin hedef noktası onun tipine, sensör tipine ve güdüm sistemi karakteristiklerine bağlıdır. Bunun gibi, etkinin boyuna yeri özel tehdit sensörüne geminin izini belirleyen şekline bağlı olacaktır. Kolaylık ve genellik için farz edebiliriz ki, etki bölgesi gemi merkezinde kendi merkeziyle normal bir ihtimal dağılımı yoluyla tanımlanabilir ve lineer hata ihtimali (LEP) $0.5L_{WL}$ 'e

eşittir. Hasarın boyutu log-normal hasar fonksiyonundan temin edilebilir (Przemieniecki, 1994 ve 5). Farz edilen log-normal hata fonksiyonu değişimi Şekil 1.1’de gösterilmiştir.

Özel bir noktanın vurulması ve verilen etki noktasının hata büyüklüğü olarak tanımlanan bu ilk iki ihtimal ile geminin verilen hasar bölgesi ve büyüklüğünde hayatta kalacağı ihtimalini tanımlamayı ihmal etmiş olduk. Bu değerlendirme için bir rasyonel metodoloji Amerikan Filosu’nun (Surko, 1994) hayatta kalma kriteri üzerine kurulabilir.

Bu deterministik kriteri rasyonel olasılıklı bir yaklaşım kriteri setine dönüştürmek için bu felsefe A.265 (ticari gemiler için IMO-SOLAS düzenleme konsepti) üzerine kurulmuş olacaktır. Mevcut deterministik Amerikan Filosu kriteri için temel olarak belirli bir dalga yüksekliğinin 8 feet olduğu göz önünde bulundurulur.



Şekil 1.1 Log-normal Yaralanma Fonksiyonunun Dağılımı

Operasyonun belirli bir bölgesi için gereksinimler hedeflenir, bir deniz spektrumu karakterize edilerek bu bölgedeki dalgaların Amerikan Filosunun temel dalga yüksekliğini aşmayacağı kriteri hesaplanabilir. Bu dalga yüksekliği dalga hareketine göre yuvarlanma boyu olarak adlandırılır (θ_{roll} ’un tanımı için referans olarak kullanılan dalga yüksekliğindeki gibi). İlk adım olarak savaş gemilerinin hayatta kalabilirliği için olasılık yaklaşımını göz önünde bulunduran yeni hayatta kalma kriterinin muhtelif formülasyonu için aşağıdaki (Çizelge 1.1) rehber olarak önerilebilir. (θ_{roll} , A_1 ve A_2 için Şekil 1.6’ya bakınız.)

s=1	$\theta_{roll} = 25^\circ$ Rüzgar Hızı = DDS-079-1'e göre $A_1 \geq 1.4A_2$ Min freeboard $\geq 3in + 0.5x(H_s(0.95)-8ft)$
s=P ($h_s = 8ft$)	Gemi Amerikan Bahriyesi'nin yürürlükteki deterministik yaralı stabilite kriterini karşılar.
s=0	$\theta_{roll} = 10^\circ$ Rüzgar Hızı ≤ 11 knot $A_1 \leq 1.05 A_2$ Margin hattı suya gömülür.

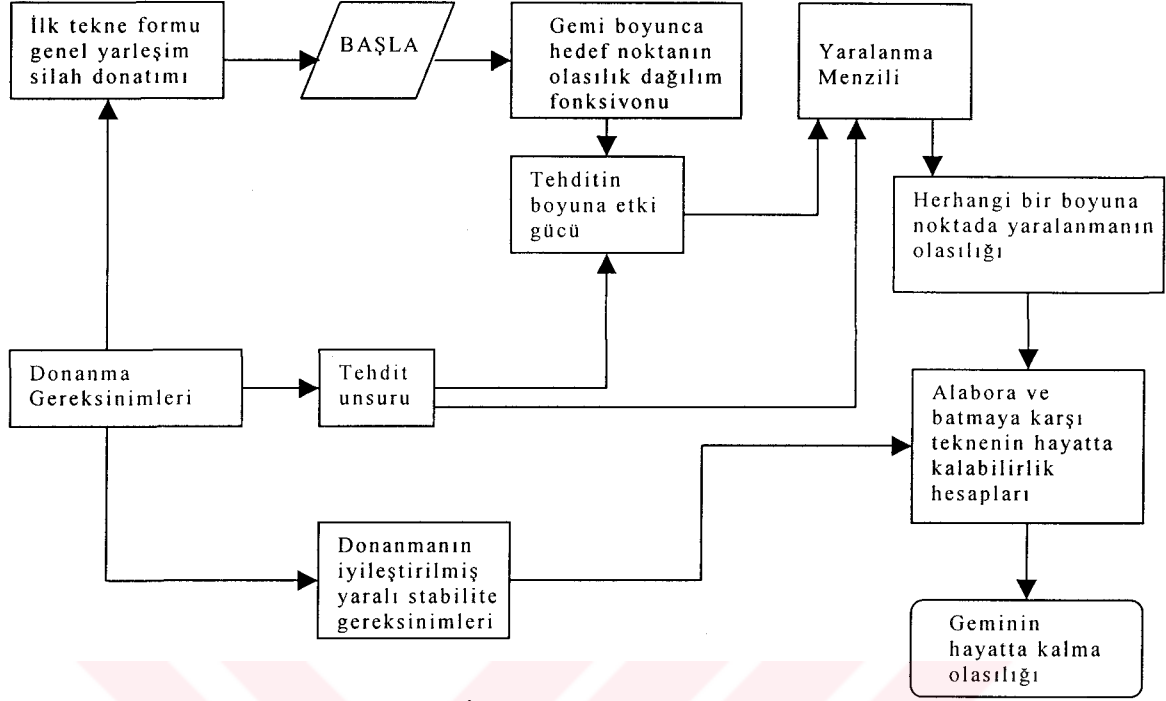
Çizelge 1.1 Önerilen Kriter

Gayet açıktır ki, savaş gemileri için kabul edilebilir s değerlerinin çok katı bir yolla tanımlanması için ve yukarıdaki öneriyi onaylamak için bazı ilave sistematik çalışmalar gereklidir. Her durumda, işletim sahasında dalga aşımının ihtimalini dahil etmek, ilgili hususlar dahilinde kesinlikle gerekli görülmektedir. Örneğin $P(H_s < 8ft) = 0.60$ Kuzey Atlantik için geçerli iken Akdeniz için bu değer $P(H_s < 8ft) = 0.90$ 'dır. Bu nedenle boyu 200 m ve yan koruma sistemsiz, Amerikan Filosu kriterini karşılayan bir savaş gemisi, önerilen kritere uygun olmalıdır. Herhangi iki kompartımanın yaralanması durumunda hayatta kalma ihtimali Kuzey Atlantik için %60, Akdeniz için %90'dır.

Zayıflığın yaralı stabilite bileşen değeri için yukarıdaki prosedür savaş gemileri için ileri bir hayatta kalabilirlik performans analizi metodunun önemli bir elemanını oluşturabilir (Şekil 1.2).

1.3 Savaş Gemilerinin Yaralı Stabilitesi

Genellikle çarpışma ve karaya oturma gibi doğal sebeplerle yaralanan ticari gemiler hayatta kalabilmelidirler. Söz konusu yaralanmalar sırasında ticari geminin yüzer vaziyette kalması gerekir ve genellikle kısa bir zaman zarfında yardım ulaştırılması beklenir. Bu gemilerin işlevlerini devam ettirmeleri gereği yoktur.



Şekil 1.2 Savaş Gemileri İçin Hayatta Kalabilirlik Performansının Analizi

Bir savaş gemisi için de benzer nedenlerle yaralanmalar olsa da, yaralanmalar çoğunlukla düşmanın müdahalesi neticesinde ortaya çıkar. Buna ilave olarak, düşman etkilerinin devamı benzer yaralanma derecesini arttırmaya ve geminin batmasına yardımcı olmaya yöneliktir. Ayrıca bu durumda geminin işlevlerini de devam ettirmesi neredeyse kaçınılmazdır.

İlk yaralanmadan sonra ticari gemilerde olduğu gibi geminin yüzer vaziyette kalması gerekirken, bunun hemen sonrasında daha ileri yaralanmalardan kaçınmanın en iyi yolu olarak, düşman etkisini karşılamak için geminin kendi gücünü kullanarak ilerlemesi, manevra yapması ve ateşli silahlarını kullanması gereği hasıl olacaktır.

Bir işletim bakış açısı itibarı ile geminin büyük meyil açılarından çabuk kurtulması büyük bir öneme sahiptir.

Sarchin ve Goldberg (ve NES 109) savaş gemilerini boyları itibarıyla 3 gruba ayırmışlardır:

- i. Boyu 30 metreye kadar olanlar herhangi bir tekil kompartımanın yaralanmasını karşılayabilmelidir.

- ii. Boyu 30 ve 92 metre arasında olanlar herhangi ardışık iki kompartımanın yaralanmasını karşılayabilmelidir.
- iii. Boyu 92 metrenin üzerinde olanlar 0.15L veya 21 metreden hangisi büyükse o uzunluktaki yaralanmayı karşılayabilmelidir.

Bu son gereksinim genellikle fırkateyn ebadındaki gemiler için üç ardışık kompartımanın yaralanması durumuna eşittir. Fakat uçak gemileri gibi büyük gemilerde dört veya hatta beş kompartımana kadar bir yaralanma senaryosunu ifade edebilir.

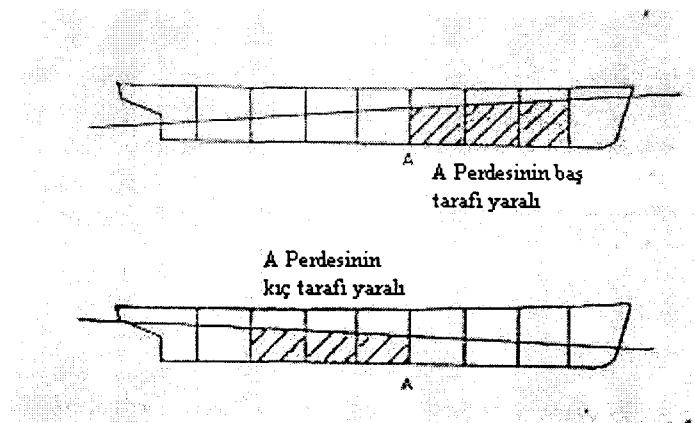
Genellikle en zor durum yaralanmanın vasattan başa veya kıça doğru ardışık bir dizi kompartımanı etkilemesi sonucu ortaya çıkar (Şekil 1.3).

Yaralanmanın, ticari gemiler için deterministik kurallardakinden farklı olarak, indirgenmiş bir geçişimin netice verdiği daha zor bir durum olmaksızın yanal olarak sınırsızca uzandığı farz edilir. Benzer şekilde, intakt sephiyenin (bir çift dipte olduğu söylenir) daha zor bir durumu netice vermeksizin dikey yönde sınırsızca uzandığı farz edilir.

Permeabilite değerleri genellikle ticari gemilerde kullanıldığı gibidir.

Sarchin ve Goldberg bir geminin yaralanma ve bazı rüzgar ve dalga şiddetlerinde, netice olarak hayatta kalması umulabilen durumlarını belirleyen 3 durum kriteri vermektedir.

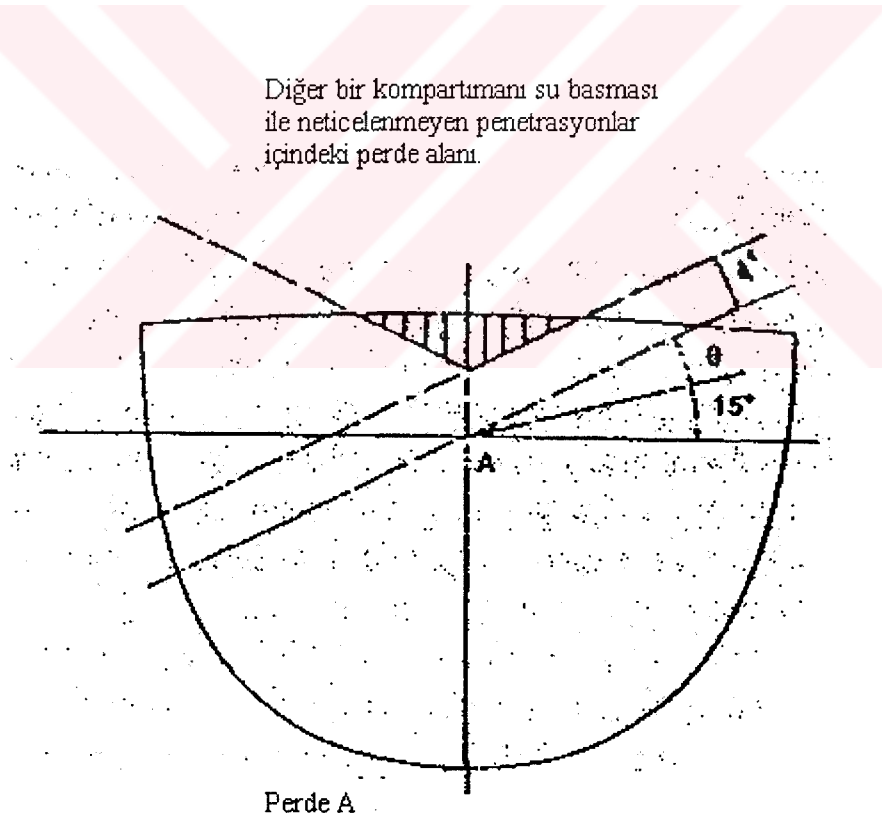
- Geminin asimetrik su basmasına göre 15°'lik bir statik meyile sahip olduğu farz edilir.



Şekil 1.3 En Kötü Yaralanma Durumları.

- Geminin bir θ açısına kadar meyil yaptığı farz edilir. θ 'nın değerleri deplasmana karşı plotlanır (Bunlar 4 feet dalgada geminin farklı ebatlarının meyil genliklerini temsil eder ve Şekil 1.4'teki gibi yeniden oluşturulur.).
- Bu yüksekliğin dalgalarına benzeyen 4 ft'in herhangi bir kritik su basması noktasında su seviyesinde bir yükselme oluşur.

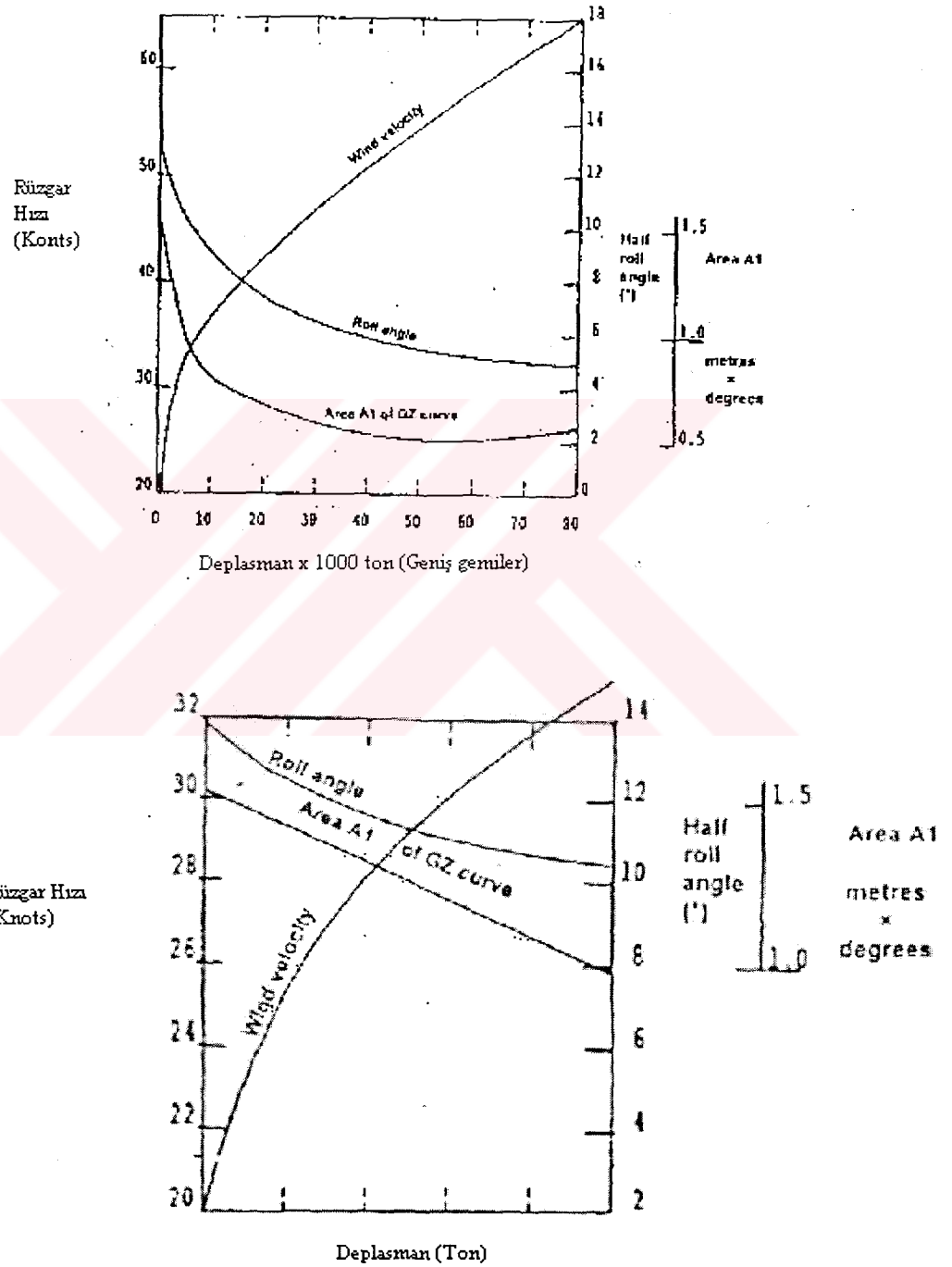
Bu 3 durumun birleşimi Şekil 1.4'de görülen formun su basmasına yükseklik katar. Bu diyagramın gösterdiği ilginç nokta, bir savaş gemisinde başa ve kıça götürülmesi gereken birçok sistemin hareketini kolaylaştırmak için perde içine geçişlere müsaade edilebilen serbest su basmasının merkeze yakın bir alanda olması ihtimalidir. Ticari gemi kuralları ile müsaade edilmediği halde savaş gemilerinde su geçmez perde penetrasyona müsaade edilmesi bir parça şaşırtıcı bulunabilir. Fakat bu bilinen pratik bir fikir olarak görünür.



Şekil 1.4 15° Statik Meyilin Etkisi θ Derecelik Bir Meyil Açısı
ve 4ft (1.22m) Dalga Yüksekliği.

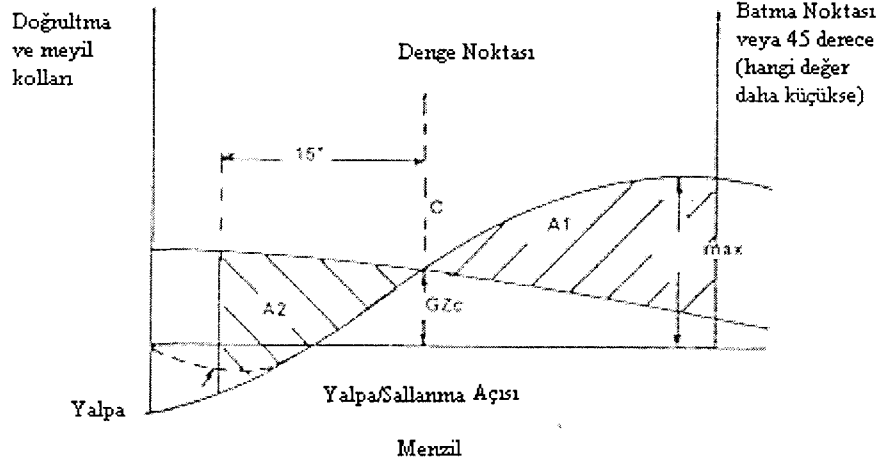
Yukarıdaki şekilde A noktası, Şekil 1.3'te gösterilen 2 trimli su hattından en derinini temsil eder.

Yaralı bir geminin karşılayabilmesi gerektiği düşünülen rüzgar hızı tam stabil gemiler için gerekenden biraz daha düşüktür ve bu durum Şekil 1.5'de görülmektedir.



Şekil 1.5 Savaş Gemisi Stabilesi . (Verilen bir deplasman için GZ eğrisi altındaki gerekli A_1 alanı, meyil açısı ve rüzgar hızı değerleri)

NES 109'da tespit edilen yaralı stabilite kriteri aşağıda Şekil 1.6'da tamamıyla gösterildiği gibidir.



Şekil 1.6 Savaş Gemisi Yaralı Stabilitesi

- i. Meyil açısı $< 20^0$
- ii. C noktasında $GZ_c < \%60.GZ_{max}$ (Su basması açısı veya 45^0 'den küçük olan)
- iii. A_1 alanı $>$ Şekil 1.4'de verilen değer.
- iv. A_1 alanı $> 1.4 \times A_2$ alanı
- v. Boyuna trim su basmasına sebep olmamalı
- vi. $GM_L > 0$

1.4 Standartların Önemi

Standartlar temelde, yaptırımların uygulanmasında her sektör üyesine eşit davranılmasını sağlanarak o sektördeki kalitenin artırılmasını amaçlamaktadır. Her ülke kendi karasularında taşınan mal ve can güvenliğinin belirli bir seviyede tutularak yapılmasını sağlamak amacıyla standartlar yürürlüğe koymaktadır. Uluslararası alanda görüş birliğinin sağlanması halinde bu kurallar uluslararası platformda uygulamaya girmektedirler.

Güvenlik standartlarının artırılması karşılığında geminin ilk maliyet ve işletim değerlerinde de artış görülmekte; bu da güvenlik kavramının belirli bir seviyede tutulmasını gerektirmektedir. Böylece denizcilik sektörünün ulusal ya da uluslararası alanda varmış olduğu denge noktasında standartlar geliştirilmiş olmaktadır.

Teknolojik gelişmelerin ışığı altında pek çok standardın da geliştirilmesi ya da değiştirilmesi gerekmektedir. Örneğin temel stabilite değerlerinden olan GM metasantr yüksekliğinin stabilitenin artırılması amacı ile yüksek tutulması düşünülürken yolcu gemilerinde yalpa hareketinde büyük ivmelere neden olmasından dolayı yolcu konforunun bozulmasına sebep olmaması için bu değerin sınırlandırılması gerekmektedir ve geliştirilen aktif yalpa kontrol mekanizmaları ile bu problem bir ölçüde ortadan kaldırılmıştır.

Savaş gemilerinde ise bölmelendirme ve yaralı gemi stabilitesi ayrı bir önem arz etmektedir. Savaş gemisinin düşman ile çatışma esnasında yaralanmadan sonra dahi yüzebilirliğini koruyarak görevine devamı istenmektedir. Bu nedenle bu türlü hizmet teknelerinin bölmelendirilme standartları ticari gemilere göre oldukça farklıdır.

Her geminin hizmet verdiği alan farklı olduğundan geminin dizayn özellikleri ve işletimi de farklı olmaktadır. Her gemi türünün kendine özgü bu farklılığından dolayı doğal olarak gemiden gemiye standartlarda da farklılık görülmektedir.

Özellikle RoRo yolcu/araba ferilerinde son zamanlarda yaşanan hayat kayıpları ile sonuçlanan kazalardan sonra bu türlü gemilerin standartları ile yeni standartların getirilmesi denizcilik dünyasında üzerinde en çok konuşulan konulardan birisi olmuştur. Bu tür gemilerin kolayca kaybedilmesinin ardındaki sebeplerin belirlenmesi ve bu doğrultuda gerekli önlemlerin alınması üzerine pek çok çalışma yapılmış ve yapılmaktadır. Yapılan çalışmaların getirdiği sonuçların hayata geçirilmesi ve gerekli güvenlik seviyesinin yükseltilmesi için her gemi sahibinin ve tasarımcının uygulaması için kimi zaman zorunluluk kimi zaman da tavsiye niteliğinde kurallar getirilmektedir.

Yapılan araştırmalar sonunda geliştirilmesi gerekli bulunan noktaların ve çözüm yöntemlerinin kullanıcılara ulaştırılması belki de en önemli ve zorunlu işlerden birisi olmaktadır. Çok iyi teoriler ve yöntemler geliştirilebilir ancak bunlar hayata geçirilemedikten sonra problemler her zaman tekrarlanacaktır. Bu nedenlerden dolayı gemilerin stabilitesinin kuvvetlendirilmesi için gerekli çözümlerin uygulanması amacıyla özel standartlara ihtiyaç duyulmaktadır.

2. BU KONUDA YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1 Yaralı Gemi Stabilesinin Tarihi Gelişimi

Gemilerin bölmelendirilmesi, 13. yüzyılda Çinlilerle başladığı bilinmekle beraber bazı kaynaklar gemi bölmelenmesinin 3. yüzyıla kadar geriye uzanabileceğini söylemektedir. Bu konuda batıda ilk bilimsel anlamdaki uygulama 1854 yılındaki British Marine Act ile başlamıştır.

1912 yılında Titanic'in batması ve 1430 kişinin hayatını kaybetmesi, uluslararası denizcilik standartlarının gerekliliğinin ortaya çıkmasında büyük rol oynamıştır. Bu olayın ardından 1913 yılında ilk SOLAS (*Safety Of Life At Sea*), Denizde Can Güvenliği Konferansı düzenlenmiştir. Ulaşılan ortak görüşlerin imzaya açılmasına rağmen, Birinci Dünya Savaşının başlaması nedeni ile hiçbir zaman burada alınan kararların uygulanma fırsatı olmamıştır. Savaş sonrasında da çalışmalara devam edilmiş ve 1920'li yıllarda resmi olmayan bazı konferanslar düzenlenmiştir. Ayrıca makine dairesi ve kargo ambarlarının permeabilite değerlerinin tespiti için çalışmalar yapılmıştır.

1929 yılında bir diğer SOLAS konferansı düzenlenmiş, bu konferansta ulaşılan anlaşma ile bir servis kriteri formülü oluşturulmuştur. Böylece yolcu taşıyan bir gemi ile bir kargo gemisinin önemi göreceli olarak ayrılmıştır. Ama bu konferansta sadece gemilerin batmalarına karşı gerekli önlemlerin alınması amaçlandığından yaralanmadan sonra gemiye su girme aşamasında ve denge durumundaki stabilizeye ait standartlar geliştirilmemiştir.

Başta Amerikan delegasyonu olmak üzere çeşitli ülke delegasyonları gerekli güvenlik seviyesinin bu kurallar ile sağlanamayacağı görüşüyle daha sonra kendi gemileri ve kara suları için daha sıkı ve geniş çerçeveli kurallar geliştirme yolunu seçmişlerdir.

1948 yılında düzenlenen üçüncü uluslararası SOLAS konferansı ile stabilize konusu ve bazı diğer noktalar yaralı gemi stabilesi kurallarının geliştirilmesiyle doldurulmuştur.

1956 yılında, İtalyan yolcu gemisi olan *Andrea Doria*, bir İsveç yolcu gemisi olan *Stockholm* ile çarpışmış ve yan tanklarının su alması nedeniyle hızlı bir şekilde batmıştır. Bu kaza

üzerine yapılan teknik incelemeler sonucunda 1948 yılında uygulamaya konan o günün standartlarının yetersiz olduğu ortaya çıkmıştır. Bunun sonucunda denizcilik sektörü mevcut kuralların geliştirilmesi amacıyla 1962 yılında bir başka SOLAS konferansının düzenlenmesini kararlaştırmıştır.

Sürenin kısa olmasından ve büyük bir gelişme sağlayabilecek çalışmaların yapılamamasından dolayı çeşitli uluslardan gelen önerilerle standartlarda beklendiği kadar olmasa da bazı değişiklikler yapılmıştır. Her delegenin ortak görüşü ise; “daha büyük ve köklü bir değişiklikle bölmelendirme ve yaralı gemi stabilitesinin gerçekçi bir şekilde değerlendirilmesiyle denizlerdeki can ve mal güvenliğinin artırılması” şeklinde ortaya çıkmıştır.

Bunun sonucunda 1961 yılında bölmelendirme ve yaralı gemi stabilitesi üzerine bir alt komisyon oluşturulmuştur. Bu alt komisyonun değişik ülkelerden gelen önerileri incelemesinden sonra iki temel görevin yerine getirilmesi kararı alınmıştır. Bunlar sırasıyla:

- i. Mevcut düzenlemeler (1960 konferansı ile getirilen) üzerine daha etkin ve basitleştirilmiş kuralların geliştirilmesinin mümkün olup olmadığının incelenmesi,
- ii. Tamamen yeni ve olasılık hesapları üzerine kurulmuş bir standardın geliştirilmesidir.

Üç yıllık çalışma ve gelen önerilerin incelenmesinden sonra komite i no.lu görevin gerçekten amaçlandığı gibi olamayacağına karar vermiş ve bu nedenle ii no.lu görevin üzerine yoğunlaşılması gerektiği sonucuna varmıştır.

Sonuç olarak gemi kazalarının raporları ve bilgileri toplanmaya ve aynı zamanda yaralı gemi hareketlerinin incelendiği model testleri yapılmaya başlanmıştır. 1967 yılında bir uzmanlar gurubu tarafından, yürütülen çalışmalar üzerine kurulmuş yeni kuralların geliştirilmesine başlamıştır.

1954 yılında deniz kirliliği üzerine ilk **MARPOL** (*Marine Pollution*) konferansı düzenlenmiştir. Özellikle tankerlerin bölmelendirilmesi konusunda ilerlemeler sağlanmıştır. Tanker bölmelendirmesi konusunda uluslararası alandaki bir diğer önemli ilerleme 1966

yılında Amerika'da yayınlanan tankerler ile ilgili standartların 1973 yılında düzenlenen ikinci MARPOL konferansında uluslararası alanda da uygulamaya alınmasıdır.

Bu arada olasılık yöntemine dayalı yolcu gemisi kurallarının geliştirilmesi çalışmaları IMCO çatısı altında tamamlanmak üzere iken, 1973 yılında IMCO, IMO (1973) genelgesiyle bu yeni yöntemin 1960 konferansı ile getirilen kurallara alternatif olabileceğini yayınlamıştır. 1974 yılında düzenlenen SOLAS konferansında alınan ve 1980 yılında uygulanmaya başlanan kararla, olasılık yönteminin SOLAS konferanslarında getirilen kurallara alternatif bir seçenek olarak kullanılması ve yeni uygulamaların bu yöntem ile yapılmasının özendirilmesi tavsiyesinde bulunulmuştur.

1970 yılına kadar olan konferanslarda gemilerde bölmelendirme ve stabilite üzerine alınan kararların hedefi, yolcu gemisi olarak sınıflandırılan, 12 ve daha fazla sayıda yolcu taşıyan gemilerdir. Bir tek zorunluluktan ziyade, sınırlama olarak uygulanan tanker kuralları istisna olmuştur. (IMO, 1978), 1970'ten sonra IMCO tarafından, dökme kimyasal yük, sıvılaştırılmış gaz tankerleri, petrol tankerlerinin bölmelendirilmesi ve hareketli deniz petrol kuyusu delme birimleri için yeni uluslararası dizayn ve işletimiyle ilgili tavsiyeler yayınlanmaya başlanmıştır. Ayrıca açık deniz destek tekneleri ve büyük balıkçı teknelerinin bölmelendirilmesiyle ilgili kurallar 1977 yılında yayınlanan "Convention On The Safety of Fishing Vessels" ile yürürlüğe girmiştir. Özel amaçlı tekneler, araştırma tekneleri, oşinografi tekneleri gibi teknelerin dizaynı ile ilgili kurallar yayınlanmaya başlanmıştır. Böylece bütün gemilerin bölmelendirilmesi ve güvenliği ile ilgili konuların geliştirilerek, ilk zamanlarda hareket noktası olan geminin batma, trim ve meyil değerlerinin kontrolünden ibaret olan yöntemlerin yerine, daha gerçekçi bir yaklaşımla gemilerin yaralanmadan sonra yüzebilirliğinin yanında, enine ve boyuna stabilitesinin ve yapısal bütünlüğünün korunmasını amaçlayan uygulamalar getirilmiştir.

3. YARALANMANIN GEMİ ÜZERİNDEKİ TEMEL ETKİLERİ

Gemi teknesinin su geçirmez bütünlüğünün bozulması sonucunda, yaralanmadan dolayı denize açılan gemi bölmeleri su baskınına maruz kalır. Bu hacimlerin deniz suyunun hücumuna uğraması, geminin yeni bir denge şartına ulaşması halinde yeni draft, trim ve meyil değerleri ile yüzmeye devamına ya da herhangi bir yüzmeye şartı sağlanamaz ise geminin batmasına sebep olacaktır.

Bütün olası yaralanma durumlarının göz önüne alınarak geminin bunlardan kurtulması beklenemeyeceğinden, geminin gerçek güvenlik seviyesinin ölçülmesi gerekmektedir. Bu nedenle yaralanmadan sonra gemide oluşan değişikliklerin doğru olarak değerlendirilmesi , yani diğer bir ifade ile geminin kurtulabilirliğini etkileyen parametrelerin doğru olarak belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle, öncelikle yaralanmanın ve yaralanma sonrasında gemide oluşan değişikliklerin incelenmesinde fayda vardır.

3.1 Yaralanmanın Boyu ve Yeri

Yaralanmanın boyutları, derinliği ve su geçirmez perdelere göre konumunun, geminin bu yaralanmadan kurtulabilme olasılığı üzerinde önemli etkisi vardır. Perde sayısının artırılması ile bölmelendirmenin daha etkili hale geleceği düşünülse de; diğer yandan ne kadar çok sayıda perde konulursa yaralanmanın bir perdeye gelme ihtimali o kadar fazla olacaktır.

Yaralanmanın sadece iki perde arasına düşeceği kabul edilirse; daha çok sayıda perde ile daha az bir hacmin denize açılmasıyla, geminin kurtulmasının şansı artmış olacaktır. Perde sayısının artması, geminin kullanım alanının sınırlandırılması anlamına gelmektedir. Bir de ilave yapılar geminin çıplak ağırlığının artmasına; bunun yanında taşıma kapasitesinin de azalmasına sebep olacaktır.

IMO Regulation A.265(VIII) yolcu gemisi standartları ışığında yaralanmanın boyutları, yeri ve bölmelendirme yerlerinin seçimi daha ayrıntılı bir biçimde açıklanmaktadır.

3.2 Su Baskınının Geminin Yüzmesine Etkisi

Draft değişimi: Yaralanan bölmedeki su miktarı kadar deplasman, yaralanma öncesindeki deplasmanından kaybedilecektir. Sonuçta gemi yeni bir deplasmanla yüzeceğinden draft değişecektir.

Trim değişimi: Sağlam kalan deplasmanın hacim merkezi, geminin ağırlık merkezinin bulunduğu ve denge durumundaki su hattına dikey olan enine düşey bir düzlem üzerinde olana kadar gemi trimi değişecektir.

Meyil değişimi: Eğer yaralanan hacim gemi merkez hattına göre asimetrik ise gemi, sağlam kalan deplasmanın hacim merkezi geminin ağırlık merkezinin bulunduğu ve denge durumundaki su hattına dik olan boylamasına düşey bir düzlem üzerinde olana kadar meyil edecek ya da yan yatarak batacaktır.

Eğer su baskını durumundaki GM değeri negatif ise yaralı geminin dik durumundaki dengesinden bahsedilemez. Gemi simetrik olarak yaralansa dahi bir denge açısı bulana kadar meyil edecek ya da yan yatarak batacaktır. Aşırı trim ve meyil geminin daha çok su almasına neden olarak güverte ve borda açıklıklarının suya batmasına sebep olacaktır. Bu da ilerleyen su baskınlarına sebep olarak geminin kaybını kaçınılmaz kılacaktır.

Stabilitenin değişimi: Yaralanma sonucunda geminin enine ve boyuna stabilitesi değişecektir. Başlangıç durumundaki geminin metasantr yüksekliği:

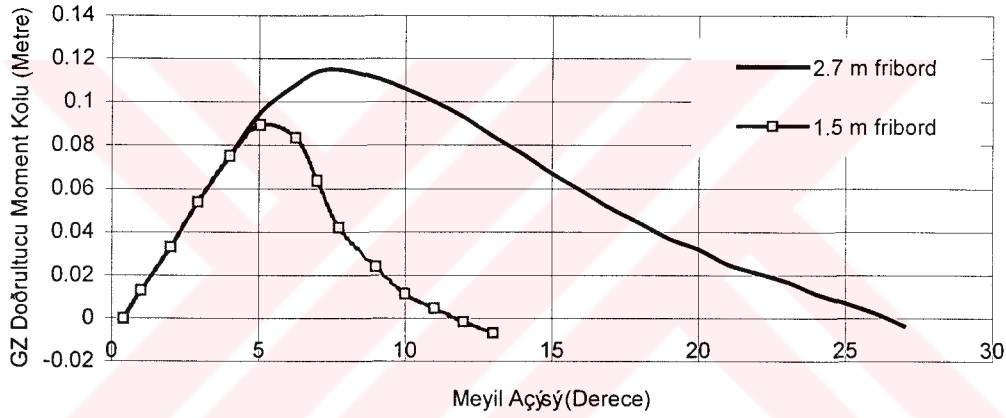
$$GM = KB + BM - KG \quad (3.1)$$

Gemi bir yara aldığı anda KB ve BM değerleri değişecektir. Gemideki batma KB değerinin artmasına, eğer trim de varsa KB' nin daha da artmasına neden olacaktır. BM değerinde ise batan kısmın su hattı atalet momentindeki kayıptan dolayı azalma eğilimi vardır. Buna karşılık, batmadan dolayı yaralanan kısımdaki su hattı alanındaki artma genelde bunu karşılamaktadır. Sonuçta geminin GM değerinde bütün bu etkilerden sonra bir azalma görülmeyebilir.

Düşük genişlik/draft oranı bulunan gemilerde net etki GM deki artış olabilir. Tankların yaralanması ile denize boşalan ağır yakıtlar ve sıvının etkisi geminin KG değerinde azalma

sağlayacaktır. Buna karşılık, gemilerde güverte üzerinde biriken ilave su ağırlığı KG değerinde bir miktar artmaya sebep olabilir.

Fribord değişimi: Yaralanma sonrasında drafttaki artış, fribordun azalmasına sebep olur. GM değerinin yeterli olması halinde, eğer fribord değeri küçük ise su hattına yakın olan güverte kenarının küçük açılarda dahi suya batması doğrultucu moment kolu (GZ) eğrisinin pozitif stabilite aralığının küçük olmasına sebep olacaktır. Bu da geminin rüzgar ya da dalga gibi dış etkilere karşı çok hassas olmasına sebep olacaktır. Şekil 3.1’de bir geminin farklı fribord değerleri için hesaplanan doğrultucu moment kolu eğrisi verilmektedir.



Şekil 3.1 GZ Eğrisinin Fribord Değerine Göre Değişimi.

Bu verilen örnekte 1.5 m başlangıç fribordu ile geminin güvertesi yaklaşık olarak 4.75° meyil açısında suya girmekte; fakat fribord değerinin 2.7 metre olduğu durumda güverte yaklaşık 9° meyil açısında suya girmektedir. Bu açılar GZ eğrisinin azalmaya başladığı bölgelerdir.

Bölmelendirme bahsinde de belirtildiği gibi bölmelendirme perdesi sayısının artırılması yaralanmanın perdelerden birine gelme şansını arttırsa da, yaralanmanın perdeler arasına gelmesi durumunda, denize açık bölme boyunun az olmasından dolayı yaralanma sonrasında geminin yaralı fribord değerinin yüksek kalmasını sağlayacaktır. Bu da geminin bu yaralanmadan kurtulma şansını önemli ölçüde arttıracaktır.

Belirli sayıda bölmelendirme koşulu altında geminin güvertesinin yükseltilmesi, başlangıç fribord değeri yanında yaralanma sonrası fribord değerini ve geminin batmaktan kurtulma şansını arttırmaktadır.

Geminin kaybı: Yaralanmadan sonra draft, trim ve/veya meyildeki yüzme şartının sağlanması için gerekli değişim, geminin su geçirmez bütünlüğünün bozulduğu noktaların da suya girmesine sebep olması durumunda gemide ilerleyen su basmasına neden olacaktır. Bu da geminin hiç bir zaman yüzme şartını bulamadan yan yatarak ya da tamamen batmasına neden olacaktır.

GM değerindeki kayıp geminin doğrultucu momentindeki azalmanın, yan yatırıcı momenti karşılayamamasına sebep olursa gemi yan yatarak batacaktır. Eğer bir meyil açısı yoksa bile doğrultucu moment kolunun (GZ) çok küçük olmasından ve GM değerinin negatif olmasından dolayı geminin yan yatarak batması kaçınılmazdır. Özellikle simetrik yaralanma durumlarında dahi her zaman bir miktar meyil açısı yaralanmadan sonra ağırlık merkezinin değişimi ve/veya rüzgardan dolayı gemiye etkimektedir.

4. ULUSLARARASI YARALI STABİLİTE KRİTERLERİ

Günümüzde gemilerde uyulması gereken stabilite kuralları IMO tarafından yayınlanan yayımlarda daha geniş olarak bulunabilir. Biri birilerinin alternatifi olarak yürürlükte iki ayrı kurallar seti mevcuttur. Bu iki kurallar seti kullandıkları yöntemlere göre de adlandırılmaktadır. Bunlar, “Deterministik Yöntem” olarak da adlandırılan SOLAS kuralları ve “Olasılık Metodu” olarak da bilinen Resolution A.265 (VIII)’dir.

Yürürlükteki gemilere uygulanan bölmelendirme ve yaralı gemi stabilitesi kuralları IMO, 1998 indeksinde şöyledir ;

- SOLAS Chapter II-1, Part B-Subdivision and Stability
- Resolution A.265(VIII), Regulations On Subdivision And Stability Of Passenger Ships
- MSC/Circ. 547*

4.1 SOLAS Kuralları

SOLAS kuralları ya da deterministik yöntem diye bilinen kuralların temeli geminin yaralı bölme boyu hesaplamaları ile su geçirmez bölmelere bölünmesi ve böylece geminin yaralanmadan sonra sakin suda yüzebilirliğinin kontrolüdür. Geminin kazaya uğradıktan sonraki yüzebilirliğinin olması yanında yaralı stabilitesinin de belirli bir seviyenin üzerinde olması amaçlanmaktadır. SOLAS 1960 antlaşması ile getirilen servis kriteri (C_s) ve bölmelendirme faktörü (F) ile gemilerin kompartıman standartları aşağıdaki gibi belirlenmektedir.

$F > 0.5$ tek kompartıman standardı (4.1)

$0.5 > F > 0.33$ iki kompartıman standardı(4.2)

$F < 0.33$ üç kompartıman standardı (4.3)

F değeri C_s değerine göre ve geminin boyuna göre değişmektedir. Geminin boyu doğrultusunda her noktada hesaplanan yaralı bölme boyunun (L_f) bölmelendirme faktörü ile

* IMO altında çalışan “Maritime Safety Committee” tarafından yayınlanan, mevcut RoRo gemilerinin güvenlik seviyesinin belirlenmesinde kullanılan A/Amax değerinin hesaplanması yöntemini içeren genelgedir.

çarpılması sonucu izin verilen bölme boyu elde edilmektedir. Böylece gemi boyunca farklı permeabilite değerleriyle elde edilen yaralı bölme boyu eğrileri yardımı ile gerçek bölmelendirme perdelerinin yerleştirilmesinde bir fikir sahibi olunur.

Bu yöntemde alınan önemli kabullerden biri yaralanmanın boyutlarıdır. Kullanılan yandan gelen yaralanmanın gemi bünyesinde, dizayn su hattında ölçülen boylamasına uzantısı (Y_b) 11 m'den çok olmamak şartı ile (4.4)'e, enlemesine gemi yanından merkez hattına doğru (4.5)'e göre hesaplanan ve düşey doğrultuda herhangi bir sınırlana olmaksızın belirlenen (Y_d); SOLAS yaralanma açıklığı standardı* olarak anılan sabit bir şablon kullanılır.

$$Y_b = \% 3 \times L + 3.00 \quad (\text{m}) \quad (4.4)$$

$$Y_d = B / 5 \quad (\text{m}) \quad (4.5)$$

Standart boyutlandırmadan dolayı geminin bölmelendirilmesinde bu yaralanma boyutları dikkate alınmaktadır. Sonuç olarak (4.4) ifadesinde verilen yaralanma boyutlarından küçük kompartıman boyutlarının kullanımı halinde, kurallar ışığında bu kullanılacak fazladan bölmelendirmenin gemiye (bazı özel durumlar haricinde) hiç bir faydası yoktur. Yaralanma stabilitesi ile ilgili temel SOLAS kuralları GZ eğrisinin genel parametrelerine dayanmaktadır.

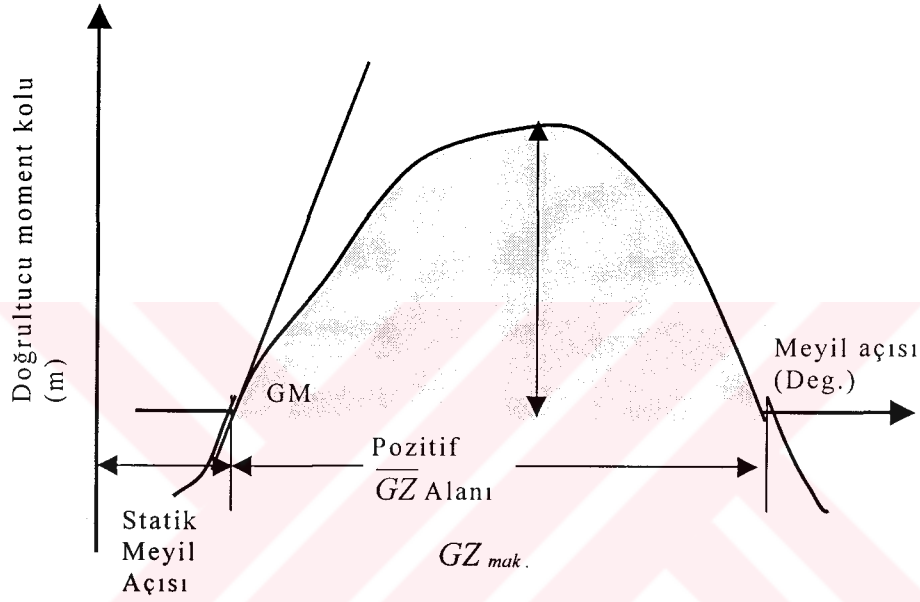
SOLAS'ın yaralanmadan sonraki son denge durumunda istediği değerler:

- Denge durumundaki meyil açısından itibaren ölçülen minimum 15° pozitif stabilite aralığı,
- Pozitif GZ eğrisi altında kalan minimum alan 0.015 m.rad,
- GZ eğrisinin maksimum değeri 0.100 m'den az olmamak üzere yandan esen rüzgar, yolcuların bir tarafa toplanması ya da can kurtaran botlarının yaratacağı eğilme momentlerine göre hesaplanan bir değer,

* SOLAS kuralları II-1/8.4.1 yaralanma açıklığının boyunu ve SOLAS kuralları II-1/8.4.2 ise yaralanma açıklığının gemi bordasından nüfuzu ile ilgili standartları içermektedir.

- Denge durumundaki meyil açısı maksimum tek kompartıman yaralanmaları için 7° , iki kompartıman yaralanmaları için 12° ve
- GM değerinin minimum 0.05 m olmasıdır.

RoRo gemileri de dahil, 29 Nisan 1990 yılından sonra inşa edilmiş bütün yolcu gemilerinin bu kuralları sağlaması gerekmektedir.



Şekil 4.1 GZ Eğrisi Parametreleri.

Şekil 4.1'de statik stabilite eğrisinin ana parametreleri verilmektedir. Bu eğri geminin dış etkiler ile meyil ettirilmesi durumunda başlangıç denge durumuna geri dönme kabiliyetini göstermektedir. Meyil ettirici momente karşı, geminin yaratacağı doğrultucu moment kolunu açı değerine karşı göstermektedir.

4.1.1 SOLAS 1992 değişiklikleri

Sadece yeni inşa edilen yolcu gemileri için uygulanan SOLAS'90 kuralları 1992 yılındaki değişiklik ile RoRo kargo bölümleri olan mevcut gemilerin de bu kuralları sağlama gerekliliği getirilmiştir (IMO, 1993).

SOLAS kurallarının Bölüm II 2/3 kısmında da belirtildiği gibi RoRo sistemi olan yolcu gemilerinden 29 Nisan 1990 yılından önce inşa edilenlerin de Çizelge 4.1'deki takvime göre standartlarının yükseltilmesi gerekmektedir. Burada kıstas olarak mevcut geminin “A/Amax” (Yolcu gemileri için hedeflenen olasılıklı yaralı stabilite indeksinin maksimum indeks değerine oranı) değerine bakılmaktadır. A/Amax hesaplamaları Denizcilik Güvenlik Komitesinin (Maritime Safety Committee; MSC) 59 no'lu birleşiminde Temmuz 1992'de geliştirilen, A.265(VIII)'de açıklanan olasılık yönteminin basitleştirilmiş bir şeklidir.

A/Amax	Uyma Tarihi
% 70'den az	1 Ekim 1994
% 75'dan az	1 Ekim 1996
% 85'den az	1 Ekim 1998
% 90' dan az	1 Ekim 2000
% 95' dan az	1 Ekim 2005

Çizelge 4.1 Mevcut ferilerin standartlarının MSC.12(56) standartlarına yükseltilmesi için verilen takvim

Bu düzenlemede A/Amax değerinin % 95 ten fazla olan feriler için uygulanma zorunluluğu getirilmemiştir. SOLAS 1992 değişikliği aynı zamanda ulusal otoritelerin uygun görmesi şartı ile kurallarda aşağıda açıklanan bir takım avantajları getirmektedir:

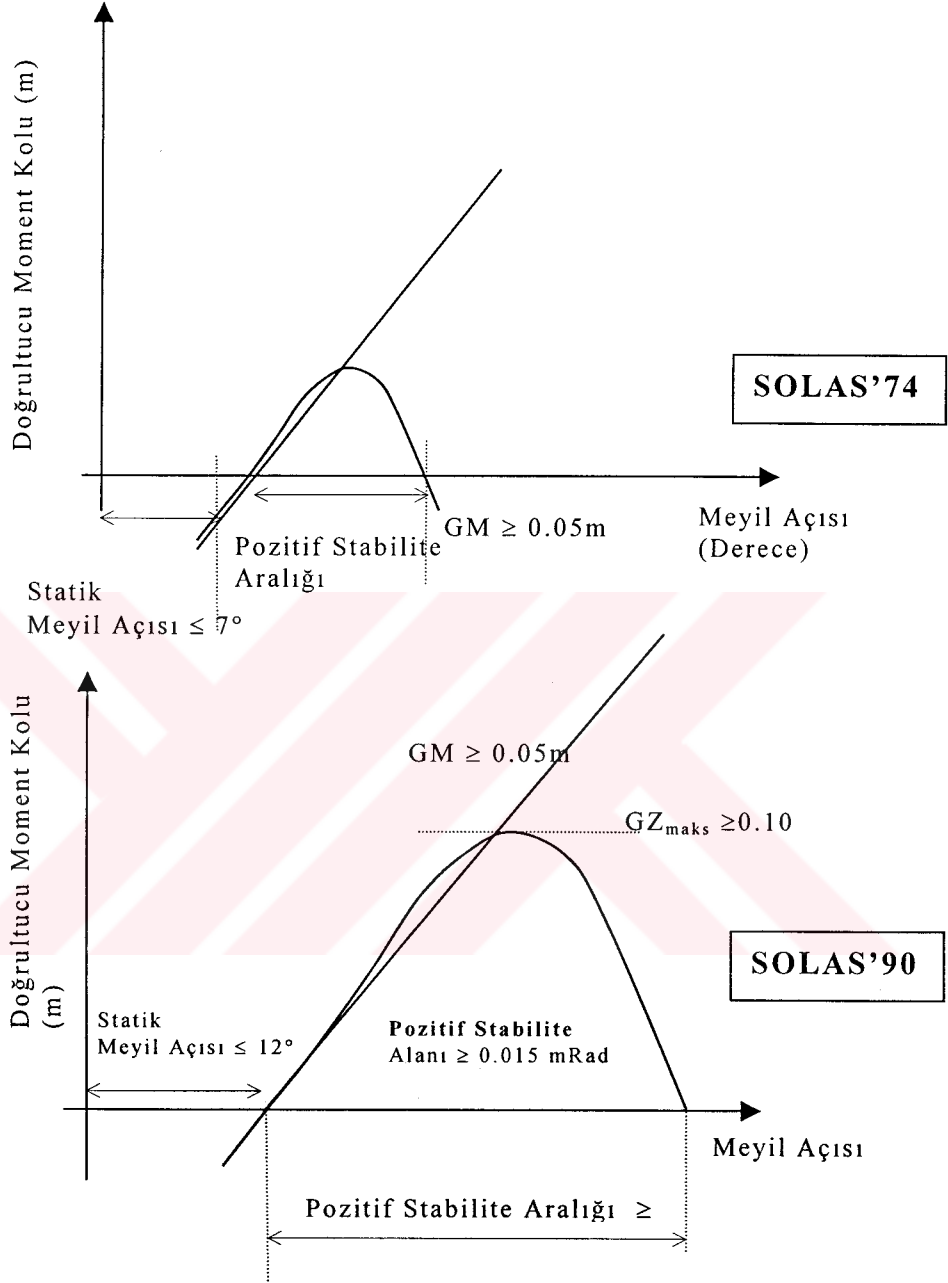
Pozitif stabilite aralığı (PSA) sadece GZ eğrisi altında yeterli alan bulunması şartı ile minimum 10° 'ye kadar indirgenebilir. İstenen yeni alan değeri (4.6) ifadesinde verilen oran kadar artırılmalıdır.

$$\frac{15}{PSA}$$

(4.6)

Gerekli maksimum GZ değeri 0.090 m'den az olmama şartı ile (4.7) formülü ile hesaplanabilir;

$$GZ = \frac{\text{Meyilmomentini}}{\text{Deplasman}} \text{ (m)} \quad (4.7)$$

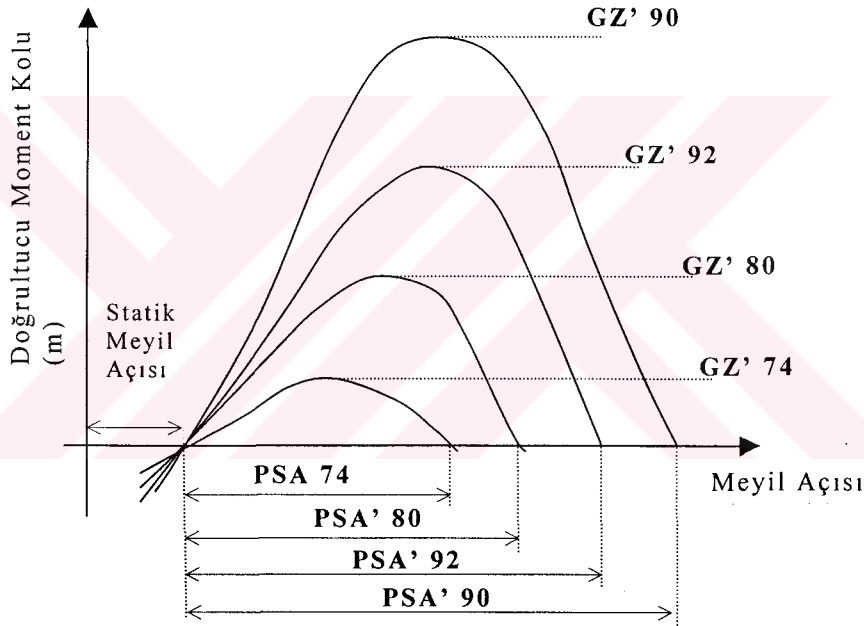


Şekil 4.2 Yaralanma Kriterleri.

4.1.2 SOLAS 1995 değişiklikleri

28 Eylül 1994 yılında meydana gelen trajik Estonya kazası yeni standartların geliştirilmesine öncülük etmiştir. Kazadan sonra yükselen tepkiler, yeni gemiler kadar mevcut seyirdeki gemilerin de dikkate alınacağı daha iyi standartların bir an önce geliştirilmesi yolunda olmuştur.

IMO tarafından oluşturulan uzmanlar gurubunun çalışmaları sonunda SOLAS'90 kurallarının bütün dünya çapında uyulması gerekli standartlar olarak kabul edilmesi ve istisnasız bütün gemilerin bu standartları A/Amax değerlerine, taşıdıkları yolcu sayısına ya da yaşlarına bağlı olarak belirlenecek, 1 Ekim 1998'den 1 Ekim 2010 yılına kadar değişen bir takvim içinde olmak üzere sağlamaları gerekliliği önerilmiştir. Kabul edilen bu öneriler sonucunda SOLAS'90 kuralları global anlamda kullanılan bir standart olmuştur. Buna göre iki kompartıman standartlarına göre inşa edilmiş gemiler için standartlara uyma tarihi Çizelge 4.2'de verilmektedir. Tek kompartıman standartlarına göre inşa edilmiş gemiler için standartlara uyma tarihi olarak, A/Amax değerlerine göre Çizelge 4.3'ten veya geminin taşıdığı yolcu sayısına göre Çizelge 4.4'ten alınan tarihler ile geminin 20. yaşını doldurduğu tarihlerden en geç olanının alınmasına karar verilmiştir.



Şekil 4.3 SOLAS Stabilite Standartlarının Yıllara Göre Değişimi.

A/Amax	Uyma Tarihi
% 85'den az	1 Ekim 1998
% 90'dan az	1 Ekim 2000
% 95'den az	1 Ekim 2002
% 97.5' dan az	1 Ekim 2004
% 97.5' dan fazla	1 Ekim 2005

Çizelge 4.2 İki kompartıman standartları uygulanan gemilerin A/Amax değerlerine göre SOLAS'90 standartlarına yükseltilmesi için verilen takvim.

A/Amax	Uyma Tarihi
% 85'den az	1 Ekim 1998
% 90'dan az	1 Ekim 2000
% 95'den az	1 Ekim 2002
% 97.5' dan az	1 Ekim 2004
% 97.5 dan fazla	1 Ekim 2010

Çizelge 4.3 Tek kompartıman standartları uygulanan gemilerin A/Amax değerlerine göre SOLAS'90 standartlarına yükseltilmesi için verilen takvim.

Yolcu Sayısı	Uyma Tarihi
1500 yada daha fazla	1 Ekim 2002
1000 < yolcu <1500	1 Ekim 2006
600 < yolcu <1000	1 Ekim 2008
400 < yolcu <600	1 Ekim 2010

Çizelge 4.4 Tek kompartıman standartları uygulanan gemilerin yolcu sayısına göre SOLAS'90 standartlarına yükseltilmesi için verilen takvim.

4.2 Stockholm Bölgesel Antlaşması

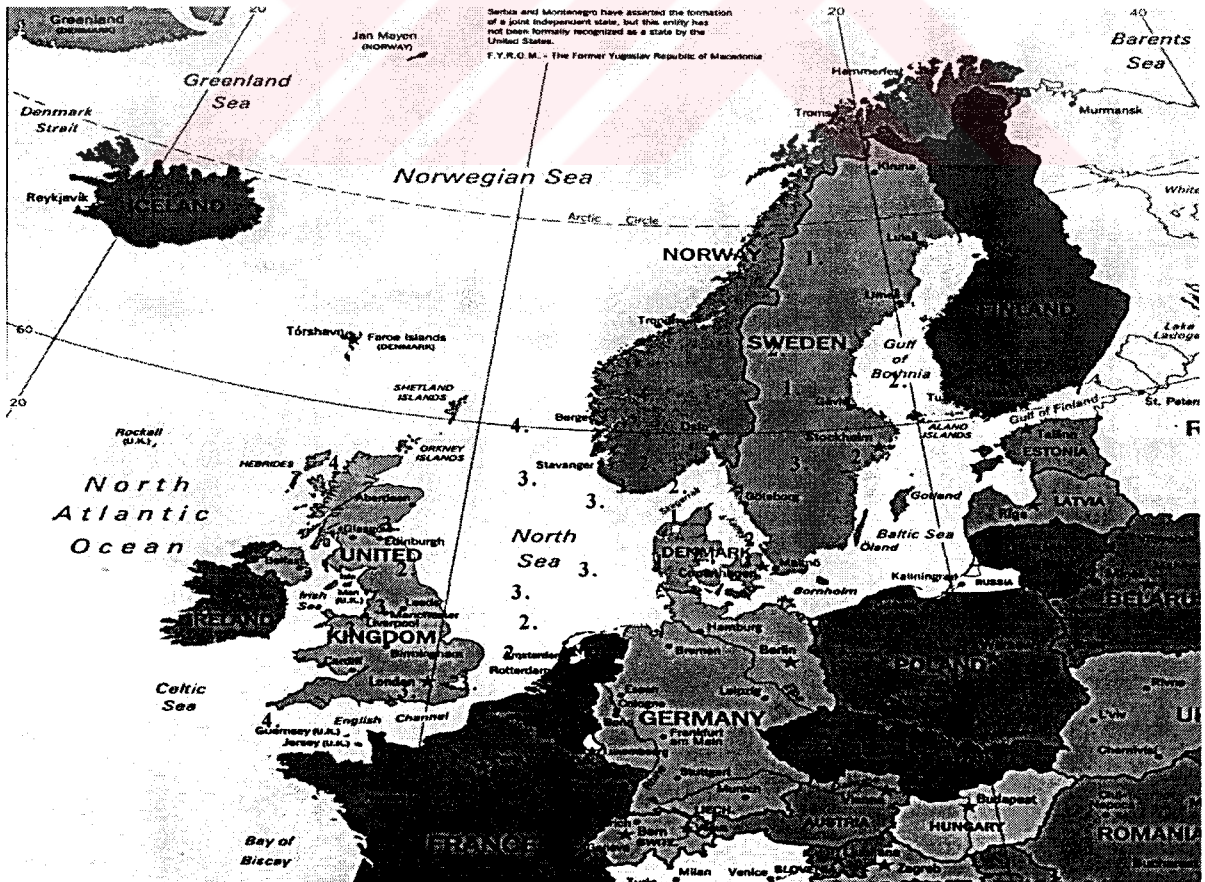
Estonia'nın kaybindan sonra denizcilik sektörü temelden sarsılmış, bunun sonucunda RoRo ferilerinin güvenliğinin artırılması amacıyla hızla yeni çalışmalar başlatılmıştır. (Little ve Hutchinson, 1995). IMO bir uzmanlar paneli oluşturup RoRo güvertesindeki su toplanmasından dolayı ortaya çıkan gemilerin hızla alabora olarak batmalarını, Estonia gibi kazaların bir daha ortaya çıkmasını engellemek amacı ile gelen önerileri incelemeye alarak, dalgaların güvertede toplanmasının etkisini dikkate alan bu yöntemi geliştirmiştir. Yöntem Kuzey Batı Avrupa ülkeleri tarafından üzerinde anlaşarak uygulamaya alınmış ve gemilerin bu kuralları sağlamaları için belirli bir takvim düzenlenmiştir.

IMO tarafından da onaylanan bu antlaşma ile Kuzey Batı Avrupa ve Baltık Denizi ülkeleri limanlarına sefer yapan bütün RoRo yolcu gemileri için özel olarak uygulanması gerekli yeni

standartlar konulmuş ve bunlar “*Stockholm Bölgesel Antlaşması*” ya da “*SOLAS’90+50*” olarak adlandırılmaktadır. Şekil 4.4’te gösterildiği gibi Kuzey Batı Avrupa ve Baltık Denizi üzerinde görülebilecek karakteristik dalga yükseklikleri bölgelere göre verilmiştir.

Geminin çalıştığı rota üzerindeki en büyük karakteristik dalga yüksekliğinin dikkate alınarak geminin bu dalgada çalışabilirliğinin yapılacak ilave su yüksekliği hesapları ya da sadece mevcut gemilerde alternatif olarak kullanılabilecek model testleri ile gösterilmesi gereklidir. Böylece SOLAS kurallarını sağlayan gemiler ayrıca güvertede birikebilecek deniz suyunun geminin stabilitesini zayıflatsa bile batmaması için gerekli stabilitenin mevcudiyetinden emin olmak amaçlanmaktadır.

RoRo güvertesine baş, kıç ve yan kapılardan su girişi bu açılımların gözlem, kapatma ve kilitleme sistem standartları da getirilen daha sıkı kurallar ile geminin su alma ihtimali minimize edilmeye çalışılmaktadır. Ayrıca bir kazaya uğraması sırasında suyun güvertede birikerek oluşturabileceği problemlerin önüne geçmek için bu bölümde açıklanan hesaplama yöntemi geliştirilmiştir (Svensen ve Rusaas , 1996).



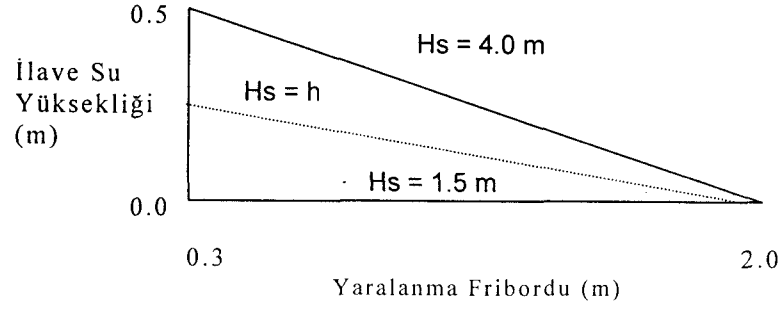
Şekil 4.4 Hs Dağılımı Haritası.

4.2.1 Güvertedeki ilave su birikimini hesaplama yöntemi

Bu kuralların temeli ana güvertesi üzerine yüksekliğinin karakteristik dalga yüksekliği ve yaralanma fribordu değerleri üzerinden belirlenecek ilave su kütlesi ile SOLAS'90 hesaplarının yapılmasıdır. Yöntemde ilave su yüksekliğinin belirlenmesinde Şekil 4.5'te gösterilen diyagramdan yararlanılır.

Kullanılan temel kabuller şöyle sıralanabilir:

- MSC/Circ. 153'de belirtildiği gibi kaydedilen bütün deniz çatışma olaylarının % 99'unda dalga yüksekliğinin 4.0 m'yi geçmediği görülmektedir. Bu nedenle 4.0 m, olabilecek en kötü dalga durumu olarak göz önüne alınmıştır.
- SOLAS'90 standartlarını sağlayan bir geminin kurtulabilirlik sınırının karakteristik dalga yüksekliği cinsinden 1.5 metre olduğu, MSC/Circ.153'de yayımlanan, bütün çatışma kayıtlarının % 89'unu kapsamakta olan dağılım fonksiyonundan belirlenmiştir.
- Karakteristik dalga yüksekliğinin 1.5 m - 4.0 m olduğu aralık için hesaplanmasına karar verilmiştir.
- Geminin işletim rotası üzerinde karşılaşıacağı karakteristik dalga yüksekliği sağlanması gerekli hedef parametredir.
- Yapılan çalışmalar kullanılması gerekli maksimum ilave su yüksekliğinin 0.5 m olması gerekliliğini göstermektedir.
- Bununla beraber ilave su yüksekliğinin karakteristik dalga yüksekliği yanında yaralanma açıklığındaki fribord değerine de bağlı olması gerektiği yapılan araştırma ve model testleriyle belirlenmiştir. Fribord değerinin 2.0 m olduğu durumda güverteye su birikmesinin 4.0 m karakteristik dalga yüksekliği için sıfır ya da çok zayıf bir ihtimal olduğu belirlenmiştir. Fribord değerinin 0.3 m ya da daha az olduğu durumlarda maksimum olarak dikkate alınan 4.0 m karakteristik dalga yüksekliğinde ilave edilecek su yüksekliği 0.5 m olarak belirlenmiştir.



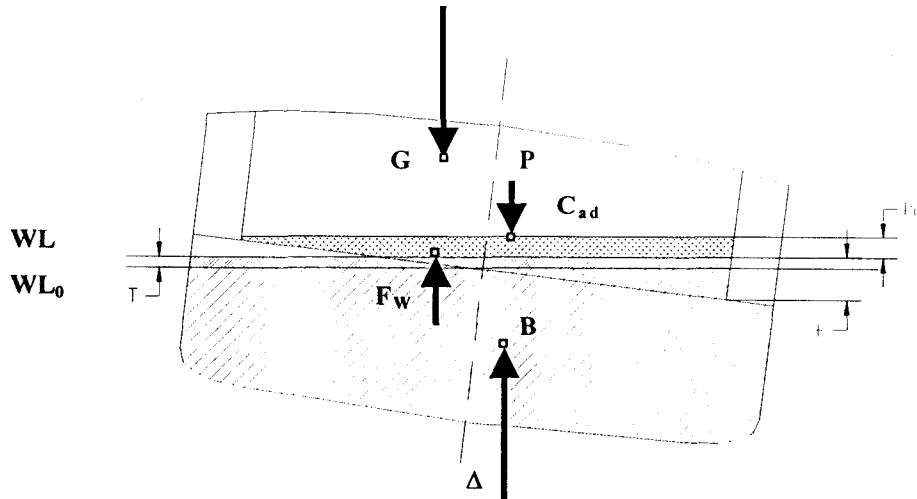
Şekil 4.5 Stockholm Antlaşması.

Bu yeni kurallar ayrıca mevcut gemilerde de zorunlu tutulmuş ve sahip oldukları A/A_{max} değerlerine göre Çizelge 4.5 te verilen takvime uymaları gerektiği belirtilmiştir.

A/A_{max}	Uyma Tarihi
% 85'den az	1 Nisan 1997
% 90'dan az	31 Aralık 1998
% 95'den az	31 Aralık 1999
% 97.5' dan az	31 Aralık 2000
% 97.5' dan fazla	31 Aralık 2001

Çizelge 4.5 A/A_{max} değerlerine göre mevcut RoRo ferilerin Stockholm Antlaşmasına uyma takvimi.

Bununla beraber geminin verilen bir dalga yüksekliğinde kurtulup kurtulamayacağı konusunda, şu andaki bilgi seviyesindeki belirsizliklerden dolayı model testlerinin yardımı ile geminin kurtulabilirliğinin gösterilmesine imkan sağlayan bir alternatif yol SOLAS II-1/8 no'lu düzenlemeyle verilmektedir.



Şekil 4.6 Stockholm Antlaşmasına Göre İlave Su Yüksekliğinin Konulması.

Bu yeni düzenlemeler ile gemi sahiplerinin ve kullanıcılarının özellikle alternatif olarak ortaya çıkan model testleri ile gemilerinin kurtulabilirliğini göstermeyi, deterministik yöntem ile yapılan hesaplamalara tercih ettikleri gözlenmektedir. Bu da geliştirilmesi gerekli pratik ve maliyeti etkileyici çözümlerin sistematik olarak aranması ve bu yönde teorilerin geliştirilip sadece mevcut gemilerde değil, aynı zamanda yeni dizaynlarda da kullanılacak yöntemlerin geliştirilmesini de bir bakıma engellemektedir.

Şekil 4.6'da gösterilen kesitte ilave edilecek su miktarının hesaplanmasında kullanılacak yaralanma fribordunun değeri "F" ölçümü yandan yaralanma durumu uygulaması için verilmektedir. Yaralanmadan sonra WL_0 su hattında dengede yüzen geminin sadece güverte alanına "h" yüksekliği kadar su ilave edilecektir. Böylece gemi bu ilave su ağırlığından dolayı bir miktar (T kadar) batarak tekrar bir denge su hattında (WL) yüzmeye başlayacaktır. Bu durum için geminin statik stabilite eğrisi hesaplanarak SOLAS kurallarını sağlayıp sağlamadığı kontrol edilmektedir.

4.2.2 Performans esaslı kriter

Yaralı bir geminin dalgalı denizdeki dinamik hareketlerinin hesaplama yöntemleri ile doğru olarak modellenmesi, olaydaki pek çok parametrenin tesadüfi olmasından dolayı çok zordur. Stockholm Antlaşmasının hazırlanması sırasındaki çalışmalarda da bu konu dikkate alınarak özellikle mevcut gemilerin bir yaralanmadan kurtulabilme kabiliyetlerinin model testleri yardımı ile gösterilmesi gibi bir alternatif yol endüstrinin kullanımına açılmıştır. Bu kısımda bahsedilen model test prosedürü günümüzde kullanıldığı üzere açıklanmaktadır. Bu test prosedürü IMO tarafından yayınlanan önerilerin ışığında her ülkenin kendi filosundaki gemilerine nasıl uygulayacaklarına dair açıklamalı notlar yayınlamaktadır.

Bütün bu gelişmelerle ilgili olarak, belirleyici yapıdaki SOLAS'90+50 hesaplama yöntemi yerine bir geminin kazadan sonra dalgaların güvertede birikmesinden dolayı doğacak olumsuz etkilerden kurtulabilme yeteneğinin model testleri ile ölçülmesi her türlü gemi işletmecisi açısından oldukça ilgi görmektedir. Gemi sahipleri aslında gemilerinin yeterli derecede stabiliteye sahip olduğuna inanmaları halinde, doğrudan model testleri ile gemilerinin kuralları geçmesini tercih etmektedir.

Uzun sürelerdir uygulamada yer almış durumdaki kuralcı standartlar yanında geminin kabiliyetlerinin daha iyi şekilde ortaya koyulduğu performans temelli yöntemler uluslararası alanda kullanıma girmiş bulunmaktadır. Burada getirilen bu alternatif yol ile beraber gemilerin yaralanma senaryolarından kurtulabilirliği üzerine geliştirilen formül ve yöntemler yerine doğrudan bir geminin yeteneğinin ölçülmesi ve bunun kabul edilebilir doğrulukta olması için yeni test standartlarının geliştirilmesi gerekli olmuştur. Ayrıca model testleri üzerine geliştirilen ve tasdik edilmiş olan sayısal modellerle yapılan hesaplar giderek kullanımı artan bir yöntem haline gelmektedir.

4.2.2.1 Test yöntemi

Geminin hangi yaralanma senaryosuna göre test edileceği yine bilinen yaralanma stabilitesi hesaplama yöntemleri ile yapılmaktadır. SOLAS Kuralları II-1/8 hesaplamalarında en kötü sonucu veren ve geminin ortasından $\pm 10.L_{BP}$ uzaklıktaki bir alan içersinde kalan yaralanma açıklığının sebep olduğu yaralanma senaryosu seçilmektedir.

Gemi modelinin aşağıdaki özellikleri taşıması istenmektedir:

- Dikeyler arası boy (L_{BP}) en az 3.0 m olmalıdır.
- Modelin teknesi mümkün olduğunca ince malzemeden yapılmalıdır.
- Geminin hareket karakterinin doğru olarak modellenmesi için enine ve boyuna dönme yarı çapının kontrol edilmesi gereklidir.
- Draft, trim, meyil ve ağırlık merkezinin yeri en kötü olarak seçilen senaryoya uygun olmalıdır.
- Genel dizayn özelliklerinden su geçirmez bölmelendirme perdeleri ve hava kaçışları uygun olarak modellenmelidir.
- Yaralanma açıklığı aşağıda verildiği gibi olmalıdır:

- Dikdörtgen şekilli, yan görünüş genişliği SOLAS kuralları II-1/8.4.1 göre alınmalı ve düşey uzantısı sınırsız olmalıdır.
- Üstten görünüşü SOLAS kuralları II-1/8.4.2'ye göre B/5 yükseklikli ikiz kenar üçgen şekilli, yatay nüfuz etmiş yaralanma dikkate alınmalıdır.

Model test yöntemi: Gemi modeli, gerekli karakteristik dalga yüksekliğinde, (H_s), Jonswap spektrumuna göre üretilmiş uzun dalga tepeli düzensiz dalgaları yaralı açıklığının bulunduğu taraftan alacak şekilde havuza yerleştirilmelidir (Şekil 4.7). Dalgaların tepe periyodu, dalga dikliği değerine göre, (5.8) ve (5.9) ile hesaplanan değerlerde üretilmelidir.

$$T_p = 4\sqrt{H_s} \quad \gamma = 3.3 \text{ için} \quad (4.8)$$

$$T_p = 6\sqrt{H_s} \quad \gamma = 1.0 \text{ için} \quad (4.9)$$

Model yandan çarpan dalgalardan dolayı sürüklenmeye açık olmalı ve dalgaları devamlı yandan alması sağlanmak için yan öteleme hareketi engellenmelidir.

Geminin denge durumunda 1° den daha az meyil açısı var ise model yaralanma tarafına 1° başlangıç meyili ile konulmalıdır.

En azından beş (5) adet test her bir T_p değeri için yapılmalıdır. Her bir model test en azından gemi ölçeğinde 30 dakika sürmeli ve her test için farklı dalga grubu yaratılmalıdır.

Model testleri aşağıdaki yaralanma durumları için yapılmalıdır:

- SOLAS hesaplarından en kötü $\overline{GZ}$ eğrisi altındaki alan değerini veren yaralanma durumu,
- Gemi ortasında belirlenen alan içerisindeki en kötü yaralanma fribordunu veren durum.

Testler boyunca eğer modelin yalpa hareketi 30°'yi, % 20'den daha sıklıkta geçmesi ya da meyil açısının devamlı olarak 20°'yi geçen bir açıya ulaşmış olması hallerinde geminin alabora olarak battığı kabul edilir.

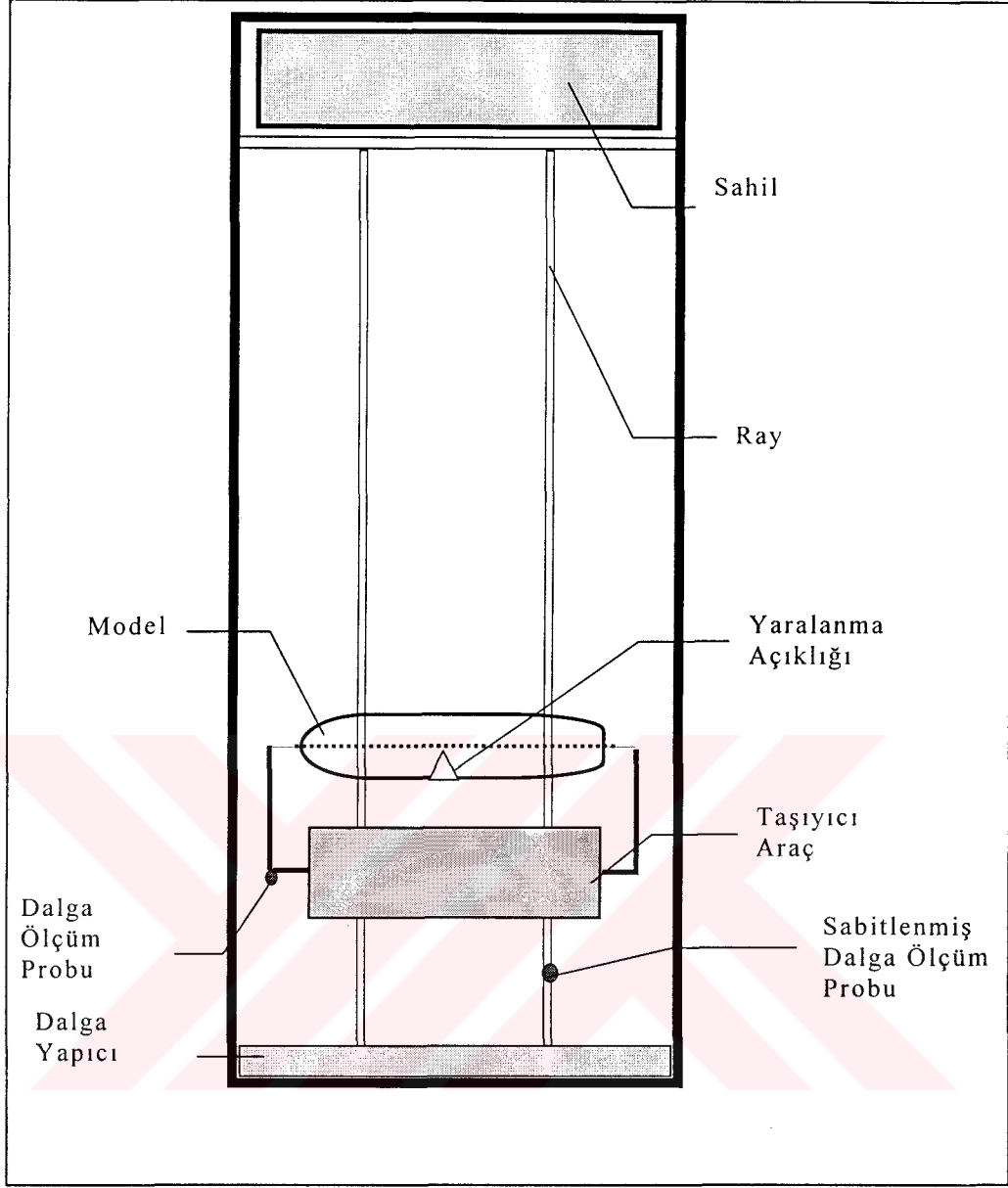
4.2.3 Stockholm antlaşmasının zayıf tarafları

Günümüzde mevcut gemilerin güvenlik seviyesinin gösterilmesi için yapılan model testleri ile karşılaştırılınca hesaplamalar ile değerlendirilen güvenlik seviyesinin gerçekten çok uzak olduğu görülmektedir. Bu nedenle pek çok işletmecisi hesaplama yolu yerine model testleri ile gemilerinin güvenlik seviyelerini gösterme yolunu seçmektedir.

Yetersiz test sonuçlarına dayalı olması: Yöntemin geliştirilmesi sırasında yapılan model testlerinde çok sayıda ve farklı gemi tiplerini temsil eden modeller kullanılmamış, çok farklı güverte tiplerinin denenmesi mümkün olamamıştır. Bu nedenle ulaşılan sonuçların farklı güverte şekillerine uygulanmasından dolayı amaçlananın dışında sonuçların alınmasına neden olabilmektedir.

RoRo sisteminin gelişimini bozmaktadır: RoRo gemilerinin geliştirilmesindeki temel noktalardan olan her türlü ulaşım aracının rahatça giriş, çıkış yapabildiği ve üzerinde hareket etmesi kolay geniş RoRo güvertesidir. Stockholm Antlaşmasının gereklerinin sağlanması için geminin RoRo güvertesinde bölmelendirmeye gidilmesine sebep olmaktadır. Bu durum RoRo güvertesinin rahat kullanımını engellemektedir.

Sadece klasik RoRo ferilerine uygun olması: RoRo güvertesine biriken suyun etkisinin hesaba katılması için kullanılan bu yöntemin klasik RoRo gemileri için geliştirilmiş olmasından dolayı “washport” gibi RoRo güvertesindeki suyun uzaklaştırılması için geliştirilen sistemler hesaba katılmamıştır. Buna karşın güvertedeki suyun daha aşağıdaki boş bölmelere boşaltılması gibi farklı sistemler gemilerde sıkça uygulanmaya başlanmıştır.



Şekil 4.7 Model havuzunun genel görünüşü.

5. BÖLMELENDİRME VE YARALI GEMİ STABİLİTESİ HESAPLAMA YÖNTEMLERİ

Gemilerin herhangi bir yaralanma durumunda yüzebilirliklerini devam ettirmeleri için bölmelendirilmeleri gerekmektedir. Çok iyi bilinen ve yüzyıllardır çeşitli şekillerde uygulanan gemilerin bölmelendirilmesi fikri, günümüzde de dizayn aşamasındaki en önemli konulardan birisidir. Bu noktada temel amaç “gemiye hangi yöntemi kullanarak, nasıl bölmelendirelim ki, çalışma ömrünü batmadan bitirebilsin, ayrıca gemi kazaya uğradığında üzerinde taşıdığı can ve mal kayıplarına sebep olmasın” dır.

Geminin dış ya da iç etkilerle, kolayca yan yatarak batmayacak şekilde yükleme koşulları oluşturulabilmesi için iyi bir bölmelendirme yanında geminin yeterli derecede stabilitesi olmalıdır. Geminin bir yaralanmadan sonra bile en kötü ihtimal ile üzerindeki canlıları kurtaracak kadar uzun süre batmadan yüzebilirliğini sürdürmesi çok önemlidir.

Gemi dizayncıları bir gemiyi dizayn ederken geminin yüzebilirliğinin belirlenmesinde pek çok yöntemi beraberce kullanmaktadırlar. Sonuçta her bir ayrı dizayn parametresinin bir araya getirilmesi ile amaçlanan gemi dizaynına ulaşılabilir.

5.1 Gemilerin Bölmelendirilmesi

Gemilerin bölmelendirilmesi; geminin başlangıç ve yaralı stabilite hesaplamalarını içine almakta, ayrıca geminin işletim ve yapısal özelliklerinin de analizini gerektirmektedir. Bölmelendirme, IMO 1973'de verilen olasılık yönteminin uygulanmasıyla daha başarılı olarak yapılabilmekte; geminin bölmelendirilmesi hesaplanan indeks yardımı ile göreceli olarak değerlendirilebilmektedir. Gelişen bilgisayar teknolojisi ile geminin bölmelendirilmesi işlemi ön dizayn aşamasında bile daha detaylı olarak yapılabilmektedir. Bulunan sonuçlar, geminin yaralı stabilite ve diğer inşa standartlarına uyup uymadığının ve aynı zamanda dizayn gereksinimlerini sağlayıp sağlamadığının kontrolüne yardımcı olmaktadır.

Yaralı bölme boyunun hesaplanması: Yaralı bölme boyu gemi üzerindeki her hangi bir noktanın merkez alınarak simetrik olarak belirli bir permeabilite değeri ile margin hattı batmayacak şekilde su ile doldurulmasıyla elde edilir. Margin hattı genelde bölmelendirme güvertesinin 76 mm (3 inches) aşağısından geçen hat olarak alınır. Bu yöntem her ne kadar

kullanılrlılığını yitirse de özellikle ilk dizayn aşamasında bölmelendirme hakkında hızlı şekilde bilgi vermesinden dolayı bazı dizaynerler tarafından faydalı bulunarak günümüzde de halen kullanılmaktadır.

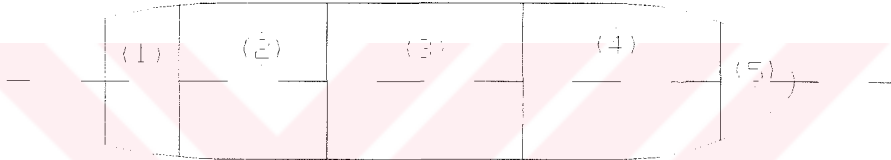
5.1.1 Enine perdeler ile bölmelendirme

Öncelikle basitlik amacıyla sadece enine perdelerle sahip bir bölmelendirmeyi inceleyelim. Olası bütün yaralanma boylarına göre belirlenecek yaralanma durumları Şekil 5.1'deki diyagram ile gösterilebilmektedir. Büyük üçgen olası bütün yaralanma boylarını içermektedir.

Sadece tepesine (1,1) olarak yazılmış üçgeni dikkate alalım. Bu üçgen yaralanmanın, birinci kompartımana denk geldiği durumu içeren senaryoya karşılık gelmektedir. Üçgenlerin numaralandırılmasında; birinci numara yaralanan ilk kompartımanı gösterirken ikinci numara kaç tane komşu kompartımanın bu yaralanmaya dahil edildiğini göstermektedir.

Benzer şekilde, (1,2) olarak numaralandırılmış üçgen ile kompartıman birden başlayarak iki adet kompartımanın, ① ve ②, yaralandığı durumu içermektedir.

Gösterilen 5 kompartımanlı gemi için toplam 15 adet olası, devamlı ve bölünmesiz yaralanma senaryosu vardır. Beş adet tek kompartıman, dört adet iki komşu kompartımanın, üç adet üç komşu kompartımanın, iki adet dört komşu kompartımanın ve bir adet bütün beş komşu kompartımanın yaralanma durumu vardır. Bütün bu 15 adet yaralanma senaryosu Şekilde 5.1 diyagramda bulunan üçgen ve paralel kenarlar ile gösterilmektedir.



Şekil 5.1 Olası Yaralanma Durumlarının Diyagram Yardımı İle Gösterilmesi.

Üçgenler (1,1), (2,1), (3,1), (4,1) ve (5,1) - tek kompartımanın yaralanması

Paralelkenarlar (1,2), (2,2), (3,2) ve (4,2) - iki komşu kompartımanın yaralanması

Paralelkenarlar (1,3), (2,3) ve (3,3) - üç komşu kompartımanın yaralanması

Paralelkenarlar (1,4) ve (2,4) - dört komşu kompartımanın yaralanması

Paralelkenar (1,5) - bütün kompartımanların yaralanması

Kuralların uygulanması amacıyla, çok uzun yaralanma boylarının olma olasılığının çok düşük olması kabulünden hareketle olasılıklar sıfır olarak alınabilir. İstatistiksel veriler göz önüne alındıklarında $0.24.L_s$ üzerindeki yaralanma boylarının olma olasılıkları ihmal edilebilir.

Sonuç olarak yaralanmanın sadece OAF1 trapezi içerisinde kalacak şekilde olacağı kabul edilir ve bu trapez içindeki her bir üçgen ve paralelkenar için p yaralanma olasılığı değeri

sıfırdan farklıdır. Doğal olarak bütün yaralanma olasılıklarını taşımasından dolayı OAF1'nin alanı bütünlüğü göstermeli; yani $\Sigma p = 1$ olmalıdır.

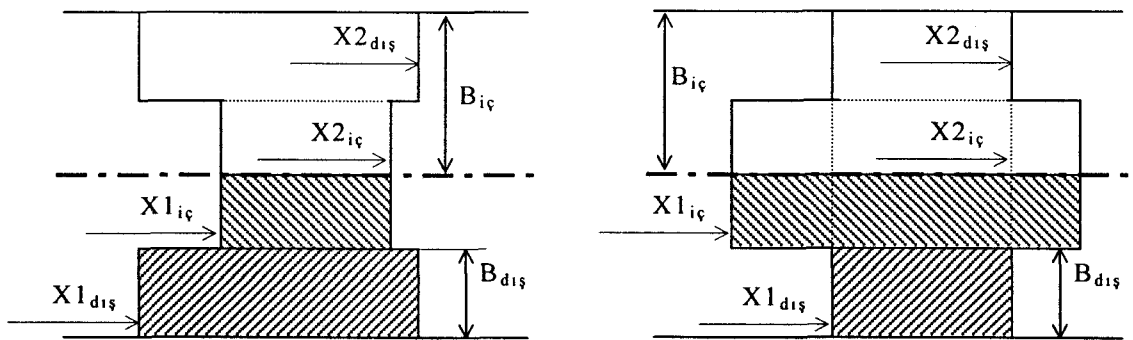
5.1.2 Enine ve boyuna perdeler ile bölmelendirme

Gemilerde enine perdelerin yanında boyuna perdelerin de kullanılması sıkça görülmektedir. Bölmelendirme indeksinin hesaplanmasında kullanılacak yöntemin bu konuyu da içine alması oldukça önemlidir. Ayrıca enine perdelerde adımlar mevcut ise yaralanmanın bu adımlara kadar olan nüfuzunun olasılığında hesaplanması gereklidir. A.265 tarafından verilen hesaplama yöntemlerinde olası perdelerdeki girintiler ihmal edilmiştir. Hesaplamaların doğru olarak yapılabilmesi için “p” ve “s” faktörlerinin hesaplanmasında aşağıdaki iki kısmın beraberce yapılması gerekmektedir:

- i. Öncelikle bordadan ilk boylamasına sınıra olan yaralanma nüfuzunun hesaplanması,
- ii. Sonra da bu ilk boylamasına sınırdan sonraki sınıra kadar olan nüfuzun hesaplanmasıdır.

Şekil 5.2 incelendiğinde anlaşılabacaktır ki, genel olarak bir kompartımana ya da bir kompartıman grubuna gelen yaralanmanın hesaplanmasından indeks A'ya gelen katkının hesaplanmasında, ilk olarak dış bölgenin yaralanacağı $B_{dış}$ derinlikli nüfuz dikkate alınır. Daha sonra bir sonraki boylamasına sınır olan iç bölgenin beraberce yaralanmasına sebep olan $B_{iç}$ derinlikli nüfuz dikkate alınır.

Her bir alanın yaralanma olasılığının hesaplanması için alanların kendine ait ayrı sınır koşulları belirlenmelidir. Burada kullanılan X_1 ve X_2 yaralanma bölgelerinin gemi kıçından olan sırasıyla başlangıç ve bitiş uzaklıklarını göstermektedir.



Şekil 5.2 Çeşitli Kompartıman ya da Kompartıman Grubu Sınırlarının Gösterimi.

5.1.3 Yatay perdeler ile bölmelendirme

Yolcu gemisi kurallarının geliştirilmesi sürecinde her zaman için yaralanmanın yatay uzantısına hiç bir sınır konulmamıştır. Buna karşılık kargo gemileri için geliştirilen yaralanma kuralları içerisinde (IMO, 1990), geminin draftının yeterince üzerinde olan bölmelendirmelerden gelecek faydalar hesaba katılmaktadır.

Yatay olarak yerleştirilen su geçirmez bölmenin yüksekliği, H olarak alınsın. Bu yatay perde eğer, $H > H_{\max}$ ise % 100 efektif hale gelmektedir. Bunun anlamı, yaralanmanın bu yükseklikteki bölmelere ulaşması olasılığı ihmal edilecek kadar azdır. Burada $H_{\max}$, karşılaşılabilecek en yüksek düşey yaralanma uzantısıdır.

Buna karşılık, eğer $H < H_{\max}$ ise, ancak draftdan yeterince yukarıda olması durumunda, baskın sularının yayılımının yaralanma bölgesi için sınırlanmış olacağı kabul edilir. Bunun hesaplanmasında diğer yaralanma uzantılarının hesaplanması gibi mevcut yaralanma arşiv bilgilerinin değerlendirilmesinden elde edilen dağılım fonksiyonları kullanılmaktadır. Yatay bölmelendirmenin hesaba katılması geliştirilen “v” faktörünün çeşitli yaralanma yüksekliklerinin değerlendirilmesinde “s” faktörü ile beraber kullanılmasıdır.

5.2 Yaralı Gemi Stabilesini Hesaplama Yöntemleri

Yaralı gemi stabilesi aslında farklı konuları da içine alan geniş anlamli bir terimdir. Geminin, bir ya da birden fazla kompartımanının yaralanmasından sonraki trim, meyil ve batma miktarındaki değişimlerin hesaplanması gereklidir. Ayrıca geminin başlangıç halindeki stabilesi, deplasmanı ve yüzme durumunun hesaplanmasını da içermektedir. Yeni standartlar yaralanma sonrasındaki GZ eğrisinin karakteristikleri üzerine olduğundan, GM değerinin de kullanımı tamamen ortadan kalkmamıştır. Çünkü yaralı gemi standartlarına uyan koşuldaki GM değeri ile geminin başlangıç stabilesine geri dönülerek yükleme ve seyir sınırları belirlenebilir. Yaralı gemi stabilesinin hesaplanmasında kullanılan iki temel yöntem vardır:

Kayıp sephiye yöntemi: Bu yöntemde, geminin ilgili kompartımanlarının denize açık olduğu ve böylece sephiyesini kaybettiği kabul edilir. Bu yöntem geminin yaralanmadan sonraki denge durumunu modellemektedir. Bu nedenle yaralanmanın ara evrelerinin hesaplanması

mümkün olamamaktadır. Sadece son denge durumunun hesaplanması yapılabilir. Bunlara ilave olarak geminin su hattı üzerindeki herhangi bir yapısı yaralanma hesaplarına katılamamaktadır.

İlave ağırlık yöntemi: Bu yaklaşımda deniz suyu ilgili kompartımanlara ilave edilmektedir. Başlangıç stabilite ve hidrostatik değerlerinin kullanılması ile gemideki trim, meyil ve batma miktarındaki değişimler hesaplanmaktadır. Bu yöntem, su basmasının evrelere bölünerek modellenmesi ve su hattı üzerindeki hacimlerin de modele dahil edilmesi bakımından uygundur.

5.3 Deterministik stabilite kurallarının zayıf noktaları

Prensipte SOLAS iki kompartıman kurallarını sağlayan bütün gemiler için sakin suda ve kargo kaymasının olmayacağı durum için gerçekte oldukça iyi bir güvenlik seviyesi sağlamaktadır.

Bununla beraber “Herald of Free Enterprise” kazasından sonra yapılan araştırmalarda, pratik olarak açıkça gösterildiği gibi modern RoRo araba/yolcu gemilerinin, dalga yüksekliğinin 0.5 m-1.0 m den yüksek olması durumunda, SOLAS tarafından getirilen yandan yaralanma durumlarında araba güvertesinin hızla su ile dolması sonucunda alabora olarak bataabileceklerini göstermektedir.

Mevcut deterministik düzenlemeler beraberinde çeşitli zayıf noktalar getirmektedir. Pek çok örneğini gördüğümüz, gemilerin dalgalar etkisinde deniz suyunun güvertede toplanmasıyla kaybı olaylarından da anlaşıldığı üzere, bu gemilerin dalgalı denizde yaralanmaları; bölmelenmemiş geniş güverteler için her zaman büyük bir risk taşımaktadırlar. Bir de buna kargonun yer değiştirmesinin etkisi katılırsa geminin, yolcu ve personeli tahliye edecek vakit kalmadan hızlı bir şekilde batmasına neden olacaktır.

Deterministik yaralanma tanımının arkasındaki problemler: Zorunlu olarak alınması gereken sabit yaralanma açıklığı boyutları. Yaralanma boyutları (4.4) ve (4.5)’den hesaplanmaktadır. Tek kompartıman standardı belki de tek başına en büyük tehlikeyi içermektedir. Olasılık hesaplarının da göstermiş olduğu gibi, geminin maruz kalacağı yaralanmaların en azından bir bölmelendirme perdesine gelme olasılığı % 70 değerinden daha fazla olmaktadır.

B/5 hattının yaralanmanın enine derinliğine getirilen sınırlaması, hem kargo hem de yolcu gemisi kurallarında kullanılmalıdır. IMO'nun A.265 sayılı önergesinde de verildiği üzere yaralanmaların yaklaşık olarak % 50'si B/5 hattının ötesine geçmektedir.

Dip yaralanmalarının çift-dibi geçmesi: Dip yaralanmaları SOLAS kurallarında oldukça yüzeysel olarak tanımlanmış, sadece çift-dip konulmasını söyleyip, yükseklik değerleri her ülkenin kendi idari makamlarına bırakılmıştır. Yaralanmanın çift-dibi aşması açıkçası gemi için gerçekten tehlikeli bir durum teşkil etmektedir.

Yaralanan ya da açık unutulmuş kaporta ya da diğer açıklıklar: Bu türlü açıklıklardan girip tekneyi basacak deniz suyu, geminin küçük ölçekli bir yaralanma da bile kolayca kaybına neden olabilir. Özellikle ağır deniz koşullarında açık güvertelerdeki açıklıkların su geçirmezlik işlevlerini yitirmesi güvertelere biriken dalgaların ve yağışın etkisi ile gemi bünyesine su alınmasına sebep olacaktır.

Su geçirmez kaportaların açık unutulması: Su geçirmez kaportaların açık unutulma riski her zaman için ayrı olarak dikkate alınması gereken bir konudur. Bütün kuralların yasaklamasına ve yaşanan kazalara rağmen hala pek çok gemide bu tür kaportaların seyir esnasında açık bırakılmasına rastlanmaktadır. Ayrıca yaralanmanın bu kaportalardan birine rastlaması durumunda, kaportaların genelde büyük boyutlarda olduğu düşünülürse, yaralanmanın üst güvertelerde yaratacağı su basma riski çok yüksek olacaktır. Yaralanma sonunda kaportalarda meydana gelecek deformasyonlardan dolayı kapatılmaları da mümkün olmayacaktır.

Yükün yer değiştirmesi: Özellikle boyuna bölmelendirmenin olmadığı gemilerde yükün yer değiştirmesi gemi stabilitesinin kaybında önemli rol oynamaktadır. Daha çok aşırı deniz koşullarında yüklerin bağlantı tertibatlarındaki yetersizliklerden dolayı yer değiştirmesi mümkün olmaktadır. Yükün enine doğrultuda yer değiştirmesi sonucunda gemide bir meyil açısı oluşacaktır.

Dahili su basması: Gemi teknesi içindeki bölmelere denize açık olmayan yaralanmalardan dolayı su basma olayı gemi kayıplarında genelde oldukça küçük bir etki teşkil etmektedir. Suyun bulunduğu tankdan başka bir bölmeye boşalması olayındaki tek etki geminin ağırlık merkezinin değişimi olarak düşünülebilir.

Dalgaların dinamik etkisi: Geminin kurtulması kriterleri durgun suda hesaplanmış GZ eğrisine bağlanmıştır. Üst güvertelerin su basması tamamen ihmal edilmiştir. Genel olarak SOLAS 90 sertifikalı bir geminin 1-2 metre dalga yükseklikleri için ancak yeterli olduğu söylenebilir.

Bütün bunlara ilave olarak şunu da belirtmek gerekir ki, kullanılan yöntemin de stabilite hesaplamalarında oldukça önemli etkisi mevcuttur. Bütün hesaplama işlemi her şekilde idealleştirilmiş olup, en yaygın kabullerden birisi yaralanmadan sonraki bütün su basma durumlarındaki su yüzeyinin her bölmede aynı olmasıdır.

İlerleyen su baskını durumunda boru ya da kanallar ile birbirine bağlanmış tank ve hacimlerin su basması hesaplamalarında da bazı kabüller yapılmıştır. Karşılıklı bağlantı kanallarının ani olarak su akışına izin verdiği kabul edilip hava yastıklarının karşılıklı bağlantılarının da ihmalî söz konusudur.

5.4 Olasılık Hesaplarına Dayalı Yöntem

Uzun sürelerdir IMO üyesi ülkeler arasında giderek artan bir şekilde minimum bölmelendirme düzenlemelerinin verildiği SOLAS kurallarına karşı olan güvensizlik ve ardı arkası kesilmeyen hızlı gemi kayıpları karşısında yeni yöntem ve standartlar aranmaya başlanılmıştı.

1960'lı yılların sonuna doğru Prof. Wendel tarafından ortaya atılan geminin bölmelendirilmesine yeni bir boyut getiren fikirler IMO tarafından oldukça büyük ilgi görmüştür. Yapılan çalışmalar sonunda yolcu gemisi kurallarına alternatif olarak getirilen ve olasılık yöntemine dayalı bölmelendirme ve stabilite kuralları diye bilinen yeni kurallar seti oluşturulmuştur.

Bu yöntemin içine aldığı temel kabüller oldukça basit şekilde aşağıdaki gibi açıklanabilir. Gemi bünyesinde su basmasına sebep olan bir yandan yaralanma durumunda:

“p” diye adlandırılan belirli bir kompartımanın (veya bir kompartıman grubunun) yaralanma olasılığı vardır; $(0 < p \leq 1)$

“s” diye adlandırılan, yukarıda bahsi geçen yaralanma sonunda geminin koşullara bağlı bir “kurtulma olasılığı” hesaplanabilir; $(0 \leq s \leq 1)$

Bütün olasılıkların çarpımlarının ($p \times s$), bütün olası yaralanma durumları ve servis draft değerleri için bir araya getirilmesi ile toplamda “*Hedeflenen Bölmelendirme İndeksi*” A hesaplanabilir. Bu toplam indeks değerini (5.1)'deki ifadeyle hesaplamak mümkündür.

$$A = \sum p \times s \quad (5.1)$$

Belirli bir dizayn için, “p” faktörünün hesaplanmasında sadece ilgili kompartıman ya da kompartıman grubunun su geçirmez sınırlarının kullanılmasından dolayı, drafttan bağımsız olarak değerlendirilir. Diğer taraftan “s” faktörü direkt olarak draft değerine bağlıdır.

Geminin yandan alacağı bir yaralanma çizelge 5.1’de verilen parametreler ile tanımlanabilir. Buradaki ilk üç parametre drafttan bağımsızdır.

Parametre	İlgili faktör
Yaralanmanın merkez konumu, gemi kıçından	A
Yaralanmanın boylamasına uzantısı	P
Yaralanmanın bordadan içeriye nüfuzu	R
Yaralanmanın üst limiti	V

Çizelge 5.1 Yaralanma parametreleri ve ilgili faktör tanımı.

Unutulmamalıdır ki, “İndeks A” sadece yandan alınan yaralanma durumları için kullanılmaktadır. Geleneksel olarak gemiler, dip ve karaya oturma yaralanmalarına karşı belirli bir minimum çift-dip yüksekliğinin kullanılması ile korunmaktadır. Ayrıca geminin en uç kısımlarındaki yaralanma durumları (geminin başka bir gemiye baş tarafı ya da kıç tarafı ile vurması) için hala deterministik yöntemler kullanılmaktadır. Gemi nihayetleri ve dip yaralanmaları için kullanılan ampirik formüller en optimum yöntem olarak kabul edilmektedir.

Bölmelendirme seviyesinin belirlenmesinde kullanılacak ideal yöntemin, geminin düşey, boylamasına ve enine perdelerini hesaba pratik ve yeterince esnek olarak katabilecek düzeyde olması istenmektedir.

5.5 Olasılık yönteminde kullanılan faktörler ve indeks A'nın hesaplanması

5.5.1 Tanımlar

5.5.1.1 Alt bölmeleme yük hattı

Alt bölmeleme yük hattı, geminin alt bölmelemesinin belirlenmesinde kullanılan bir su hattıdır.

5.5.1.2 En derin alt bölmeleme yük hattı

En derin alt bölmeleme yük hattı, gemi için tespit edilmiş yaz draftına tekabül eden alt bölmeleme yük hattıdır.

Bu tanım, tropikal, kereste v.s. olarak tespit edilen diğer yük hatları altında müsaade edilir en derin draft için geminin yüklenmesini zorunlu kılmaz.

5.5.1.3 Kısmi yük hattı

Kısmi yük hattı, light ship draftına, en derin alt bölmeleme su hattı ile light ship draftı arasındaki farkın % 60'ının eklenmesi ile elde edilir.

Kısmi yük hattını temsil eden d_p draftı, metre olarak aşağıdaki formülle ifade edilir.

$$d_p = d_{ls} + 0,6.(d_l - d_{ls}) \quad (5.2)$$

d_l : En derin alt bölmeleme yük hattını temsil eden draft (m)

d_{ls} : Light ship draftı (m)

5.5.1.4 Alt bölmeleme boyu “ L_S ”

Alt bölmeleme boyu L_S , en derin alt bölmeleme yük hattında, güvertelerde veya güverte altlarındaki geminin dikey uzantılarıyla sınırlı, en büyük projeksiyon kalıp uzunluğudur.

5.5.2 Gerekli Alt Bölmeleme İndeksi “ R ”

Bu düzenlemeler, geminin minimum alt bölmeleme standardıyla imal edilmesini hedef almıştır. Üretim için alt bölmeleme derecesi, aşağıda olduğu gibi gerekli alt bölmeleme indeksi yoluyla incelenebilir.

L_S boyu 100 m’nin üzerindeki gemiler için;

$$R = (0,002 + 0,0009L_S)^{1/3} \quad L_S(m) \quad (5.3)$$

80 m’den uzun fakat 100 m’nin altındaki L_S boyuna sahip gemiler için;

$$R = 1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{L_S}{100} \frac{R_0}{1 - R_0}\right)} \quad (5.4)$$

Burada R_0 , boyu 100 m’nin üzerindeki gemiler için hesaplanan R değeridir ve L_S ’nin birimi metredir.

5.5.3 Hedeflenen Alt Bölmeleme İndeksi

5.5.3.1 Hedeflenen alt bölmeleme indeksi A , 5.5.2’ye göre hesaplanan gerekli alt bölmeleme indeksinden küçük olamaz.

Gemi merkez hattına göre tam bir simetrisinin olduğu ana tekne, yaralı stabilite hesaplarında sephiye için avantaj sağlayan yapılar, yaralı stabilite hesapları için su basmasının uzantılarıyla sınırlı iç alt bölmeler, iskele veya sancak tarafta farzedilen yaralanmalardan her biri eşit A değeri üretir.

Tam bir simetrisinin olmadığı hallerde, A için iki hesap yapılır. Biri iskele, diğeri sancak tarafı yaralı olarak farzeder. İki tarafı içeren hesaplamalardan elde edilen ortalama değeri kullanılır.

5.5.3.2 Hedeflenen alt bölmeleme indeksi A, gemi için aşağıdaki formül yoluyla hesaplanır:

$$A = \sum p_i x s_i \quad (5.5)$$

Burada;

i : Hesaba dahil edilen kompartıman veya kompartıman gruplarını temsil eder.

p_i : Yalnızca su basmasına maruz kalabilecek kompartıman veya kompartıman gruplarının olasılık hesaplarıdır. Hiçbir yatay bölmelemeyi gözönünde bulundurmaz. p_i drafttan bağımsızdır fakat r faktörünü içerir.

s_i : Herhangi bir yatay alt bölmeleme etkilerini de içeren, kompartıman veya kompartıman gruplarının su basması sonrası hayatta kalma olasılık hesaplarıdır. s_i drafta bağlıdır ve v faktörünü içerir. Ayrıca d_l ve d_p draftlarında hesaplanan s faktörlerinin ortalamasını kabul eder.

A ve R indisleri gibi sonuç değerler en az 3 dijitle hesaplanırken (p_i, s_i) hesaplamalarında 5 dijit kullanılması tavsiye edilir.

5.5.3.3 A'nın hesaplanmasında seviye trim kullanılır. Herhangi bir gemi için omurgayı da içeren dizayn su hattı, seviye trim için bir referans olarak kullanılır.

Yukarıdaki formülle gösterilen toplam, tek bir kompartıman veya iki ya da daha çok bitişik kompartımanı içeren su basmasının bütün durumları için geminin uzunluğunu baz alır. Bu toplam sadece hedeflenen alt bölmeleme indeksi A'nın değerine katkıda bulunan su basması durumlarını kapsar.

5.5.3.4 Kanat (yan) kompartımanların dolması durumunda yaralanmanın bütün senaryoları formülle ifade edilen toplama katkıda bulunur. Ayrıca geminin merkez hattına uzanan

dikdörtgensel bir penetrasyon yaptığı farzedilen fakat herhangi bir merkez perdede yaralanmayı içermeyen bitişik iç kompartıman veya kompartımanlar ve bir kanat kompartımanı veya kompartımanlarını aynı anda su basmasının bütün durumları için de sonuçlar toplama dahil edilir.

5.5.3.5 Yaralanmanın farzedilen dikey uzantısı, kaide hattı üstünden su hattı veya daha yukarıdaki herhangi bir su sızdırmaz enine alt bölmeye kadar olan uzantıdır. Ancak daha aşağıdaki bir uzantı daha ciddi bir sonuç doğuracaksa bu uzantı ele alınabilir.

5.5.3.6 Eğer borular, havalandırma kanalları veya tüneller farzedilen su basmış kompartımanlara yerleştirilirse, farz edilen su basmasının diğer kompartımanlara ilerlemesini engelleyecek şekilde yerleşimler yapılmalıdır. Ancak bu kompartımanlara ilave su basması eğer alaboraya ve geminin batmasına yol açmayacaksa kurallar buna müsaade edebilir.

5.5.4 p_i Faktörünün Hesabı

5.5.4.1 p_i faktörü, aşağıdaki notasyonları kullanarak 5.5.4.2'ye göre yaklaşık olarak hesaplanır.

$X_1:L_S$ 'nin kıç taraftaki sınırından başa doğru, kompartımanın kıç taraftaki sınırına olan metre cinsinden mesafedir.

$X_2:L_S$ 'nin kıç taraftaki sınırından başa doğru, kompartımanın baş taraftaki sınırına olan metre cinsinden mesafedir.

$$E_1 = \frac{X_1}{L_1} \quad (5.6)$$

$$E_2 = \frac{X_2}{L_2} \quad (5.7)$$

$$E = E_1 + E_2 - 1 \quad (5.8)$$

$$J = E_2 - E_1 \quad (5.9)$$

$$J' = J - E; \quad E \geq 0 \quad (5.10)$$

$$J' = J + E; \quad E < 0 \quad (5.11)$$

$J_{\max}$: Maksimum boyutsuz yaralanma uzunluğu

$$J_{\max} = \frac{48}{L_s}; \quad \text{fakat } 0,24' \text{ten büyük olamaz.} \quad (5.12)$$

a: Gemi boyunca yaralı bölgenin farzedilen dağılım fonksiyonu

$$a = 1,2 + 0,8.E; \text{ fakat } 1,2' \text{den büyük olamaz.} \quad (5.13)$$

F: Gemi boyunca yaralı bölgenin farzedilen dağılım fonksiyonu

$$F = 0,4 + 0,25.E (1,2 + a) \quad (5.14)$$

$$y = \frac{J}{J_{\max}} \quad (5.15)$$

$$p = F_1 \cdot J_{\max} \quad (5.16)$$

$$q = 0,4.F_2.(J_{\max})^2 \quad (5.17)$$

$$F_1 = y^2 - \frac{y^3}{3}; \quad y < 1 \text{ ise} \quad (5.18)$$

$$F_1 = y - \frac{1}{3}; \quad \text{diğer durumlarda} \quad (5.19)$$

$$F_2 = \frac{y^3}{3} - \frac{y^4}{12}; \quad y < 1 \text{ ise} \quad (5.20)$$

$$F_2 = \frac{y^2}{2} - \frac{y}{3} + \frac{1}{12}; \text{ diğer durumlarda} \quad (5.21)$$

5.5.4.2 p_i faktörü her bir tekil kompartıman için incelenir.

Eğer kompartımanın bütün gemi boyunca (L_s) uzandığı düşünülüyorsa;

$$p_i = 1$$

Eğer kompartımanın kış taraftaki sınırı, L_S boyunun kış taraftaki sınırına isabet ediyorsa;

$$p_i = F + 0,5.a.p \quad (5.22)$$

Eğer kompartımanın baş taraftaki sınırı, L_S boyunun baş taraftaki sınırına isabet ediyorsa;

$$p_i = 1 - F + 0,5.a.p \quad (5.23)$$

Eğer kompartımanın iki sınırı da, L_S boyunun sınırları içinde kalıyorsa;

$$p_i = a.p \quad (5.24)$$

5.5.4.3 Kanat kompartımanlar dolduğunda, bir kanat kompartımanı için p_i değeri, su basmayacak iç hacimlerin olasılığını temsil eden, aşağıdaki formülle hesaplanan r azaltım faktörü yoluyla 5.5.4.4'te incelendiği gibi bu değerle çarpılarak elde edilir.

Bir yan tankı ve bitişik kompartımanı aynı anda su basması durumu için p_i değeri, bu paragraftaki formülü kullanarak $(1 - r)$ ile çarpmak yoluyla elde edilir.

Azaltım faktörü r , aşağıdaki formülle hesaplanır:

$J \geq 0,2.b / B$ için ;

$$r = \frac{b}{B} \left(2,3 + \frac{0,08}{J + 0,02} \right) + 0,1 ; \quad b / B < 0,2 \text{ ise} \quad (5.25)$$

$$r = \frac{0,016}{J + 0,02} + \frac{b}{B} + 0,36 ; \quad b / B > 0,2 \text{ ise} \quad (5.26)$$

$J < 0,2.b / B$ için ;

$r = 1$; $J = 0$ için ve

$J \geq 0,2.b / B$ için uygun gerekli değer, $J = 0,2.b / B$ şeklinde hesaba dahil edilir.

b : p_i faktörünün hesabında kullanılan boyuna limitler arasında uzanan, boyuna perde ile karina arası, en derin alt bölmeleme yükünde merkez hattına dik açıyla ölçülen, metre cinsinden ortalama mesafedir.

5.5.4.4 Tekil kompartımanlar için p_i 'nin değerlendirilmesi amacıyla 5.5.4.1 ve 5.5.4.2'deki formüller aynen uygulanır.

Kompartıman grupları için p_i faktörünün değerlendirilmesi ise aşağıdaki formüllere göre ele alınır:

İkili kompartımanlar için;

$$p_i = p_{12} - p_1 - p_2$$

$$p_i = p_{23} - p_2 - p_3 \quad \text{v.b.} \quad (5.27)$$

Üçlü kompartıman grupları için;

$$p_i = p_{123} - p_{12} - p_{23} + p_2$$

$$p_i = p_{234} - p_{23} - p_{34} + p_3 \quad \text{v.b.} \quad (5.28)$$

Dörtlü kompartıman grupları için;

$$p_i = p_{1234} - p_{123} - p_{234} + p_{23}$$

$$p_i = p_{2345} - p_{234} - p_{345} + p_{34} \quad \text{v.b.} \quad (5.29)$$

Üçlü veya daha fazla bitişik kompartıman grubu için p_i faktörü, eğer söz konusu grubun boyutsuz uzunluğu eksi grup içindeki daha sonraki kompartımanların boyutsuz uzunluğu $J_{\max}$ değerinden büyük ise sıfıra eşittir.

Özellikle iki veya daha fazla bitişik kompartımanlı gruplar için b değeri, bu gruptaki bütün kompartımanlar için aynı alınır.

5.5.5 s_i Faktörünün Hesabı

5.5.5.1 s_i faktörü, 5.5.5.2'den 5.5.5.9'a kadar ifade edilen gereksinimlere göre herbir kompartıman veya kompartıman grupları için incelenir.

5.5.5.2 Genelde herhangi bir başlangıç yükleme durumundan su basmasının herhangi bir durumu için s_i değerlendirilir.

$$s_i = C \cdot \sqrt{0,5(GZ_{\max})(range)} \quad (5.30)$$

$$C = 1 ; \text{ eğer } \theta_e \leq 25 \text{ ise} \quad (5.31)$$

$$C = 0 ; \text{ eğer } \theta_e > 30 \text{ ise} \quad (5.32)$$

$$C = \sqrt{\frac{30 - \theta_e}{5}} ; \text{ diğer durumlarda} \quad (5.33)$$

$GZ_{\max}$: Aşağıda verilen bölge (menzil) içindeki maksimum pozitif doğrultma kolu (metre). Fakat 0,1 m'den fazla olamaz.

$range$: Denge açısının ötesindeki pozitif doğrultma kolları bölgesi (derece). Fakat 20 'den büyük olamaz. Ancak bu menzil suya giren açıklıkları su sızdırmaz biçimde kapatılmasının mümkün olmadığı açıda tahrip olur.

θ_e : Meyilin son denge açısı (derece)

5.5.5.3 $s = 0$, İlerleyen su basmasının yer alabileceği, açıklıkların alt kısmının batması, meyil ve trimin, batmanın hesaba katıldığı son su hattında.

Eğer son su hattı, ilerleyen su basmasının yer alacağı herhangi bir açıklığın alt kenarını batırırsa, s_i faktörü söz konusu su basmasının göz önünde bulundurulmasıyla yeniden hesaplanabilir. Eğer sonuç s_i değeri sıfırdan büyükse dA 'nın A indeksine olan pozitif katkısı hesaba katılabilir.

5.5.5.4 Her bir kompartıman veya kompartıman grupları için s_i faktörü, aşağıdaki gibi düşünülen drafta göre ağırlıklandırılabilir:

$$s_i = 0,5.s_l + 0,5.s_p \quad (5.34)$$

s_l : En derin alt bölmeleme yük hattındaki s faktörü

s_p : Kısmi yük hattındaki s faktörü

5.5.5.5 Çatışma perdesinin önündeki bütün kompartımanlar için s_i değeri, geminin en derin alt bölmeleme su hattında olduğu farz edilerek hesaplanır ve yaranın sınırsız dikey uzantısı 1'e eşittir.

5.5.5.6 Tespit edilen su hattının üzerinde bir yatay alt bölme dolarsa, 5.5.5.7'den 5.5.5.9'a kadar olan talimatlar uygulanır.

5.5.5.7 Daha alt kompartıman veya kompartıman grupları için s_i değeri, su basmayacak yatay alt bölmelerin üzerindeki hacimlerin olasılığını temsil eden 5.5.5.9'a göre v azaltma faktörü yoluyla 5.5.5.2'de tanımlanan değerin çarpılması yoluyla elde edilir.

5.5.5.8 Yatay alt bölmeleme üzerindeki hacimleri aynı anda su basması durumunda A indeksine pozitif katkı hallerinde, söz konusu kompartıman veya kompartıman grupları için sonuç s_i değeri, 5.5.5.7 yoluyla tanımlanan değerin artırılmasıyla elde edilir. 5.5.5.2'ye göre aynı anda su basması için s_i değeri $(1 - v)$ faktörü ile çarpılır.

5.5.5.9 olasılık faktörü aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$v_i = \frac{H - d}{H_{\max} - d} \quad (5.35)$$

H değeri $H_{\max}$ yüksekliği ile sınırlı ise, alt bölmeleme yük hattı üstünde, yatay alt bölmenin üzerine kadar farzedilen su basması için yukarıdaki formül kullanılır.

Eğer farzedilen yaralı bölmede yatay alt bölmenin üst sınırı $H_{\max}$ hattının altında ise; $v_i = 1$ alınır.

H: Yaranın dikey uzantı limiti olarak farzedilen kaide hattı üstünde yatay alt bölmenin metre cinsinden yüksekliği.

Kaide hattı üstünde yatay alt bölme yüksekliğinin sabit olmadığı yerlerde, kaide hattı üstünden yatay alt bölmenin en alt noktasının yüksekliği H'nin hesabında kullanılır.

$H_{\max}$: Kaide hattı üstünde yaranın maksimum dikey uzantısı (metre) veya

$$H_{\max} = d + 0,056.L_s.(1 - \frac{L_s}{500}); \quad L_s \leq 250 \text{ m} \quad (5.36)$$

$$H_{\max} = d + 7; \quad L_s > 250 \text{ m} \quad (5.37)$$

Yukarıdaki iki değerden küçük olanı kullanılır.

5.5.6 Permeabilite

5.5.6.1 Alt bölmeleme ve yaralı stabilite hesabı için herbir hacim veya hacim parçasının permeabilite değeri aşağıdaki tabloda belirtilmiştir:

Hacimler	Permeabilite
Ambarlar	0,60
Yaşam mahalleri	0,95
Makine daireleri	0,85
Boş hacimler	0,95
Kuru kargo	0,70

Çizelge 5.2 Permeabilite Değerleri

Sıvıların konulduğu hacimler için permeabilite değeri 0-0,95 arasında değişir. Hesaplarda hangi değere daha çok ihtiyaç duyuluyorsa o değer alınır.

Geminin bölmelendirme indeksinin hesaplanması kurallarda belirtildiği gibi belirli bir yöntem ile yapılır, (IMO, Resolution A.265 (VIII), 1974). Yöntemin gerçekçi olması için, kullanılan parametrelere bazı limitler öneri mahiyetinde getirilmiştir. Geminin 5'ten az ve 25'ten fazla olacak şekilde ana kompartımanlarla bölmelendirilmemesi ve aynı anda beşten fazla kompartımanın yaralanma durumlarının alınmaması tavsiye edilmektedir.

Eğer NAG, yaralandığı kabul edilen komşu kompartıman sayısı ve NAC, yaralandığı kabul edilen kompartıman grubundaki son kompartımanın numarası olarak alındığında ulaşılan bölmelendirme indeksi (5.38) ile hesaplanır.

$$A = \sum_{iag=1}^{NAG} \sum_{ia=1}^{NAC} dA, \quad (5.38)$$

Bu (5.2) ifadesindeki dA değeri, herbir yaralanma durumunun indeks A'ya katkısını vermekte olup (5.3) ifadesi ile hesaplanır. Kompartıman numaraları, bir numaralı kompartıman geminin en kış tarafındaki kompartıman olmak üzere verilir. Her bir “dA” değeri ise çizelge 5.3'te verilen faktörlerin çarpılması ile elde edilir.

Faktör	Kural No	Formül No
a	6(b)	III
p	6(c)	IV, V, VI, VII
r	7(b) & 7(c)	X
wt	6 (d) (ii)	IX
v	İlerki kurallarda uygulamaya girecek	
s	6 (d)(i) & (ii)	VIII, IX

Çizelge 5.3 dA'nin hesaplanmasında kullanılan faktörler.

$$dA = a . p . r . v . wt . s \quad (5.39)$$

Genel olarak dA 3, 6 ya da 12 kısımdan oluşmaktadır. Buna neden olarak aşağıdaki durumlar gösterilebilir:

- Yolcu gemileri kurallarında üç adet draft değeri üzerinden hesaplamalar yapılmaktadır. Bunun sonucunda “s” faktörü, draftların ağırlık faktörü ile çarpılmaktadır. Ağırlık faktörleri (5.40), (5.41) ve (5.42) olarak verilmektedir.

$$wt_1 = 0,45 ; \quad (5.40)$$

$$wt_2 = 0,30 ; \quad (5.41)$$

$$wt_3 = 0,22 ; \quad (5.42)$$

- Yaralandığı kabul edilen kompartımanlarda boyuna bölmelendirme perdelerinin bulunması durumunda, iki adet “r” faktörünün hesaplanması yapılır. Yaralanmanın boyuna perdeye kadar olan ve perdeden daha derine nüfuzu olasılıkları, $r_{dış}$ ve $r_{iç}$ olarak verilir.
- Yatay bir bölmelendirmenin dikkate alındığı durumda iki adet faktör, v_{alt} ve $v_{üst}$ hesaplanmaktadır.

Bunların bir araya toplanması durumunda bu faktörler (5.43) ifadesi ile matris formunda gösterilebilirler.

$$dA = \begin{bmatrix} apr_{ic} \\ apr_{dis} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} v_{alt} \\ v_{ust} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} wt_1 \\ wt_2 \\ wt_2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ s_3 \end{bmatrix} \quad (5.43)$$

5.6 Olasılık Hesaplarına Dayalı Yöntemin Zayıf Tarafları

İlk olarak 1960'lı yıllarda gelişen bu yöntemin en hassas olduğu nokta, kullandığı bilgilerin gerçekten dünya denizlerindeki gemi topluluğunu temsil edip etmediğidir. Bunun yanında belli başlı diğer noktalar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

Gerçekçi bir kurtulma faktörünün geliştirilmesi: Kargo ve yolcu gemisi yönetmeliklerinde kullanılan formüller ile hesaplanan s-faktörünün, geminin sakin suda hesaplanan statik stabilite değerlerinden hareketle geminin kurtulabilirliğini belirlemesi, başta dalgaların dinamik etkisi olmak üzere pek çok konunun ihmal edilmesine neden olmaktadır. Geminin tanımlanan bir yaralanma durumundan kurtulabilirliğini etkileyen pek çok etkenin var olduğu açık iken, bunu sadece GZ eğrisine bakarak değerlendirmek olasılık yöntemi ile yapılan bütün yaralı gemi stabilite değerlendirmesinin zayıf kalmasına sebep olmaktadır (Vassalos.vd., 1997). Mevcut yöntem gemilerin kaybına neden olan en önemli etkenin “Dalga Yüksekliğinin”, stabilitenin bozulmasına neden olup kayıpları hızlandıran “Yükün Yer Değiştirmesinin” ve insan hatalarından dolayı olabilecek yanılmalar, hesaplamalar sırasında göz önüne alınmamıştır.

Gerekli İndeks'in belirlenmesi: Gerekli indeks'in belirlenmesi bir bakıma, politik bir seçim olmaktadır. Oluşturulması gerekli görülen güvenlik seviyesi yolcu gemilerinde ve savaş gemilerinde, gemideki (risk altındaki) insan sayısına göre belirlenmekte, ancak kargo gemilerinde ise bu geminin boyuna bağlı olarak geliştirilmiş formüller yardımı ile tespit edilmektedir. Bunun daha gerçekçi ve bilimsel olarak belirlenmesi gereklidir.

Hesaplamalarda dikkate alınan gemi draftı: Yolcu gemisi ve savaş gemisi için kullanılan A.265 nolu önergede hesaplar üç adet draft üzerine iken kargo gemileri için sadece iki adet

draft kullanılmaktadır. Geminin operasyonu boyunca draft değişimi dikkate alındığında, özellikle Kargo gemilerinde kullanılan iki draftın yetersiz olduğu da çok açıktır. Bu durumun yeniden incelenerek gemilerin operasyonu boyunca kullanacakları draft varyasyonlarına uygun değerlerin hesaplamalarda kullanımı gereklidir.

Permeabilite değerleri: Yukarıda bahsedilen draft durumlarına uygunluk sağlayan yükleme durumlarının gereği özellikle yük ambarlarında, balast ve tank gibi hacimlerdeki değişimleri hesaba katabilecek değerlerin geliştirilmesi gereklidir. Özellikle farklı yük çeşitlerinin getirdiği permeabilite değerlerinin atanması aynı zamanda da kullanımı basit olması istenen bir yöntemin geliştirilmesi gereklidir.

Yaralanmanın yatay uzantısı: Yolcu gemilerine ve savaş gemilerine uygulanan olasılık yöntemi, yaralanmanın yatay uzantısında herhangi bir sınırlamaya izin vermemektedir. Bu nedenle su hattı üzerindeki herhangi bir su geçirmez güvertenin getireceği avantajlardan tamamen uzak kalınmıştır. Aksine, su hattı üzerindeki düşey bölmelendirmelerin, açık avantajlarından dolayı teşvik edilmesi gerekmektedir.

6. TOPLAM STABİLİTE DEĞERLENDİRMESİ

Toplam stabilite değerlendirmesi geminin sahip olduğu bölmelendirmeyle olası bir kazaya maruz kalmadan ve sonra batmadan kurtulabilme kabiliyetinin belirlenmesini amaçlamaktadır. Gemilerin mevcut kurallar ve bilinen nümerik yöntemler yardımı ile incelenmesini içeren bir işlemdir.

Yaşanan kötü kazaların ardından gemilerin standartlarının geliştirilmesinde uluslararası alanda varılan ortak görüş doğrultusunda mevcut seferdeki gemilerin standartlarının arttırımı söz konusu olmuştur. Burada konu daha güvenli bir dizaynın geliştirilmesinden ziyade, mevcut bir geminin güvenlik seviyesinin ölçülmesi ve gerekli güvenlik arttırıcı yöntemlerin uygulamaya alınmasıdır.

Yöntem, geminin stabilite standartlarını sağlayıp sağlamadığının kontrol edilip gerektiğinde bilinen yöntemler ile zayıf noktalarının geliştirilmesi için gerekli olan basamakları tanımlar. Başlıca bilinen ve kullanılan yöntemler: *SOLAS Kuralları*, *Stockholm Antlaşması (SOLAS 90+50)*, *Olasılık Metodu (A.265(VIII))*, *Nümerik Testler* ve *Fiziki Model Testleri* olarak sayılabilir. Bu kurallar ve stabilite ölçüm yöntemleri, bu tezin daha önceki bölümlerinde incelenmiştir.

6.1 Kullanılan Algoritma

Toplam stabilite değerlendirmesinde kullanılan algoritma için mevcut kurallar ve bilinen yöntemlerin nasıl bir araya getirildiği kontrol ve karar prosedürü akış diyagramı ile gösterilebilir (Şekil 6.1). Unutulmamalıdır ki, algoritmada yer alan kurallar ve yöntemler yenileriyle değiştirilebilir ya da ilaveler yapılabilir.

Yapılan ilk işlem geminin bilgilerinin alınmasını, son işlem ise ulaşılan analiz sonuçları ve kararın gemi işletmecisine rapor edilmesini içermektedir. Algoritma boyunca yapılması gerekli kontroller ve geri beslemeler verilmiştir. Her adımın alt grupları ilgili kurallar ya da kullanılan yöntemin içeriğine göre değiştiğinden alt gruplar burada verilmemiştir.

Geminin toplam stabilitesinin değerlendirilmesinde kullanılan algoritmanın içerisindeki kontrol ve karar prosedürünün başlıca hedefi, mevcut gemilerin standartlarının global standart olarak kabul edilen SOLAS standartlarına ulaştırmak olarak düşünüldüğünden kontroller direkt olarak SOLAS kuralları üzerine yapılmıştır.

Geminin bölmelendirmesinin kontrolünde kullanılan basitleştirilmiş olasılık hesapları formu olan $A/A_{\max}$ hesaplamaları sırasında ayrıca geminin A.265 hesaplamaları da yapılmaktadır. Çünkü olasılık hesaplarında, deterministik yöntemdeki geminin kuralları “sağlıyor/sağlamıyor” mantığından ziyade bir derecelendirme verilmektedir. Böylece dizaynın genel olarak kötü, iyi, çok iyi ya da istenilen standardın üzerinde diyebilecek şekilde “İndeks” değeri ile karşılaştırılması mümkün olmaktadır.

6.2 Değerlendirme Metodu

Geminin stabilite standartlarının artırılmasında kullanılacak yöntemin belirlenmesinde sadece yaralanma stabilitesi yönünden getireceği fayda değil, ayrıca bu yöntemin gemiye uygulanmasındaki zorluklar ve işletim kısıtlamalarının da belirlenmesi gereklidir. Bunun yapılması için her yöntemin ele alınmasında aşağıdaki niteliklere göre değerlendirme yapılmalıdır:

- Kavram olarak uygulanabilirliği
- Tesisinde karşılaşılabilecek zorluklar
- İşletim ömrü
- Taşıma kapasitesine etkisi
- Güvenilirlik ve bakımı
- Acil durum kullanımı
- Mürettebat
- Edinme ve tesis zamanı
- Maliyet

6.2.1 Kavram olarak uygulanabilirliği

Yöntemin kullanımının değerdendirilmesinden önce incelemedeki gemiye ve çalışma sistemine uygunluğuna karar verilmesi gereklidir. Eğer sisteme uygulanması uygun ise detaylı incelemeye geçilmelidir.

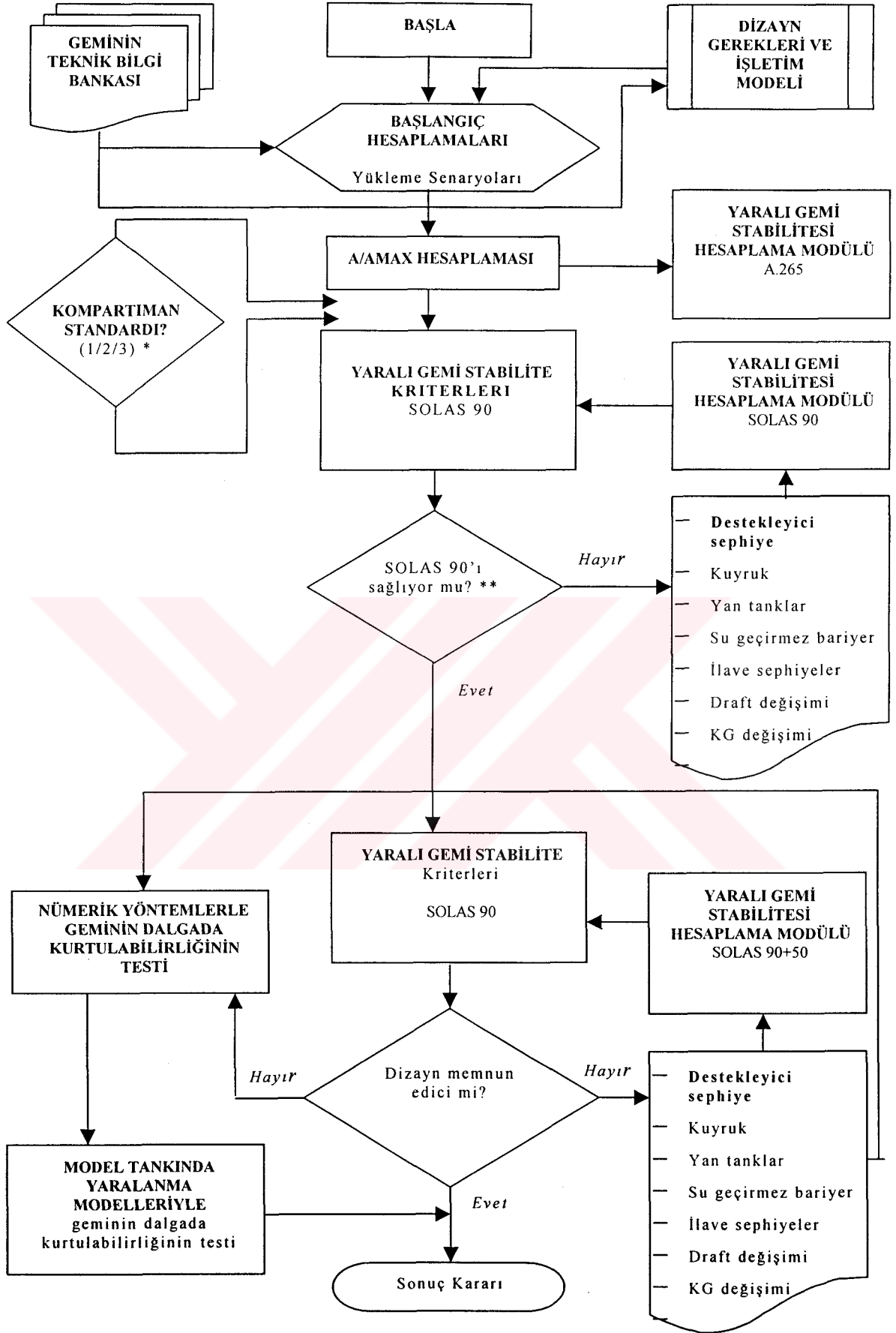
6.2.2 Tesisinde karşılaşılabilecek zorluklar

Standart arttırıcı uygulamaların kavram olarak değerdendirilmesinden sonra tesisinde karşılaşılabilecek zorlukların belirlenmesi gereklidir. Burada cevabı aranan sorular “Geminin işletim rotasına ve amacına engel olmadan yöntemin tesisi mümkün mü?” ya da “Tekneye uygulanacak bu değışimler için harcanacak çaba istenilen sonuca ulaştıracak mı?” şeklindedir.

Eğer düşünölen yöntem teknede radikal değışimlere neden olacak ise zaten bu tür sistemlerin yeni tekne dizaynında kullanılan yöntem olarak değerdendirilmesi gereklidir. Unutulmaması gereken nokta, istenen sonuca götüreceğ standart arttırıcı yöntemin mevcut bir gemiye uygulanacak olmasıdır.

6.2.3 İşletim ömrü

Sisteme adapte edilen yöntemin gemi işletim ömrü boyunca işlevini yerine getirecek olması istenir. Dolayısıyla yöntemin işletim ömrünün önceden belirlenmesi gereklidir. Gemiye yapısal bir değışim getirecek ve işletim ömrünün sonuna kadar mevcudiyeti olacak bir yöntem mi, yoksa su geçirmez bariyerler gibi gerektiğinde sökülüp atılabilecek bir yöntem mi uygulanacaktır? Gemi belirli bir süre sonra görevden alınacak ise yapılacak harcamanın sınırlı olması istenebilir. Bu durum, geminin kullanıcıları tarafından detaylı olarak düşünölmesi gerekli konulardandır.



ŞEKİL 6.1 KONTROL VE KARAR PROSEDÜRÜ

6.2.4 Taşıma kapasitesine etkisi

Geminin mevcut silah ve mürettebat taşıma kapasitesi ile görev yoğunluğu dikkate alınarak tesis edilecek yöntemin buna etkisi incelenmelidir. Örneğin; harici sephiye kazandırıcı bir yapısal ilavenin gemi deplasmanında bir artışa neden olması daha fazla taşıma kapasitesi sağlayacak fakat, daha az bir seyir hızı (ya da daha fazla yakıt harcanması) anlamına gelecektir. Bunların geminin görevi ve taktik amaçlarına uyumluluğunun tespit edilmesi gereklidir.

6.2.5 Güvenilirlik ve bakımı

Tesis edilen yöntemin işletim ömrü boyunca amacına uygun olarak işlevini sürdürebilirliğinin de dikkate alınması gereklidir. Bakım gerekliliğinin az olması bir avantajdır.

Bunun karşılaştırmalı olarak analizinin her bir uygulama için oldukça zor olacağı bir gerçektir. Pek çok sistemin elde uygun bilgileri bulunmayabilir. Ne var ki, genel olarak uygulamanın nasıl işletildiğinin belirlenmesi dahi karşılaştırılması için bir temel teşkil edebilir. Genel olarak tesis edilecek uygulamaların işletim şekillerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılması mümkündür:

- Aktif ;Sadece acil durumda işleme alınır,
- Yarı-Aktif ;Geminin seyri boyunca işleme alınır,
- Pasif ;İşleme alınmasına gerek olmayan her an için işlevini sürdürür.

Unutulmamalıdır ki, güvenlik amacı ile pasif sistemler her zaman için tercih edilirler. Aktif sistemin çalışırken işlevini yitirmesi gibi bir tehlike durumuna karşı pasif sistemler kullanılmalıdır.

6.2.6 Acil durum kullanımı

Her ne kadar bu uygulamalar yaralı gemi standartlarının arttırılmasını amaçlasa da, tesisinden dolayı geminin bir kazaya maruz kalması durumunda yolcu ve mürettebatın açık denizde veya

limanda kurtarıma işlemindeki olası etkileri de dikkate alınmalıdır. Bu nedenle uygulamaların acil durum kullanımı değerlendirilmesinde aşağıdaki noktalar dikkate alınır:

- Yaralanma kontrolü; Yangın ve baskın uyarımı,
- Mürettebatın kurtarılması,
- Yangınla mücadele,
- Baskın suyunun uzaklaştırılması ve kontrolü.

Tesis edilecek uygulamanın yukarıda verilen konulardaki uluslararası kurallara uygunluğunun kontrolü de gereklidir.

6.2.7 Mürettebat

Uygulama ile gerekebilecek ilave mürettebat ihtiyacının da değerlendirilmesi gereklidir. Ayrıca alınacak verimin tam olması için, mürettebatın uygulamanın amacını ve gerekli işletim koşullarını öğrenmesi ve uygulaması gereklidir.

6.2.8 Edinme ve tesis zamanı

Özellikle dar bir işletim takvimi ile çalışan bir gemiye standart artırıcı uygulamaların tesisinin planlanması oldukça zordur. Her uygulamanın edinme süresinin belirlenmesinde daha önce aynı gemi sınıfındaki benzeri uygulamaların bilgileri araştırılmalıdır. Uygulamalar gemiden gemiye de değişeceği için yaklaşık bir zaman hesaplanması amacıyla aşağıdaki ana faaliyetler dikkate alınmalıdır:

- Uygulama detaylarının geliştirilmesi,
- İnşası, üretimi,
- Gemiye tesisi,
- Testler ve denemeler.

6.2.9 Maliyet

Listenin sonunda olmasına rağmen maliyetlerin doğru olarak hesaplanması çok zor olmakla birlikte oldukça önemli bir etkidir. Her parçanın maliyetinin bulunması zor olmakla beraber uygulamaların karşılaştırılması ve seçilmesinde önemli rol oynar. İlk tesis maliyeti yanında işletim ve bakım maliyetlerinin de hesaplanması gereklidir.

7. ÖRNEK UYGULAMA

7.1 Bölme Adlarının Açık İfadeleri

K1	: Kompartıman 1
K2	: Kompartıman 2
K3	: Kompartıman 3
K4	: Kompartıman 4
K5	: Kompartıman 5
K6	: Kompartıman 6
K7	: Kompartıman 7
K8	: Kompartıman 8
K9	: Kompartıman 9
K10	: Kompartıman 10
YTI	: Yakıt Tankı 1
YT2	: Yakıt Tankı 2
YT3	: Yakıt Tankı 3
YT4	: Yakıt Tankı 4
YT5	: Yakıt Tankı 5
YT6	: Yakıt Tankı 6
ST1	: Servis Tankı 1
ST2	: Servis Tankı 2
ST3	: Servis Tankı 3
ST4	: Servis Tankı 4
KST1	: Kirli Su Tankı 1
KST2	: Kirli Su Tankı 2
KST3	: Kirli Su Tankı 3
KYT1	: Kirli Yağ Tankı 1
YYT1	: Yağlama Yağı Tankı 1
YYT2	: Yağlama Yağı Tankı 2

7.2 Olasılıklı Yarah Stabilite Hesabı

BÖLME ADI	X(1)	X(2)	E(1)	E(2)	E	J	J'	J(MAX)	a	F	y	p	q	F(1)	F(2)	p'(i)	p(i)
K1	0	3.7	0	0.0637	-0.936	0.0637	-0.8726	0.24	0.4509	0.0135	0.2653	0.0154	0.0001	0.0642	0.0058	0.01715	0.01715
K2	3.7	8.92	0.0637	0.1535	-0.783	0.0898	-0.6929	0.24	0.5738	0.0529	0.3744	0.0294	0.0004	0.1227	0.0159	0.01689	0.01689
K3	12.1	14.5	0.2083	0.2496	-0.542	0.0413	-0.5009	0.24	0.7663	0.1335	0.1721	0.0067	4E-05	0.0279	0.0016	0.00514	0.00514
K4	16.9	20.5	0.2909	0.3528	-0.356	0.062	-0.2943	0.24	0.915	0.2116	0.2582	0.0146	0.0001	0.0609	0.0054	0.01338	0.01338
K5	24.1	30.7	0.4148	0.5284	-0.057	0.1136	0.0568	0.24	1.1546	0.3666	0.4733	0.0453	0.0007	0.1887	0.0312	0.05228	0.05228
K6	30.7	34.2	0.5284	0.5886	0.117	0.0602	-0.0568	0.24	1.2	0.4702	0.251	0.0139	0.0001	0.0577	0.0049	0.01663	0.01663
K7	34.2	40.9	0.5886	0.704	0.2926	0.1153	-0.1773	0.24	1.2	0.5756	0.4805	0.0465	0.0007	0.1939	0.0325	0.05584	0.05584
K8	40.9	44.9	0.704	0.7728	0.4768	0.0688	-0.4079	0.24	1.2	0.6861	0.2869	0.0179	0.0002	0.0744	0.0073	0.02143	0.02143
K9	46.1	54.5	0.7935	0.938	0.7315	0.1446	-0.5869	0.24	1.2	0.8389	0.6024	0.0696	0.0014	0.29	0.0619	0.08353	0.08353
K10	54.5	58.1	0.938	1	0.938	0.062	-0.8761	0.24	1.2	0.9628	0.2582	0.0146	0.0001	0.0609	0.0054	0.04595	0.04595
YT1	8.92	12.1	0.1535	0.2083	-0.638	0.0547	-0.5835	0.24	0.6894	0.0985	0.2281	0.0115	9E-05	0.0481	0.0037	0.00385	0.00385
YT2	8.92	12.1	0.1535	0.2083	-0.638	0.0547	-0.5835	0.24	0.6894	0.0985	0.2281	0.0115	9E-05	0.0481	0.0037	0.00209	0.00209
KST1	14.5	15.1	0.2496	0.2599	-0.491	0.0103	-0.4802	0.24	0.8076	0.1538	0.043	0.0004	6E-07	0.0018	3E-05	0.00035	0.00035
SST	15.1	15.7	0.2599	0.2702	-0.47	0.0103	-0.4596	0.24	0.8241	0.1622	0.043	0.0004	6E-07	0.0018	3E-05	0.00036	0.00036
ST1,2	14.5	16.9	0.2496	0.2909	-0.46	0.0413	-0.4182	0.24	0.8324	0.1665	0.1721	0.0067	4E-05	0.0279	0.0016	0.00203	0.00203
KYT1	18.7	21.7	0.3219	0.3735	-0.305	0.0516	-0.253	0.24	0.9563	0.2358	0.2151	0.0103	7E-05	0.043	0.0031	0.00986	0.00986
ST3,4	20.5	22.9	0.3528	0.3941	-0.253	0.0413	-0.2117	0.24	0.9976	0.261	0.1721	0.0067	4E-05	0.0279	0.0016	0.00243	0.00243
YT3	22.9	26.5	0.3941	0.4561	-0.15	0.062	-0.0878	0.24	1.0802	0.3146	0.2582	0.0146	0.0001	0.0609	0.0054	0.01579	0.01579
YT4	26.5	30.7	0.4561	0.5284	-0.015	0.0723	0.0568	0.24	1.1876	0.3908	0.3012	0.0196	0.0002	0.0816	0.0084	0.02326	0.02326
YT5	30.7	34.9	0.5284	0.6007	0.1291	0.0723	-0.0568	0.24	1.2	0.4775	0.3012	0.0196	0.0002	0.0816	0.0084	0.02351	0.02351
YT6	34.9	40.9	0.6007	0.704	0.3046	0.1033	-0.2014	0.24	1.2	0.5828	0.4303	0.0381	0.0005	0.1586	0.0237	0.04568	0.04568
KST2,3	44.9	46.1	0.7728	0.7935	0.5663	0.0207	-0.5456	0.24	1.2	0.7398	0.0861	0.0017	5E-06	0.0072	0.0002	0.00048	0.00048
YYT1,2	22.9	24.1	0.3941	0.4148	-0.191	0.0207	-0.1704	0.24	1.0472	0.2927	0.0861	0.0017	5E-06	0.0072	0.0002	0.00059	0.00059
K1+K2	0	8.92	0	0.1535	-0.846	0.1535	-0.6929	0.24	0.5228	0.0354	0.6397	0.0773	0.0017	0.322	0.0733	0.0404	0.00635
K2+YT1	3.7	12.1	0.0637	0.2083	-0.728	0.1446	-0.5835	0.24	0.6176	0.0692	0.6024	0.0696	0.0014	0.29	0.0619	0.04299	0.04299

BÖLME ADI	X(1)	X(2)	E(1)	E(2)	E	J	J'	J(MAX)	a	F	y	p	q	F(1)	F(2)	p'(i)	p(i)
YT1+YT2	8.92	12.1	0.1535	0.2083	-0.638	0.0547	-0.5835	0.24	0.6894	0.0985	0.2281	0.0115	9E-05	0.0481	0.0037	0.00795	0.00508
K2+YT2	3.7	12.1	0.0637	0.2083	-0.728	0.1446	-0.5835	0.24	0.6176	0.0692	0.6024	0.0696	0.0014	0.29	0.0619	0.04299	0.02509
K2+YT1+YT2	3.7	12.1	0.0637	0.2083	-0.728	0.1446	-0.5835	0.24	0.6176	0.0692	0.6024	0.0696	0.0014	0.29	0.0619	0.04299	0.01553
K2+K3	3.7	14.5	0.0637	0.2496	-0.687	0.1859	-0.5009	0.24	0.6506	0.0823	0.7745	0.1068	0.0029	0.445	0.1249	0.06949	0.05097
K3+YT1	8.92	16.9	0.1535	0.2909	-0.556	0.1373	-0.4182	0.24	0.7555	0.1284	0.5723	0.0636	0.0012	0.265	0.0535	0.04806	0.03908
K3+YT2	8.92	16.9	0.1535	0.2909	-0.556	0.1373	-0.4182	0.24	0.7555	0.1284	0.5723	0.0636	0.0012	0.265	0.0535	0.04806	0.04191
K2+YT1+K3	3.7	14.5	0.0637	0.2496	-0.687	0.1859	-0.5009	0.24	0.6506	0.0823	0.7745	0.1068	0.0029	0.445	0.1249	0.06949	0.01002
K2+YT2+K3	3.7	14.5	0.0637	0.2496	-0.687	0.1859	-0.5009	0.24	0.6506	0.0823	0.7745	0.1068	0.0029	0.445	0.1249	0.06949	0.00457
K3+K4	12.1	20.5	0.2083	0.3528	-0.439	0.1446	-0.2943	0.24	0.8489	0.1752	0.6024	0.0696	0.0014	0.29	0.0619	0.05909	0.04057
K4+KYT1	16.9	21.7	0.2909	0.3735	-0.336	0.0826	-0.253	0.24	0.9315	0.2212	0.3442	0.0252	0.0003	0.1049	0.0124	0.02345	0.00021
K4+ST5	16.9	22.9	0.2909	0.3941	-0.315	0.1033	-0.2117	0.24	0.948	0.2309	0.4303	0.0381	0.0005	0.1586	0.0237	0.03608	0.02027
K4+YT3	16.9	26.5	0.2909	0.4561	-0.253	0.1652	-0.0878	0.24	0.9976	0.261	0.6885	0.0877	0.0021	0.3652	0.0901	0.08744	0.05827
YT3+YT4	22.9	30.7	0.3941	0.5284	-0.077	0.1343	0.0568	0.24	1.138	0.3547	0.5594	0.0611	0.0012	0.2546	0.0502	0.06953	0.03047
K5+YYT1,2	22.9	30.7	0.3941	0.5284	-0.077	0.1343	0.0568	0.24	1.138	0.3547	0.5594	0.0611	0.0012	0.2546	0.0502	0.06953	0.01666
K5+K6	24.1	34.2	0.4148	0.5886	0.0034	0.1738	0.1704	0.24	1.2028	0.4021	0.7243	0.0955	0.0024	0.398	0.1037	0.11488	0.04597
YT4+YT5	26.5	34.9	0.4561	0.6007	0.0568	0.1446	0.0878	0.24	1.2454	0.4347	0.6024	0.0696	0.0014	0.29	0.0619	0.08669	0.03992
K6+K7	30.7	40.9	0.5284	0.704	0.2324	0.1756	-0.0568	0.24	1.3859	0.5502	0.7315	0.0971	0.0025	0.4046	0.1066	0.13458	0.06211
YT5+YT6	30.7	40.9	0.5284	0.704	0.2324	0.1756	-0.0568	0.24	1.3859	0.5502	0.7315	0.0971	0.0025	0.4046	0.1066	0.13458	0.0654
K7+K8	34.2	44.9	0.5886	0.7728	0.3614	0.1842	-0.1773	0.24	1.4892	0.643	0.7674	0.1052	0.0028	0.4382	0.1217	0.15662	0.07934
K8+YT6	34.9	46.1	0.6007	0.7935	0.3941	0.1928	-0.2014	0.24	1.5153	0.6676	0.8032	0.1134	0.0032	0.4724	0.138	0.17181	0.1047
K8+KST1,2	40.9	46.1	0.704	0.7935	0.4974	0.0895	-0.4079	0.24	1.5979	0.7479	0.3729	0.0292	0.0004	0.1218	0.0157	0.0467	0.0251
K9+KST	44.9	54.5	0.7728	0.938	0.7108	0.1652	-0.5456	0.24	1.7687	0.9276	0.6885	0.0877	0.0021	0.3652	0.0901	0.15503	0.07133
K9+K10	46.1	58.1	0.7935	1	0.7935	0.2065	-0.5869	0.24	1.8348	1.002	0.8606	0.1268	0.0038	0.5282	0.1667	0.23257	0.10309

TEK BÖLMEİN YARALANMASI DURUMUNDA P(i)xS(i) FAKTÖRÜNÜN HESABI

Bölme	X(1)	X(2)	E(1)	E(2)	E	J	J'	J(m)	a	F	y	p	q	F(1)	F(2)	p'(i)	p(i)	p(i)xS(i)
K1	0	3.7	0	0.0637	-0.936	0.0637	-0.8726	0.24	0.4509	0.0135	0.2653	0.0154	0.0001	0.0642	0.0058	0.0172	0.0172	0.016996
K2	3.7	8.92	0.0637	0.1535	-0.783	0.0898	-0.6929	0.24	0.5738	0.0529	0.3744	0.0294	0.0004	0.1227	0.0159	0.0169	0.0169	0.016772
K3	12.1	14.5	0.2083	0.2496	-0.542	0.0413	-0.5009	0.24	0.7663	0.1335	0.1721	0.0067	4E-05	0.0279	0.0016	0.0051	0.0051	0.005114
K4	16.9	20.5	0.2909	0.3528	-0.356	0.062	-0.2943	0.24	0.915	0.2116	0.2582	0.0146	0.0001	0.0609	0.0054	0.0134	0.0134	0.013286
K5	24.1	30.7	0.4148	0.5284	-0.057	0.1136	0.0568	0.24	1.1546	0.3666	0.4733	0.0453	0.0007	0.1887	0.0312	0.0523	0.0523	0.051862
K6	30.7	34.2	0.5284	0.5886	0.117	0.0602	-0.0568	0.24	1.2	0.4702	0.251	0.0139	0.0001	0.0577	0.0049	0.0166	0.0166	0.016514
K7	34.2	40.9	0.5886	0.704	0.2926	0.1153	-0.1773	0.24	1.2	0.5756	0.4805	0.0465	0.0007	0.1939	0.0325	0.0558	0.0558	0.055505
K8	40.9	44.9	0.704	0.7728	0.4768	0.0688	-0.4079	0.24	1.2	0.6861	0.2869	0.0179	0.0002	0.0744	0.0073	0.0214	0.0214	0.021301
K9	46.1	54.5	0.7935	0.938	0.7315	0.1446	-0.5869	0.24	1.2	0.8389	0.6024	0.0696	0.0014	0.29	0.0619	0.0835	0.0835	0.082862
K10	54.5	58.1	0.938	1	0.938	0.062	-0.8761	0.24	1.2	0.9628	0.2582	0.0146	0.0001	0.0609	0.0054	0.0459	0.046	0.045582
YT1	8.92	12.1	0.1535	0.2083	-0.638	0.0547	-0.5835	0.24	0.6894	0.0985	0.2281	0.0115	9E-05	0.0481	0.0037	0.0038	0.0039	0.003831
ST1,2	14.5	16.9	0.2496	0.2909	-0.46	0.0413	-0.4182	0.24	0.8324	0.1665	0.1721	0.0067	4E-05	0.0279	0.0016	0.002	0.002	0.002016
ST3,4	20.5	22.9	0.3528	0.3941	-0.253	0.0413	-0.2117	0.24	0.9976	0.261	0.1721	0.0067	4E-05	0.0279	0.0016	0.0024	0.0024	0.002413
KST2,3	44.9	46.1	0.7728	0.7935	0.5663	0.0207	-0.5456	0.24	1.2	0.7398	0.0861	0.0017	5E-06	0.0072	0.0002	0.0005	0.0005	0.000477
YYT1,2	22.9	24.1	0.3941	0.4148	-0.191	0.0207	-0.1704	0.24	1.0472	0.2927	0.0861	0.0017	5E-06	0.0072	0.0002	0.0006	0.0006	0.000585

Hedeflenen Indeks A = 0.3376

İKİ BÖLMENİN YARALANMASI DURUMUNDA P(i)xS(i) FAKTÖRÜNÜN HESABI

Bölme	X(1)	X(2)	E(1)	E(2)	E	J	J'	J(m)	a	F	y	p	q	F(1)	F(2)	p'(i)	p(i)	p(i)xS(i)
K1+K2	0	8.92	0	0.1535	-0.846	0.1535	-0.693	0.24	0.5228	0.0354	0.6397	0.0773	0.0017	0.322	0.0733	0.0404	0.0064	0.006185
K2+K3	3.7	14.5	0.0637	0.2496	-0.687	0.1859	-0.501	0.24	0.6506	0.0823	0.7745	0.1068	0.0029	0.445	0.1249	0.0695	0.051	0.049747
K3+K4	12.1	20.5	0.2083	0.3528	-0.439	0.1446	-0.294	0.24	0.8489	0.1752	0.6024	0.0696	0.0014	0.29	0.0619	0.0591	0.0406	0.039718
K4+K5	20.5	24.1	0.3528	0.4148	-0.232	0.062	-0.17	0.24	1.0141	0.2714	0.2582	0.0146	0.0001	0.0609	0.0054	0.0148	0.0406	0.036513
K5+K6	24.1	34.2	0.4148	0.5886	0.0034	0.1738	0.1704	0.24	1.2028	0.4021	0.7243	0.0955	0.0024	0.398	0.1037	0.1149	0.046	0.044683
K6+K7	30.7	40.9	0.5284	0.704	0.2324	0.1756	-0.057	0.24	1.3859	0.5502	0.7315	0.0971	0.0025	0.4046	0.1066	0.1346	0.0621	0.060681
K7+K8	34.2	44.9	0.5886	0.7728	0.3614	0.1842	-0.177	0.24	1.4892	0.643	0.7674	0.1052	0.0028	0.4382	0.1217	0.1566	0.0793	0.07815
K8+K9	44.9	46.1	0.7728	0.7935	0.5663	0.0207	-0.546	0.24	1.653	0.8039	0.0861	0.0017	5E-06	0.0072	0.0002	0.0029	0.0793	0.07934
K9+K10	46.1	58.1	0.7935	1	0.7935	0.2065	-0.587	0.24	1.8348	1.002	0.8606	0.1268	0.0038	0.5282	0.1667	0.2326	0.1031	0.10309

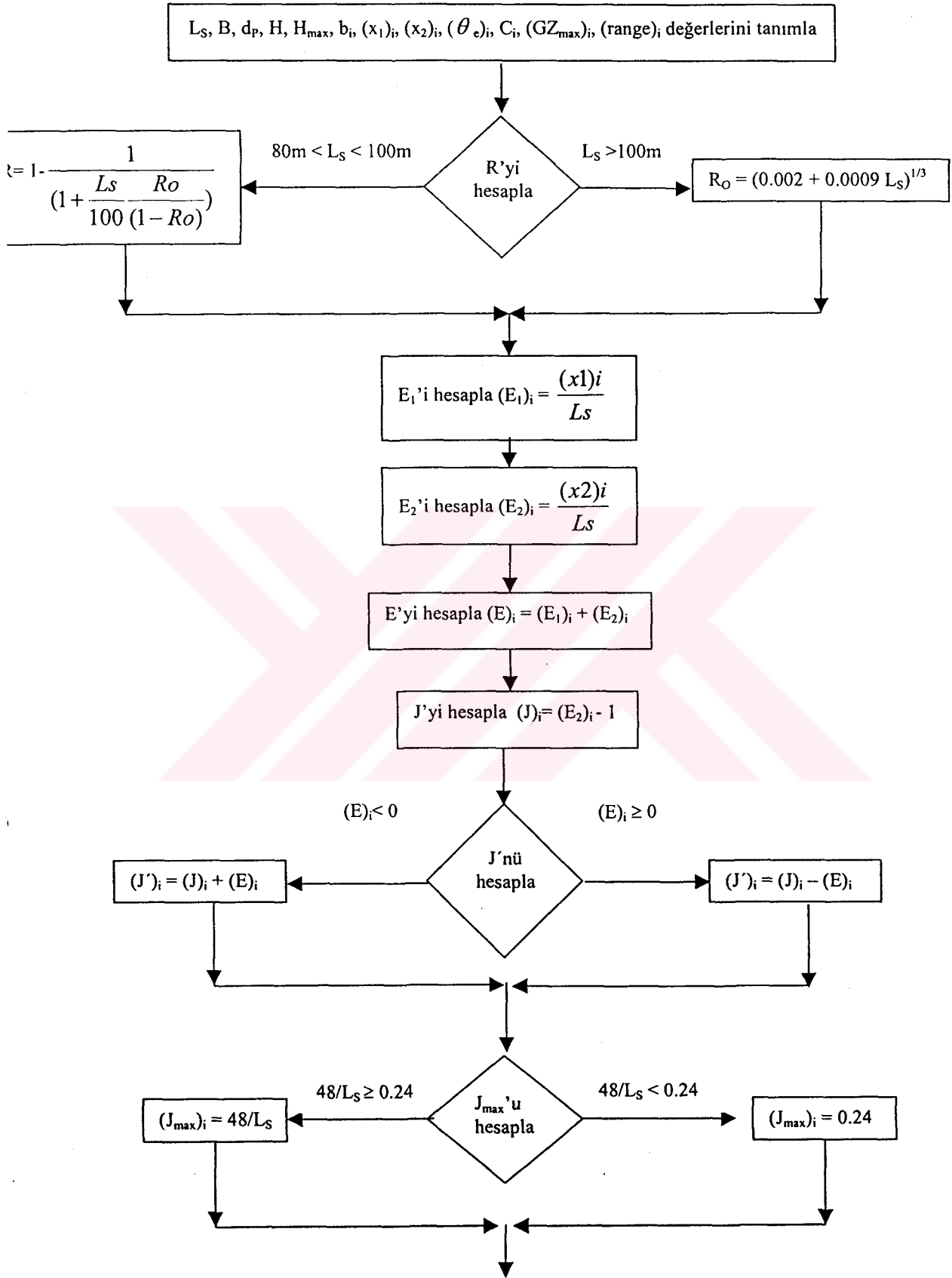
Hedeflenen İndeks A = 0.50831

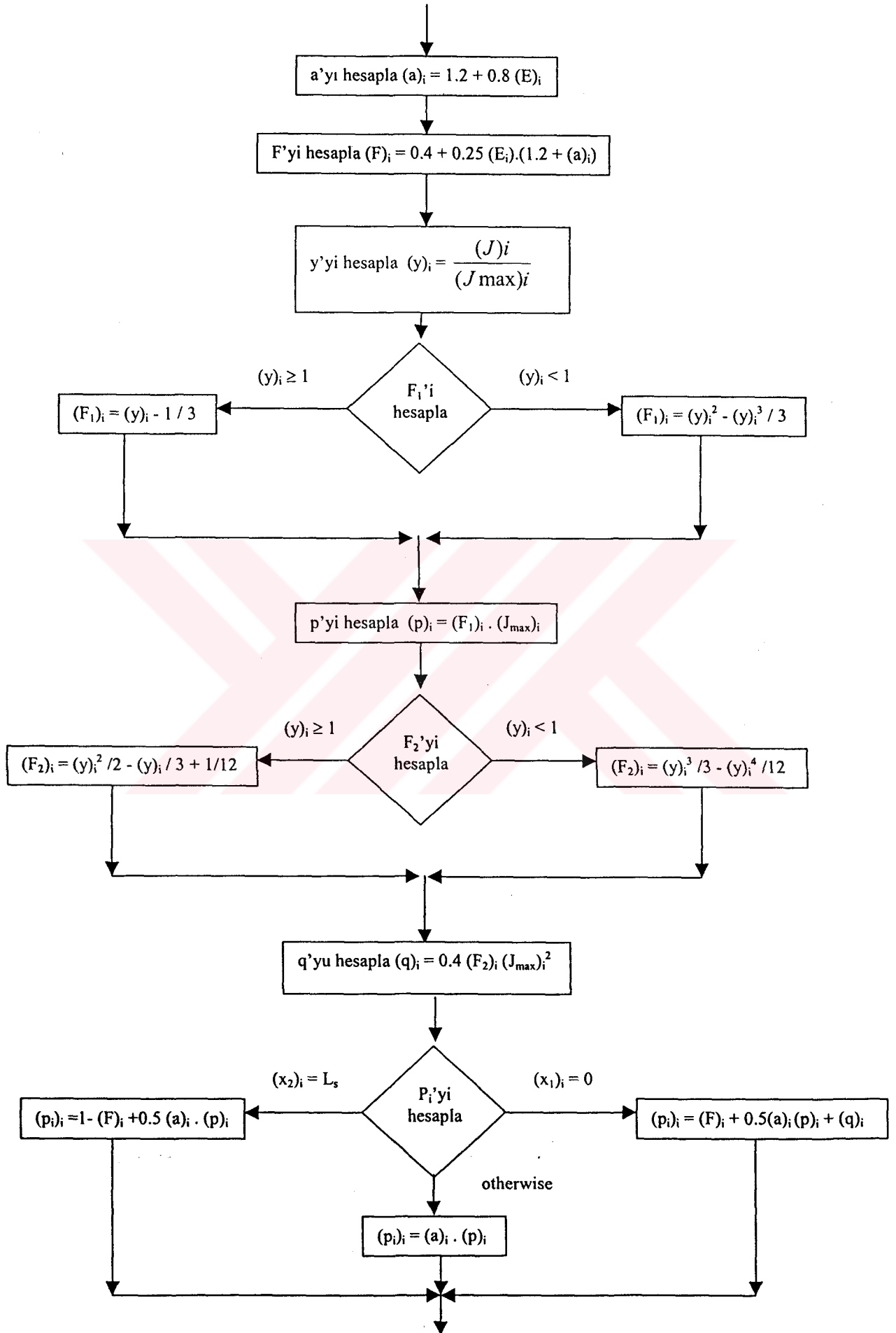
Gerekli İndeks Değeri

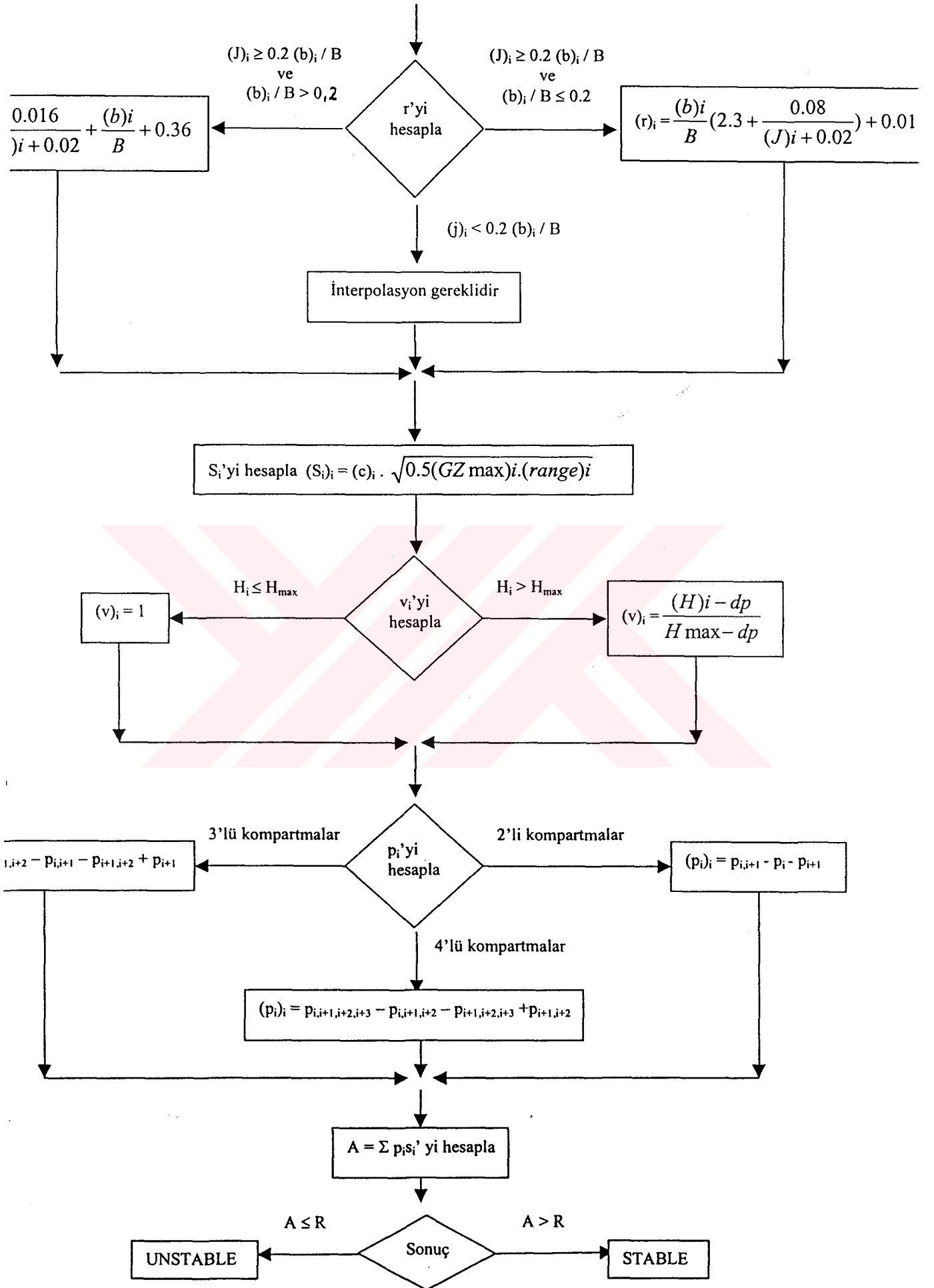
R' R A

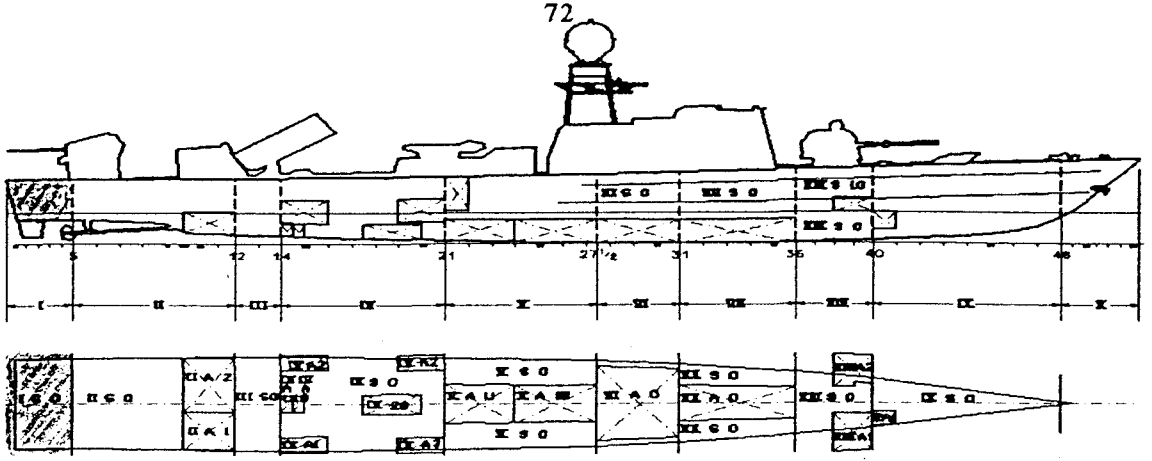
0.3787 0.2615 0.8459

Toplam İndeks Değeri





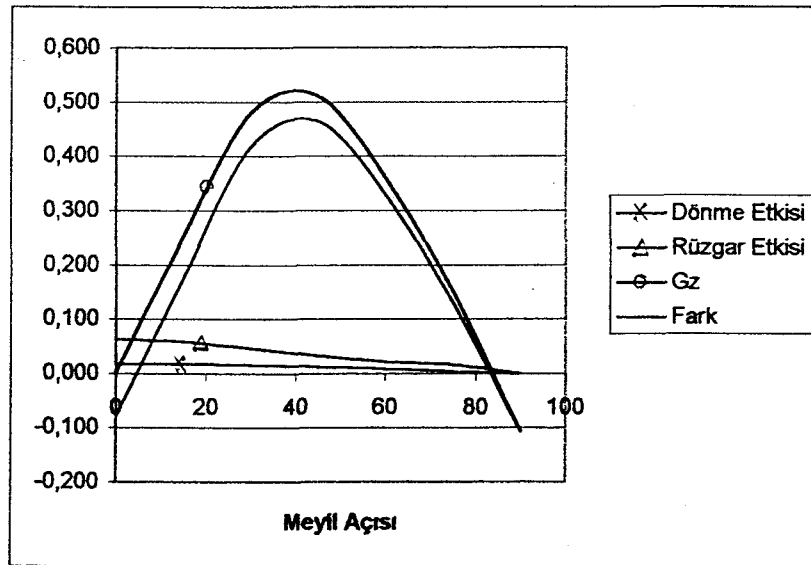


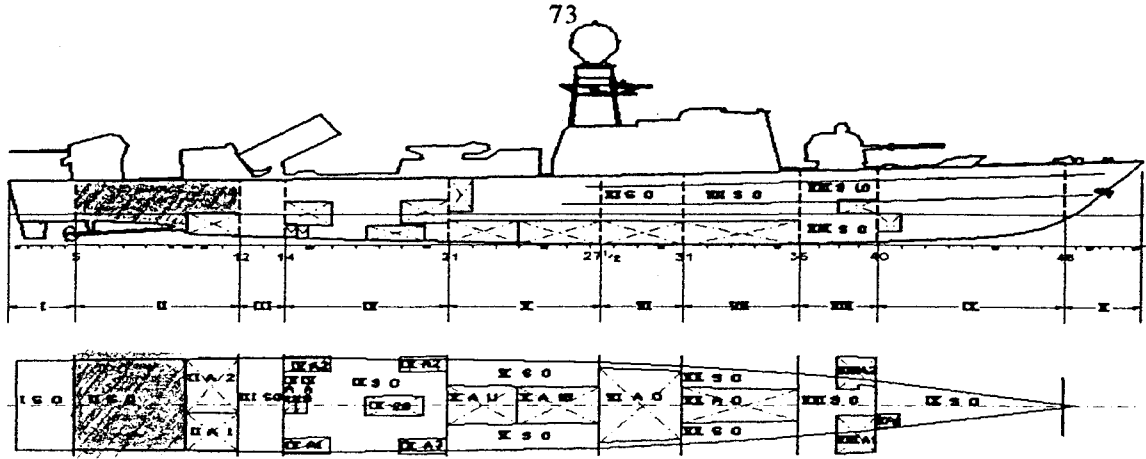


1. SENARYO (KOMPARTMAN 1 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,980 m Trim: 0,38 derece Meyil: -0,01 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi (m)	Rüzgar Etkisi (m)
2,980	0,38	0	427,90	0,001	0,018	0,064
2,854	0,40	15	427,80	0,253	0,018	0,059
2,427	0,39	30	427,75	0,481	0,016	0,047
1,861	0,53	45	427,83	0,511	0,013	0,022
1,239	0,74	60	427,85	0,363	0,009	0,017
0,574	0,94	75	427,76	0,151	0,005	0,000
-0,599	0,39	90	427,90	-0,107	0,000	0,059



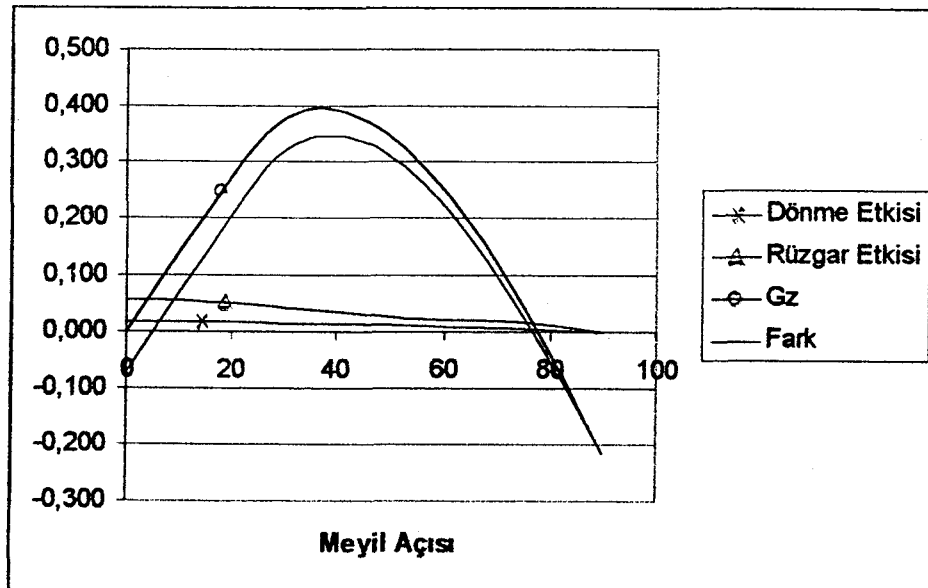


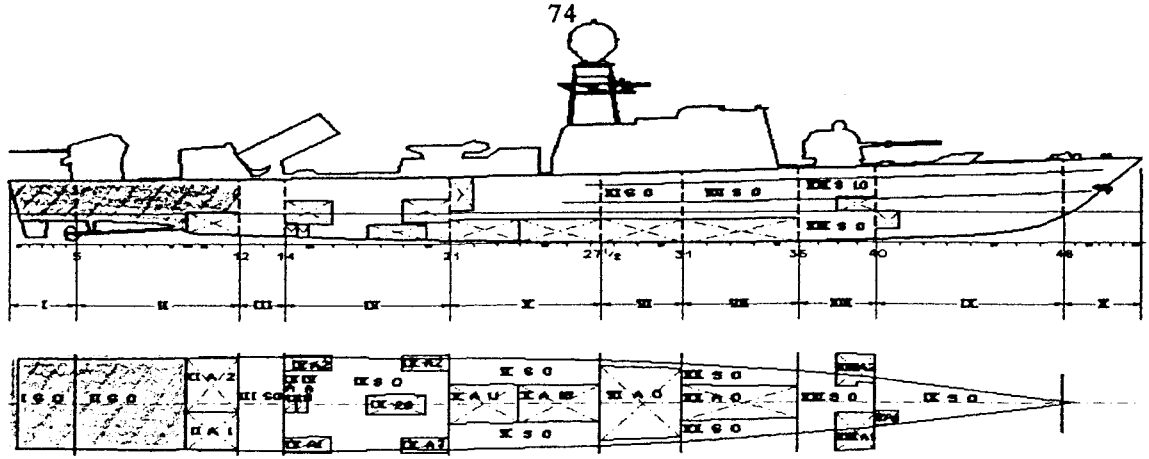
2. SENARYO (KOMPARTMAN 2 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m

Draft: 3,694 m Trim: 1,53 derece Meyil: 0,00 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi (m)	Rüzgar Etkisi (m)
3,694	1,53	0	427,83	0	0,016	0,057
3,549	1,52	15	427,86	0,207	0,016	0,053
3,236	1,69	30	427,83	0,378	0,014	0,042
2,876	2,11	45	427,83	0,376	0,012	0,020
2,408	2,51	60	427,83	0,252	0,008	0,015
1,875	2,92	75	427,84	0,042	0,004	0,000
1,305	3,35	90	427,84	-0,216	0,000	0,053

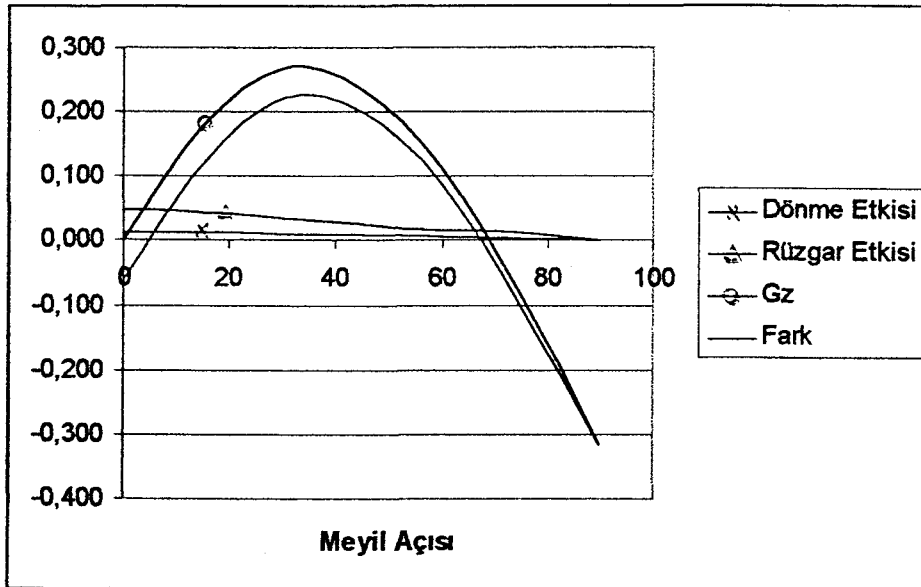


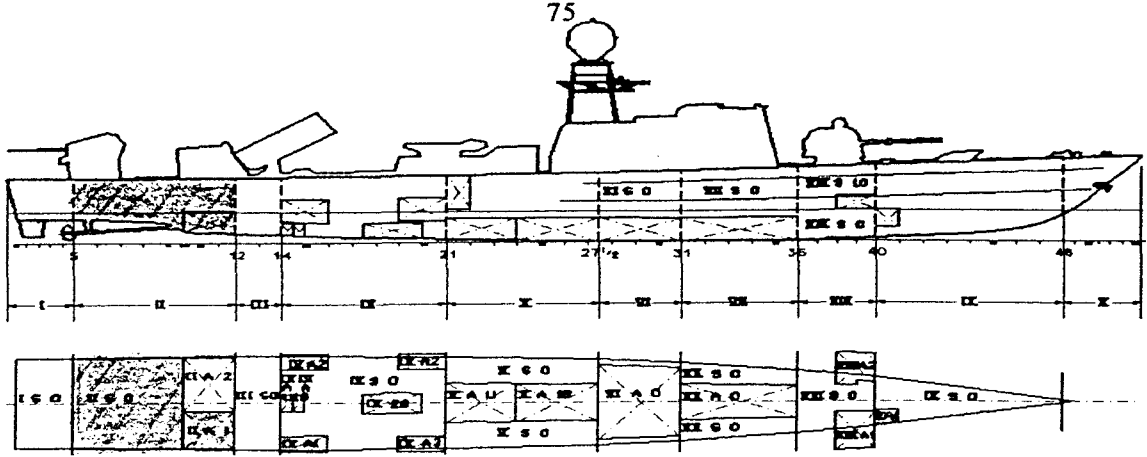


3. SENARYO (KOMPARTMAN 1 VE KOMPARTMAN 2 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 4,673 m Trim: 3,33 derece Meyil: 0,00 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi (m)	Rüzgar Etkisi (m)
4,673	3,33	0	427,91	0	0,014	0,048
4,559	3,37	15	427,88	0,178	0,013	0,044
4,421	3,79	30	427,76	0,269	0,012	0,035
4,273	4,5	45	427,92	0,234	0,010	0,025
4,035	5,27	60	427,92	0,113	0,007	0,017
3,686	6,00	75	427,82	-0,087	0,004	0,013
3,202	6,59	90	427,84	-0,315	0,000	0,000

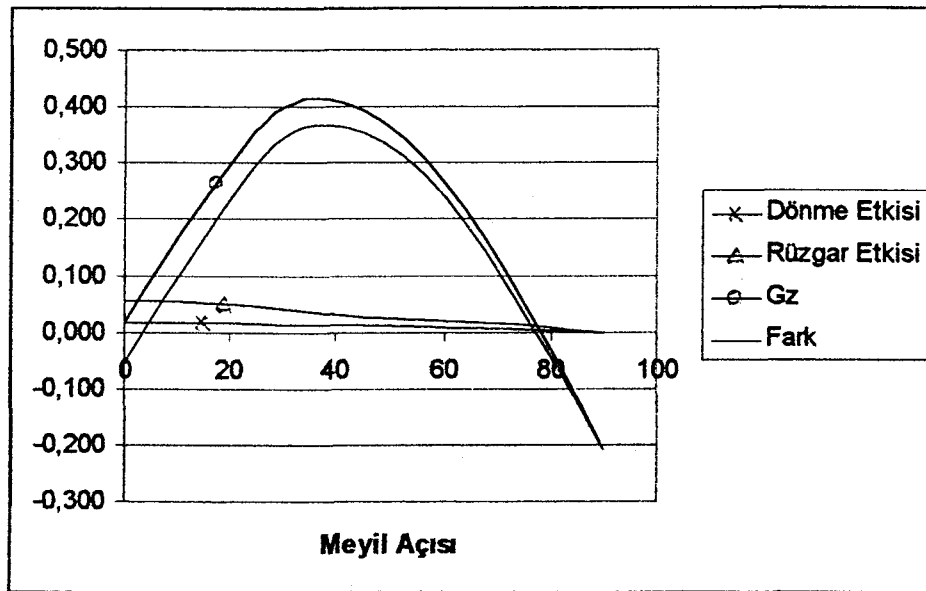


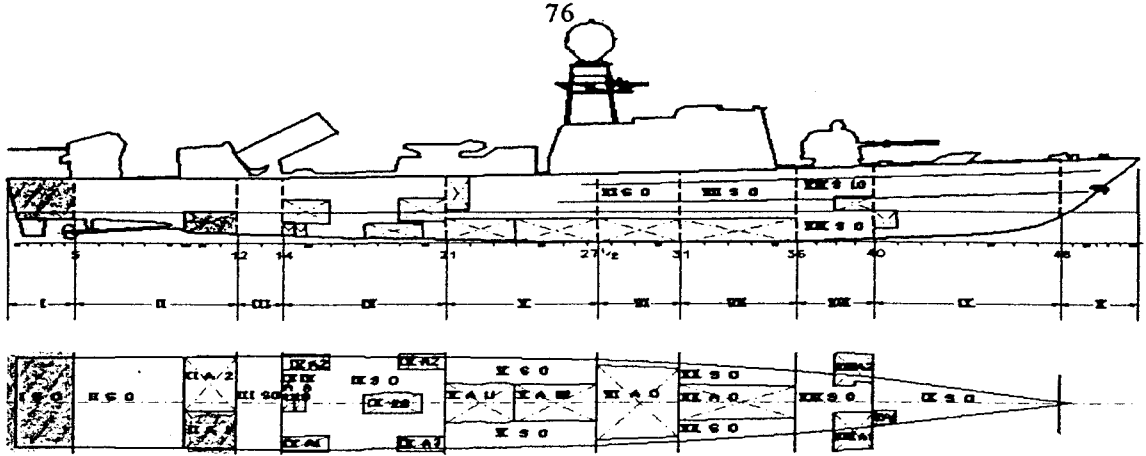


4. SENARYO (KOMPARTMAN 2 VE YAKIT TANKI 1 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 3,879 m Trim: 1,69 derece Meyil: -1,33 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi (m)	Rüzgar Etkisi (m)
3,790	1,69	0	427,83	0,018	0,016	0,055
3,645	1,68	15	427,86	0,234	0,015	0,051
3,355	1,88	30	427,82	0,402	0,014	0,041
3,012	2,32	45	427,83	0,393	0,011	0,029
2,539	2,72	60	427,75	0,266	0,008	0,019
1,995	3,11	75	427,84	0,050	0,004	0,015
1,410	3,51	90	427,94	-0,209	0,000	0,000

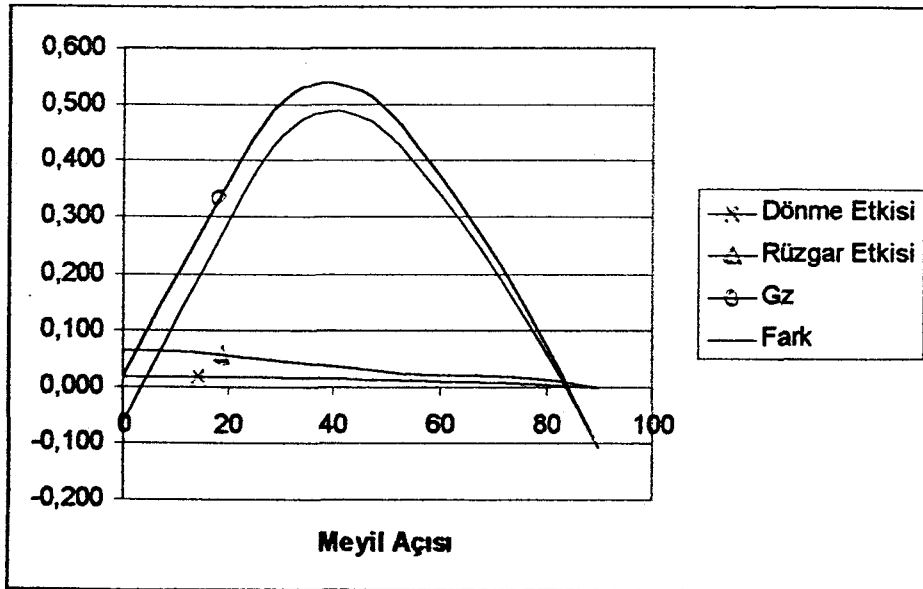


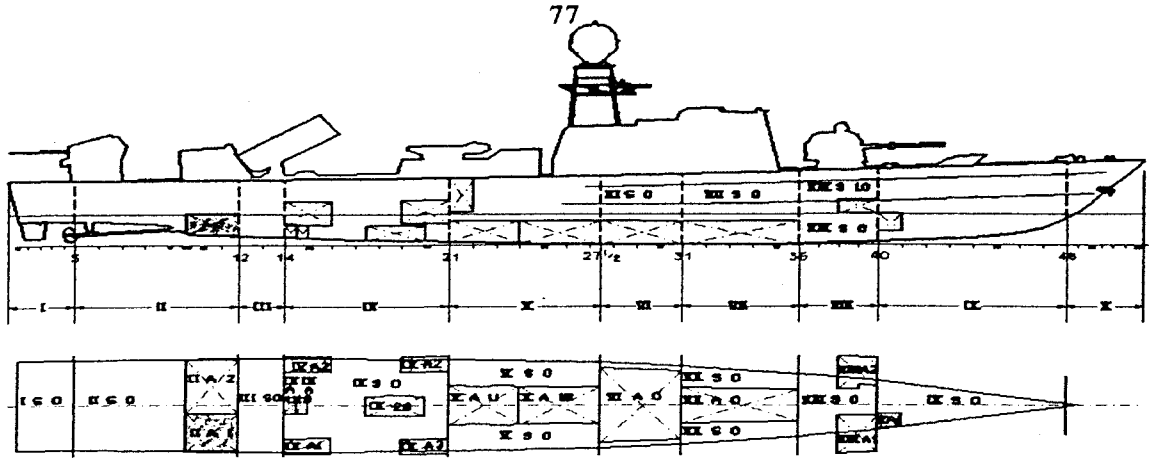


5. SENARYO (KOMPARTMAN 1 VE YAKIT TANKI 1 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 3,052 m Trim: 0,49 derece Meyil: -1,07 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Rüzgar Etkisi	Dönme Etkisi
3,053	0,49	0	427,94	0,018	0,018	0,063
2,925	0,52	15	427,79	0,280	0,017	0,058
2,499	0,51	30	427,74	0,509	0,016	0,046
1,924	0,63	45	427,83	0,524	0,013	0,033
1,288	0,82	60	427,83	0,371	0,009	0,022
0,607	0,99	75	427,83	0,154	0,005	0,017
-0,599	0,39	90	427,89	-0,107	0,000	0,000

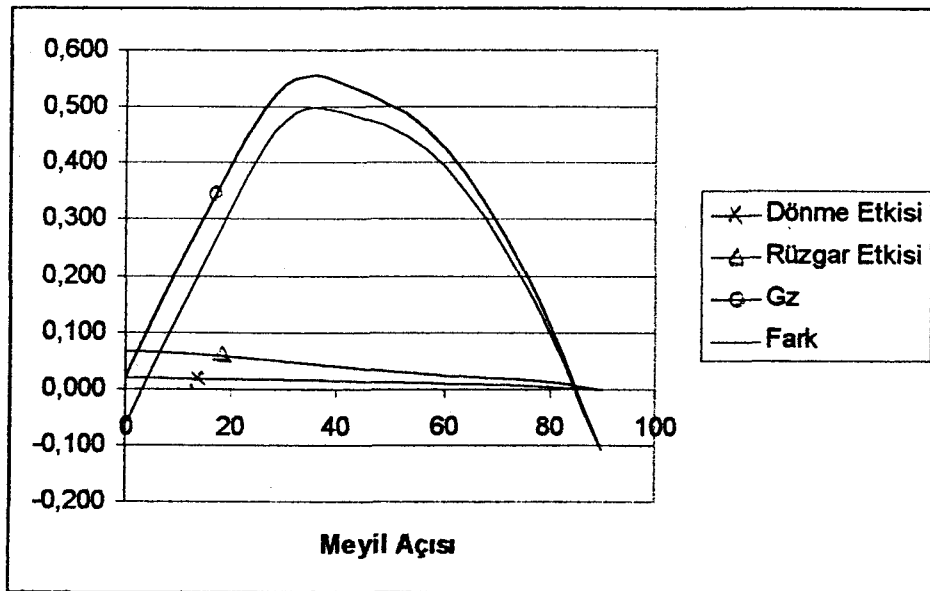


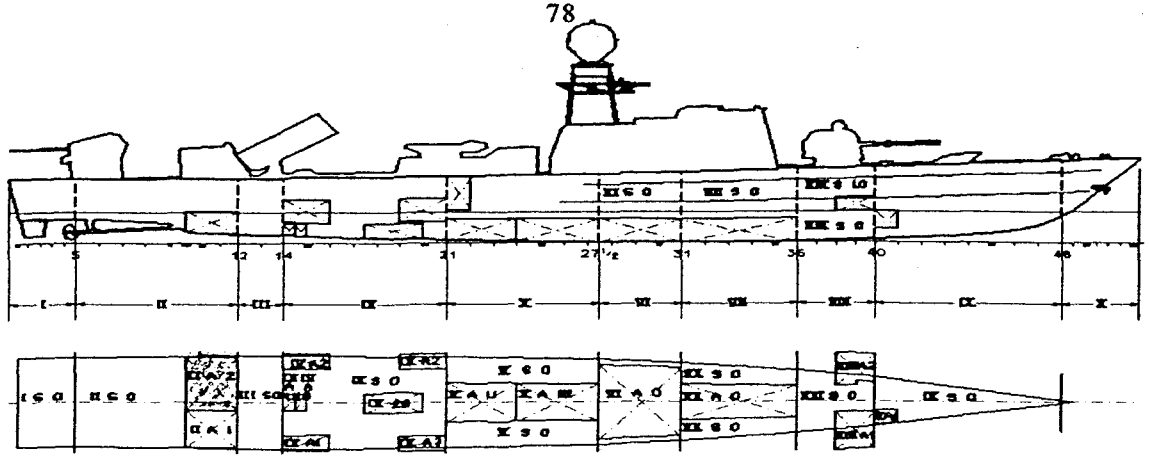


6. SENARYO (YAKIT TANKI 1 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
Draft: 2,796 m Trim: 0,02 derece Meyil: -0,94 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,796	0,02	0	427,83	0,019	0,019	0,065
2,669	0,05	15	427,83	0,307	0,018	0,061
2,202	-0,02	30	427,83	0,539	0,016	0,048
1,536	-0,02	45	427,83	0,527	0,013	0,034
0,821	0,06	60	427,92	0,426	0,009	0,023
0,097	0,16	75	427,83	0,209	0,005	0,017
-0,599	0,39	90	427,85	-0,107	0,000	0,000

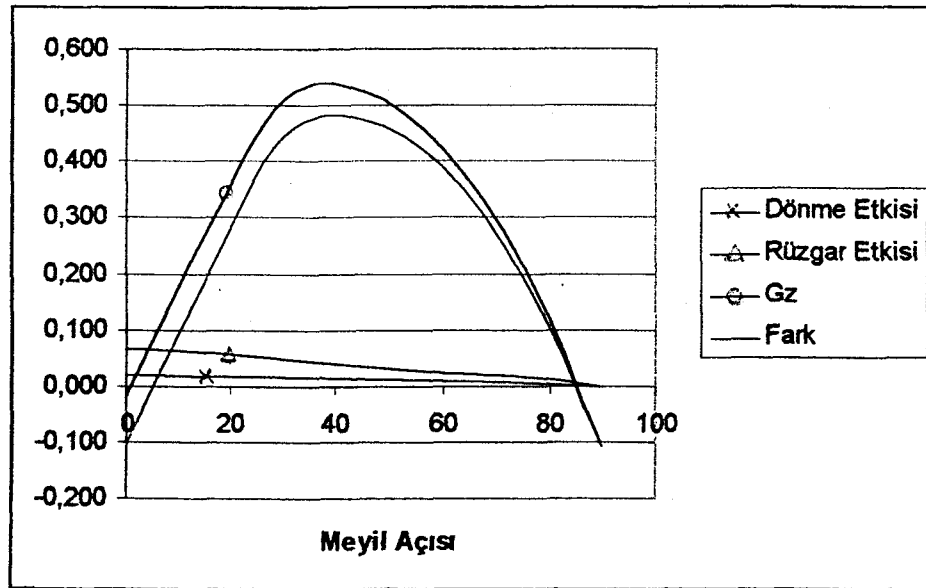


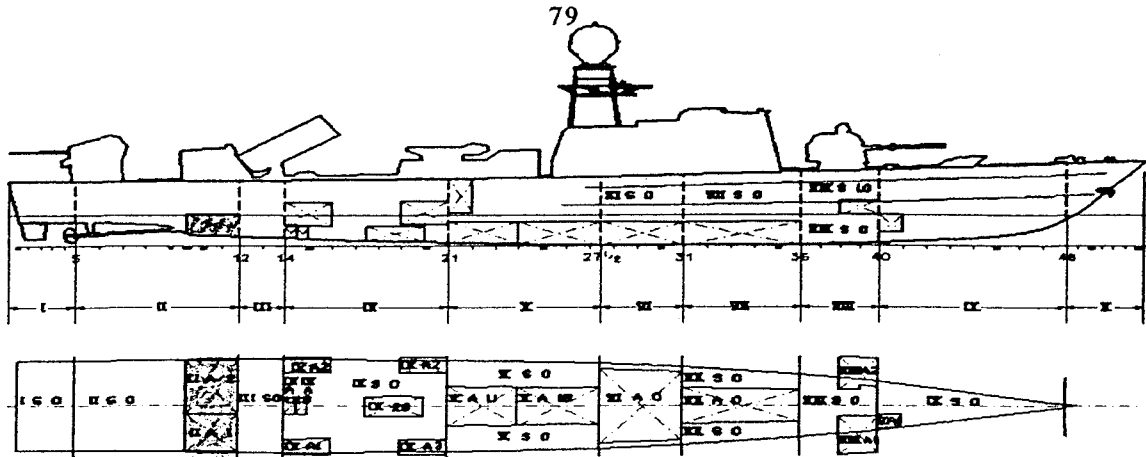


7. SENARYO (YAKIT TANKI 2 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,773 m Trim: -0,01 derece Meyil: 0,95 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,773	-0,01	0	427,83	-0,018	0,019	0,066
2,647	0,01	15	427,83	0,268	0,018	0,061
2,193	-0,03	30	427,83	0,511	0,016	0,048
1,550	0	45	427,88	0,524	0,013	0,034
0,859	0,12	60	427,79	0,424	0,009	0,023
0,158	0,25	75	427,83	0,212	0,005	0,017
-0,599	0,39	90	427,83	-0,107	0,000	0,000

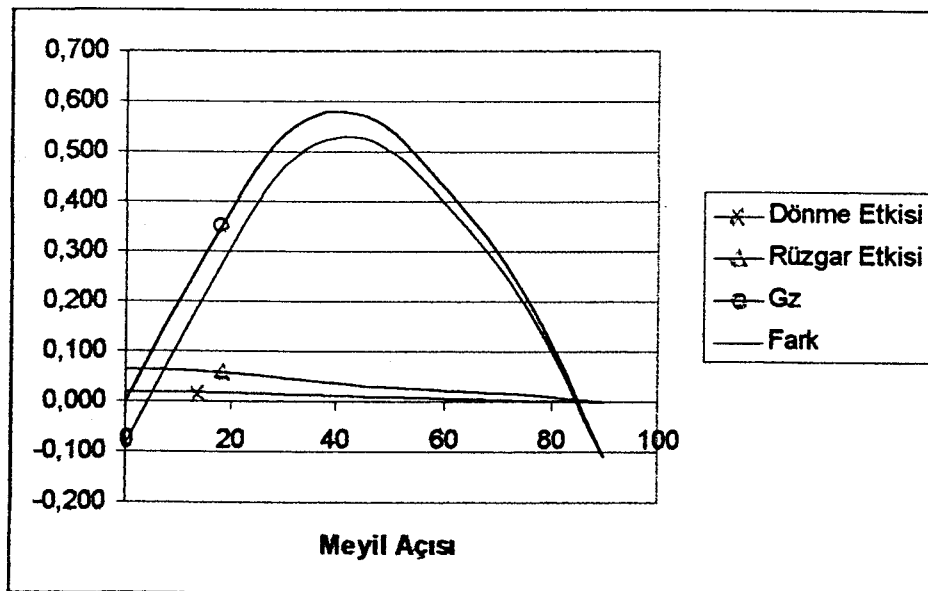


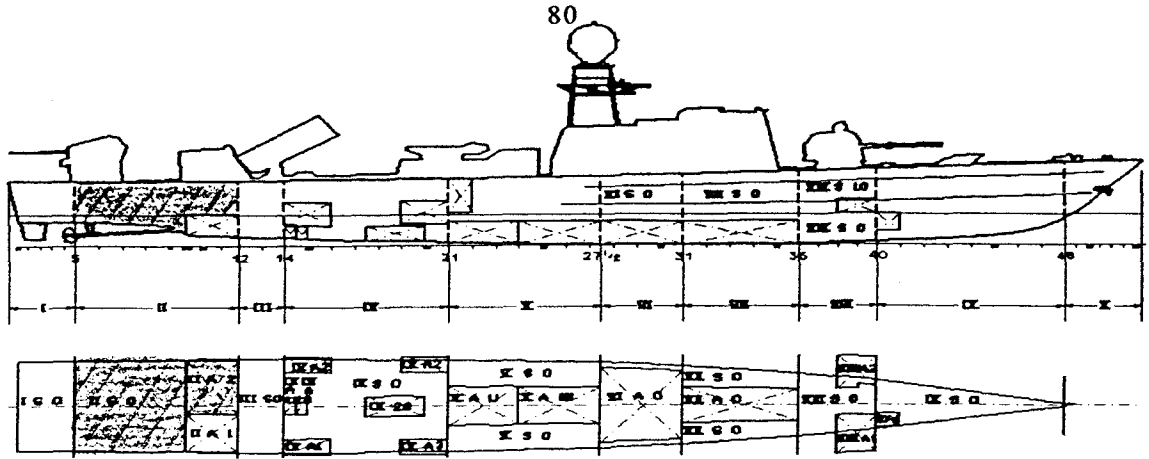


8. SENARYO (YAKIT TANKI 1-YAKIT TANKI 2 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,832 m Trim: 0,07 derece Meyil: -0,05 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,831	0,07	0	427,80	0,001	0,019	0,065
2,705	0,10	15	427,83	0,295	0,018	0,060
2,244	0,04	30	427,83	0,537	0,016	0,048
1,591	0,06	45	427,82	0,573	0,013	0,034
0,887	0,16	60	427,83	0,429	0,009	0,022
0,167	0,26	75	427,83	0,213	0,005	0,017
-0,599	0,39	90	427,83	-0,107	0,000	0,000

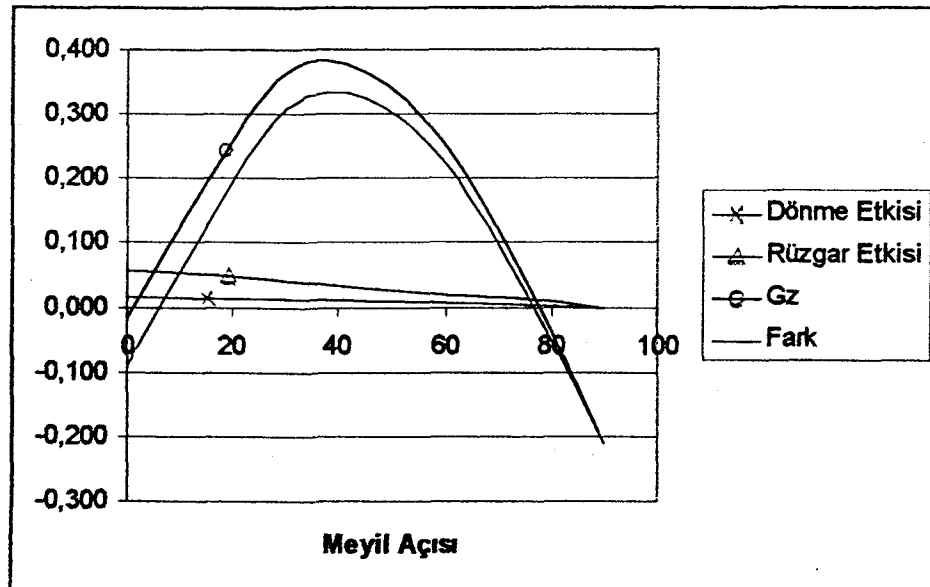


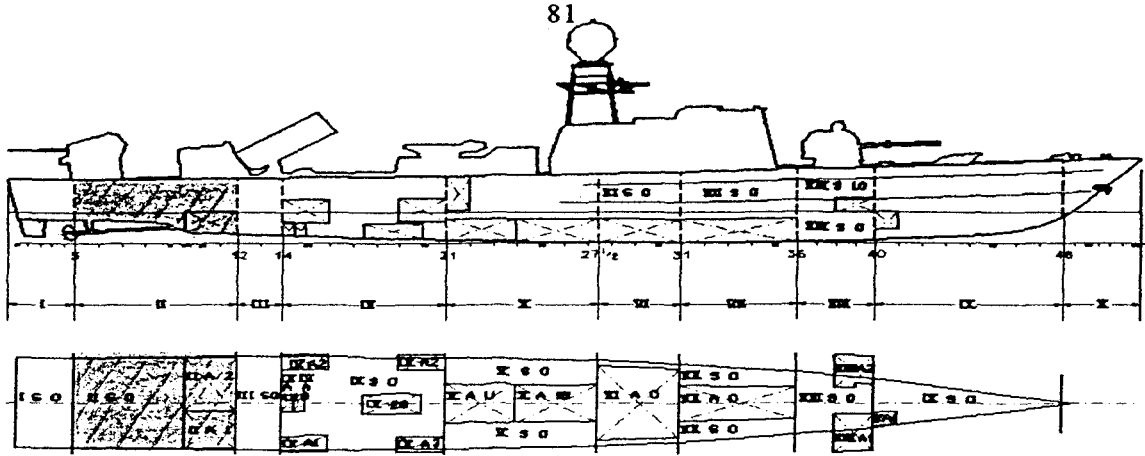


9. SENARYO (KOMPARTMAN 2-YAKIT TANKI 2 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
Draft: 3,751 m Trim: 1,63 derece Meyil: 1,36 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
3,753	1,63	0	427,83	-0,018	0,016	0,057
3,607	1,62	15	427,78	0,195	0,016	0,052
3,307	1,80	30	427,81	0,367	0,014	0,042
2,968	2,25	45	427,83	0,367	0,011	0,029
2,515	2,68	60	427,83	0,250	0,008	0,019
1,991	3,10	75	427,84	0,043	0,004	0,015
1,453	3,53	90	427,84	-0,210	0,000	0,000

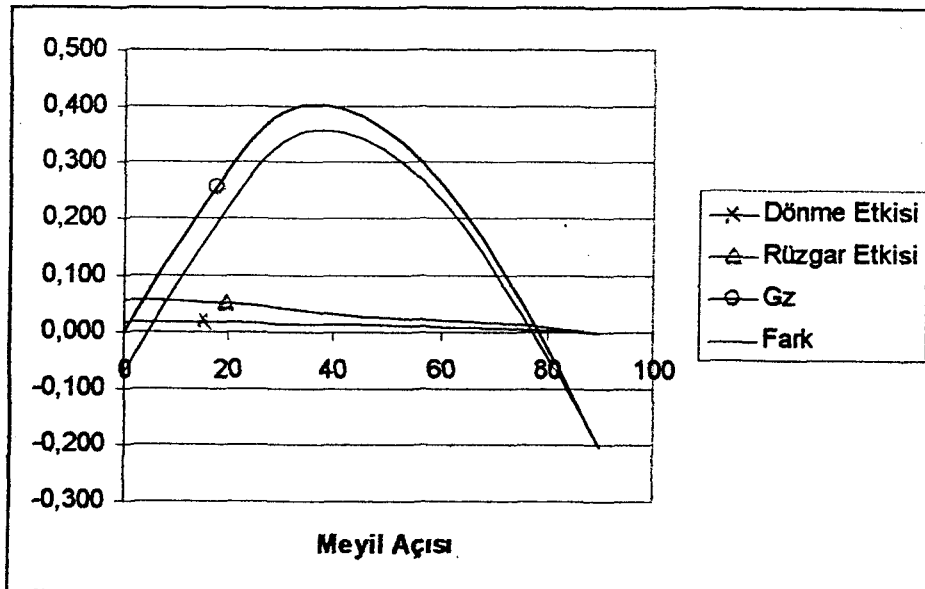


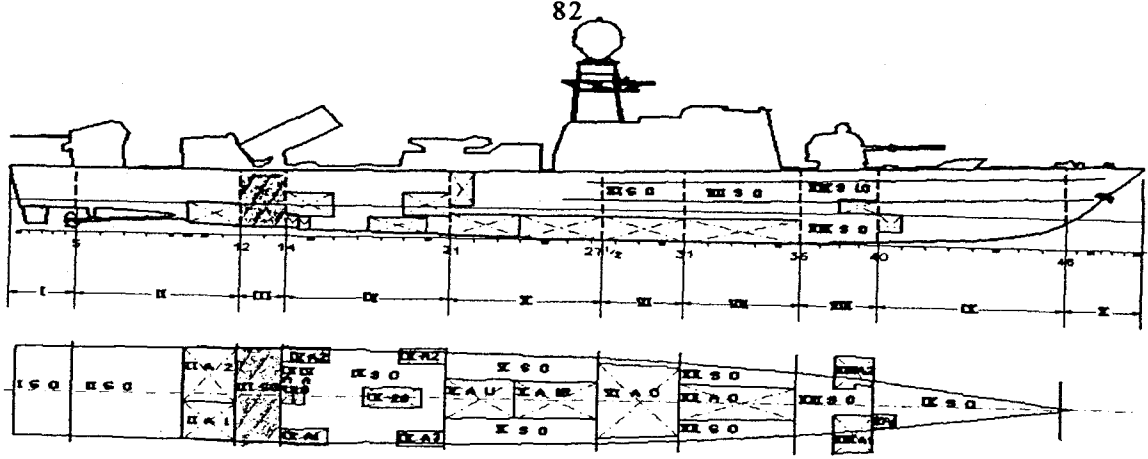


10. SENARYO (KOMPARTMAN 2-YAKIT TANKI 1-YAKIT TANKI 2 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 3,848 m Trim: 1,78 derece Meyil: 0,00 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
3,848	1,78	0	427,84	0	0,016	0,056
3,704	1,77	15	427,85	0,222	0,015	0,051
3,428	1,99	30	427,82	0,391	0,014	0,041
3,107	2,47	45	427,83	0,384	0,011	0,029
2,655	2,90	60	427,84	0,262	0,008	0,019
2,119	3,30	75	427,84	0,051	0,004	0,015
1,534	3,70	90	427,89	-0,203	0,000	0,000

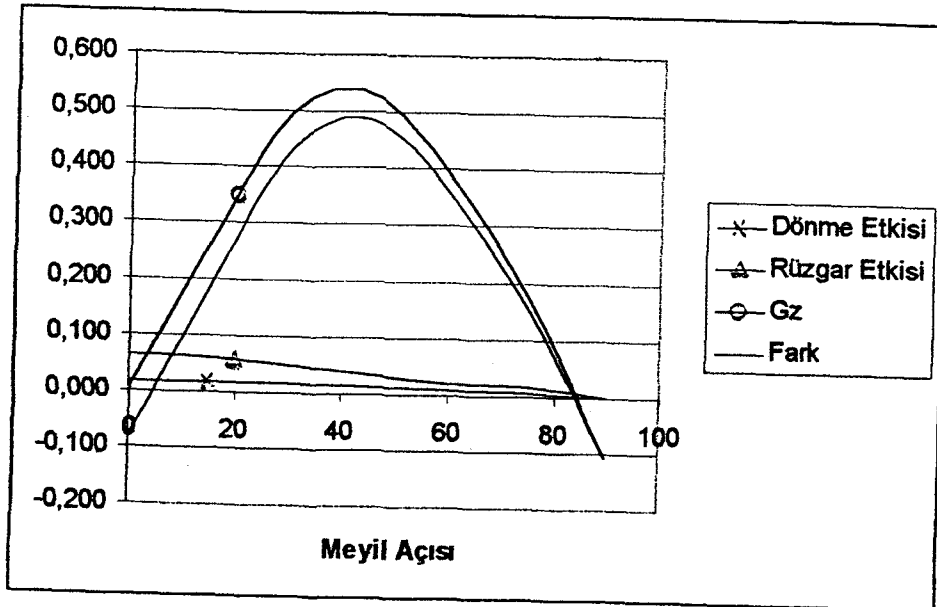


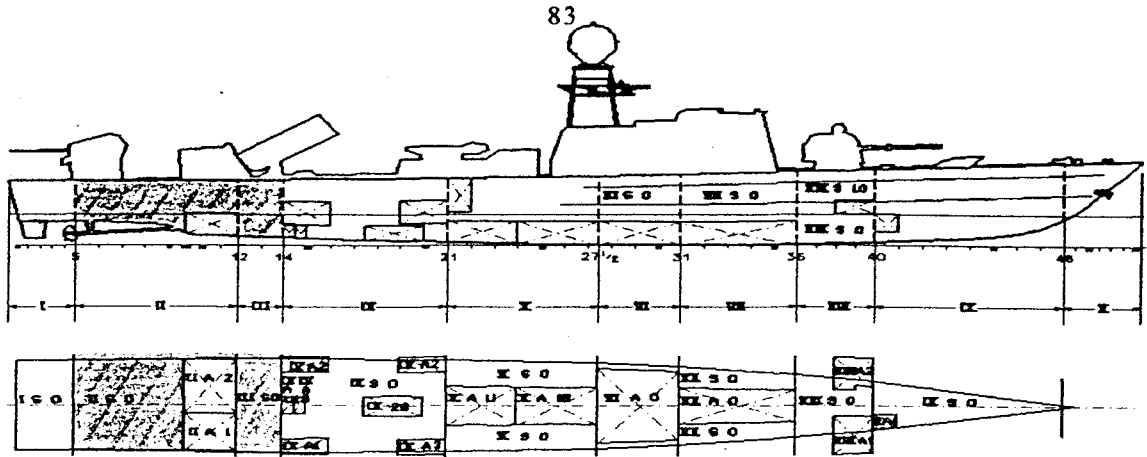


11. SENARYO (KOMPARTMAN 3 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,903 m Trim: 0,16 derece Meyil:
 -0,07 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,902	0,16	0	427,84	0,001	0,018	0,064
2,775	0,19	15	427,83	0,263	0,018	0,060
2,338	0,17	30	427,95	0,497	0,016	0,048
1,736	0,26	45	427,83	0,531	0,013	0,033
1,077	0,42	60	427,83	0,390	0,009	0,022
0,381	0,56	75	427,82	0,175	0,005	0,017
-0,599	0,39	90	427,83	-0,107	0,000	0,000

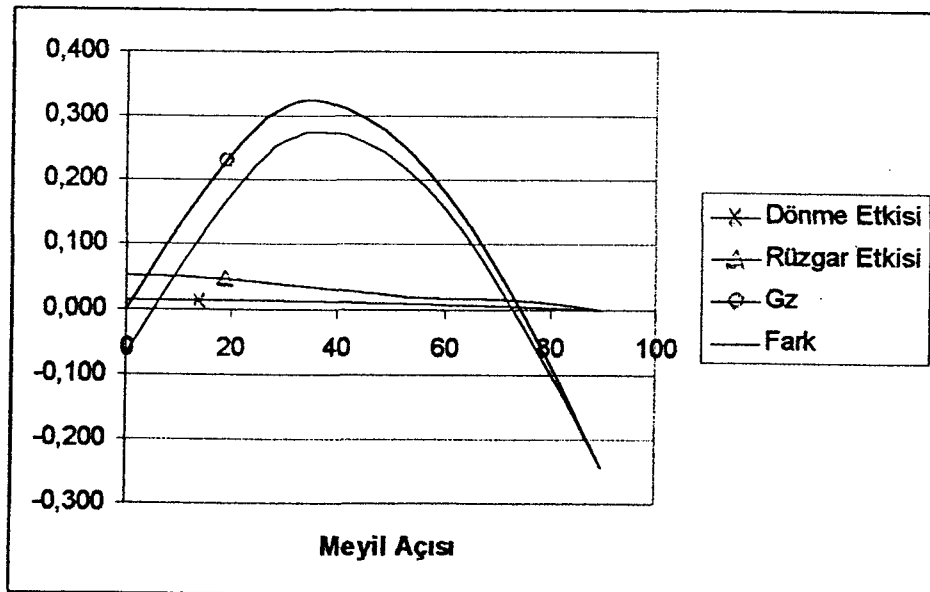


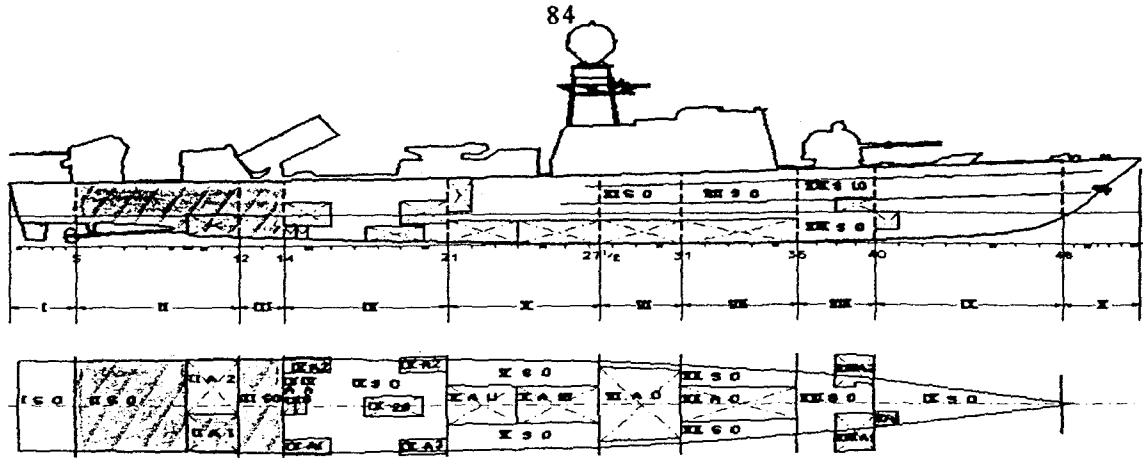


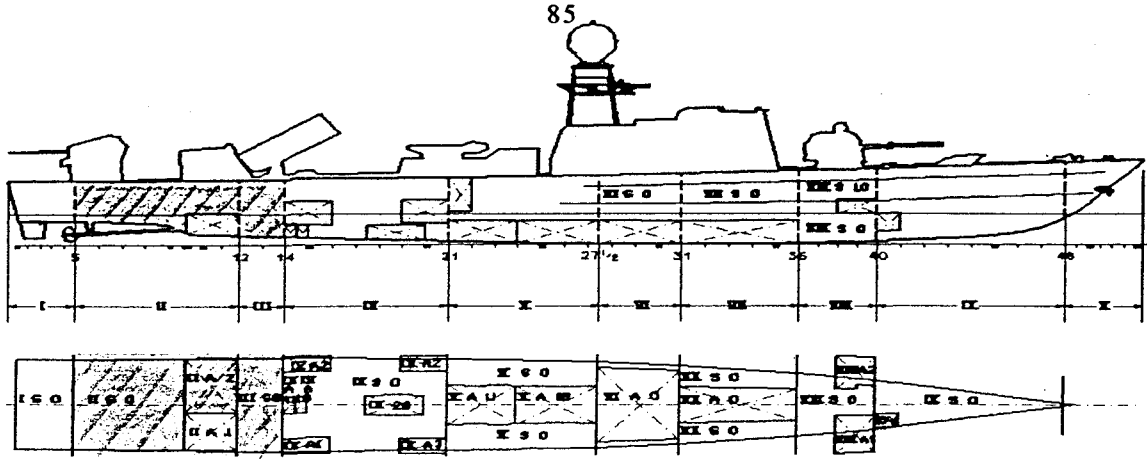
12. SENARYO (KOMPARTMAN 2-KOMPARTMAN 3 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 4,118 m Trim: 2,18 derece Meyil: 0,00 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
4,118	2,18	0	427,84	0	0,015	0,053
3,988	2,20	15	427,83	0,188	0,015	0,049
3,770	2,52	30	427,81	0,316	0,013	0,039
3,519	3,08	45	427,94	0,298	0,011	0,027
3,159	3,65	60	427,87	0,183	0,008	0,018
2,692	4,16	75	427,81	-0,012	0,004	0,014
2,139	4,60	90	427,91	-0,244	0,000	0,000



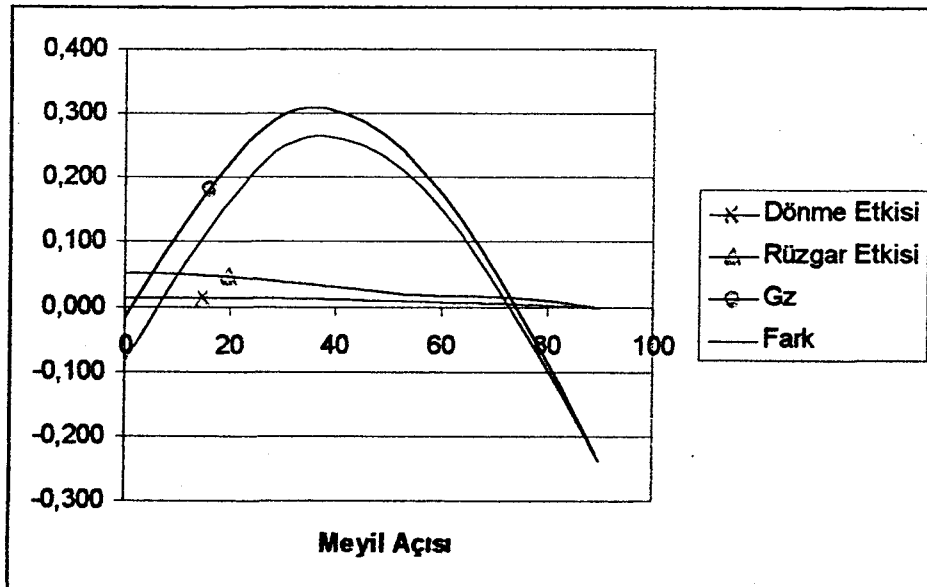


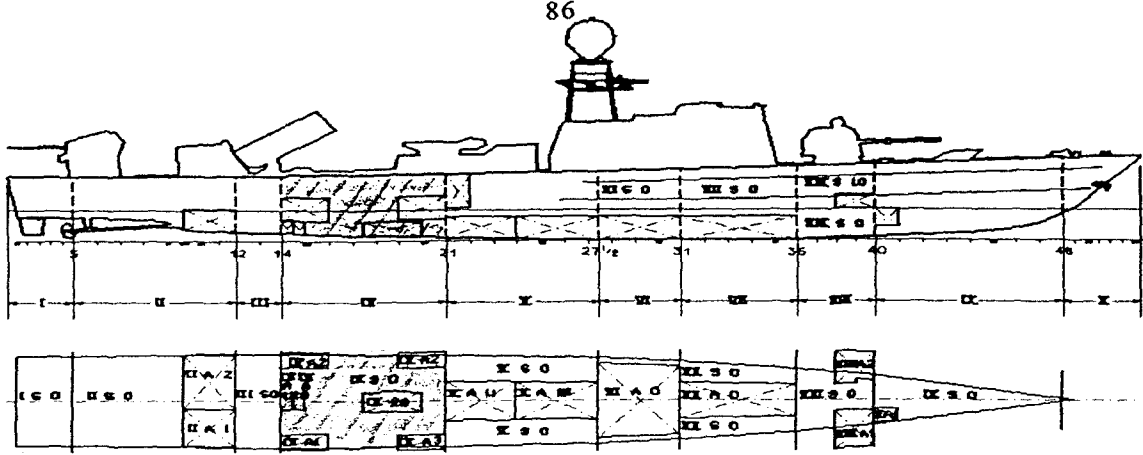


14. SENARYO (KOMPARTMAN 2-KOMPARTMAN 3-YAKIT TANKI 2 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448m
 Draft: 4,182 m Trim: 2,28 derece Meyil: 1,43 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
4,184	2,28	0	427,84	-0,018	0,015	0,052
4,061	2,32	15	427,91	0,174	0,014	0,048
3,860	2,66	30	427,76	0,302	0,013	0,038
3,627	3,25	45	427,75	0,287	0,011	0,027
3,287	3,85	60	427,86	0,176	0,007	0,018
2,828	4,37	75	427,76	-0,013	0,004	0,014
2,278	4,82	90	427,91	-0,238	0,000	0,000

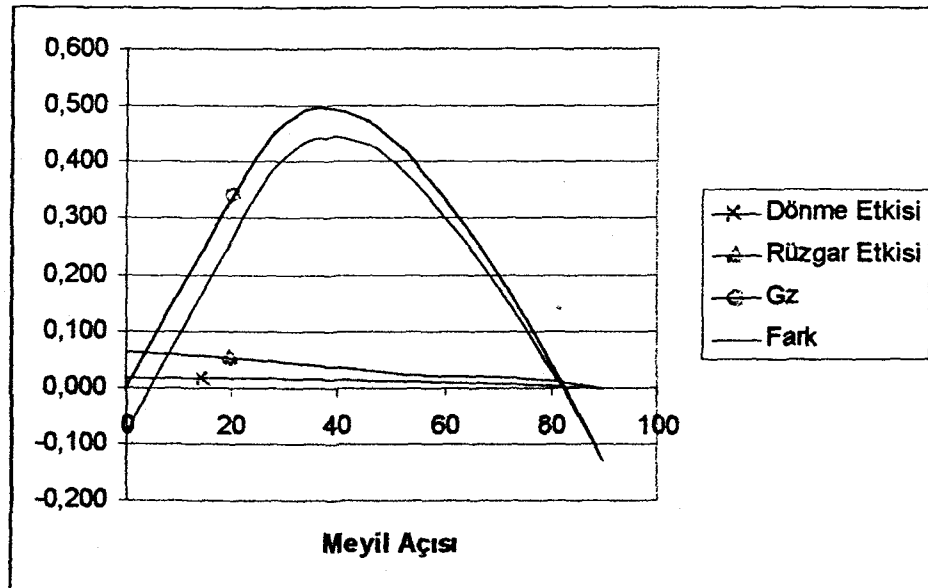


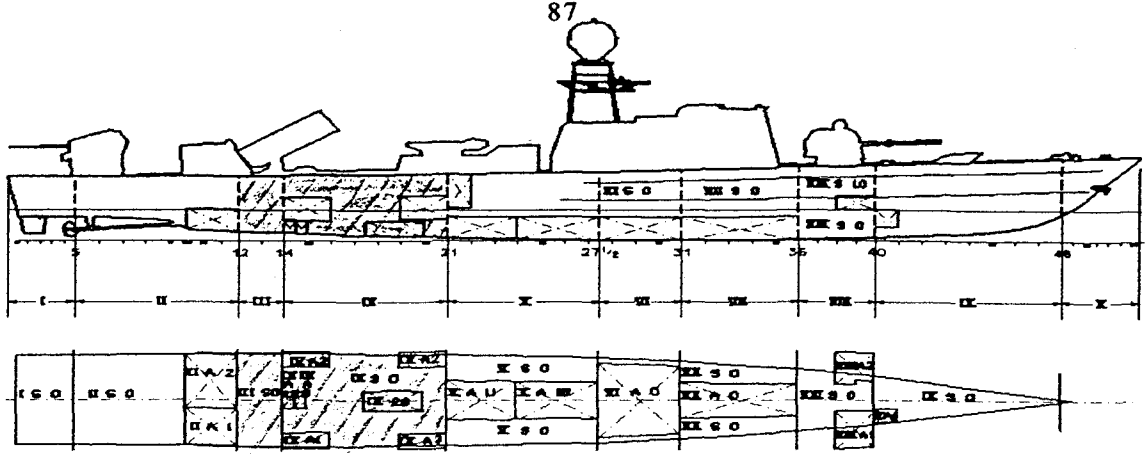


15. SENARYO (KOMPARTMAN 4 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 3,194 m Trim: 0,34 derece Meyil: 0,00 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
3,194	0,34	0	427,92	0	0,018	0,062
3,064	0,37	15	427,78	0,250	0,017	0,057
2,691	0,48	30	427,85	0,473	0,015	0,046
2,216	0,76	45	427,72	0,477	0,013	0,032
1,639	1,02	60	427,83	0,332	0,009	0,021
0,978	1,21	75	427,83	0,125	0,005	0,016
0,316	1,46	90	427,76	-0,128	0,000	0,000



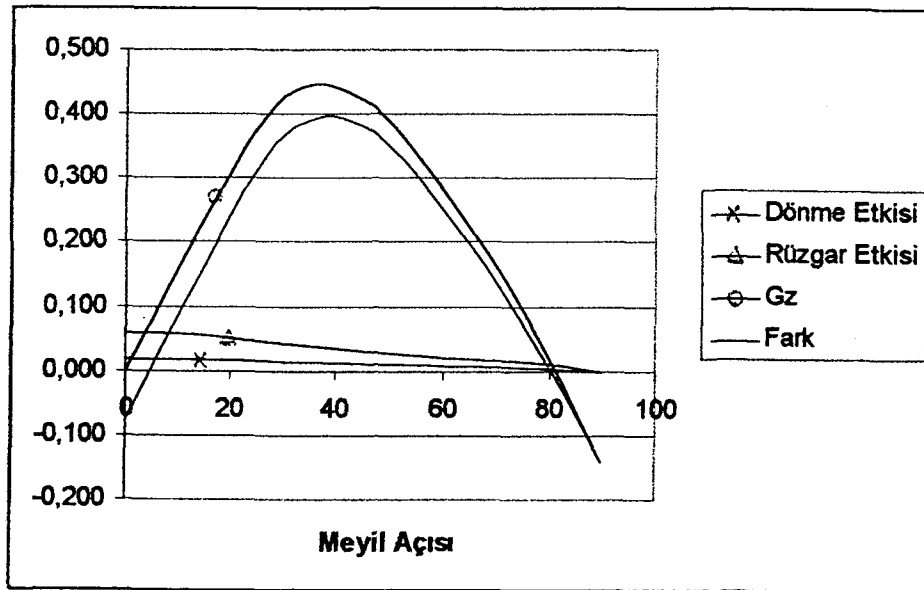


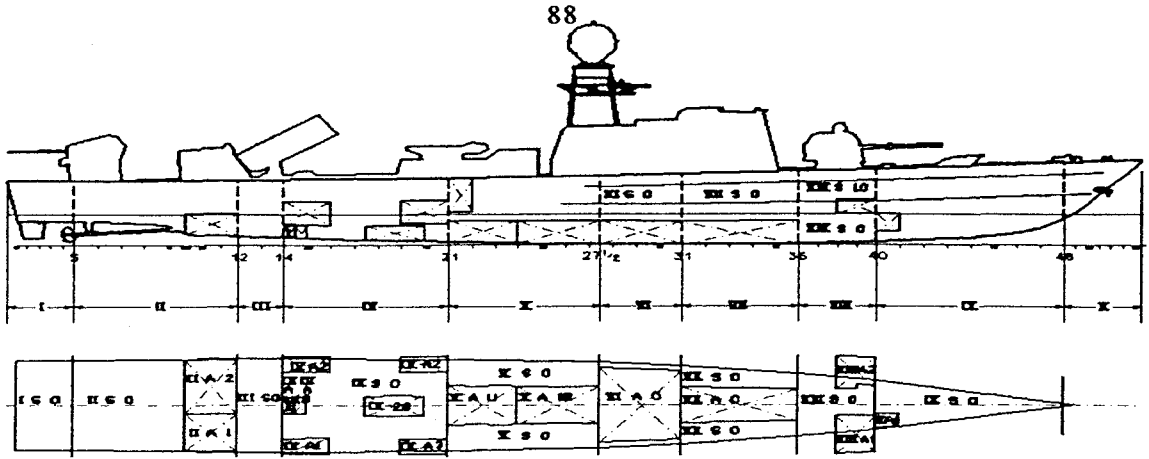
16. SENARYO (KOMPARTMAN 3-KOMPARTMAN 4 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m

Draft: 3,439 m Trim: 0,67 derece Meyil: 0,00 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
3,439	0,67	0	427,84	0	0,017	0,059
3,303	0,69	15	427,79	0,235	0,016	0,055
2,985	0,88	30	427,82	0,429	0,015	0,044
2,599	1,28	45	427,83	0,423	0,012	0,031
2,090	1,63	60	427,77	0,281	0,009	0,020
1,469	1,88	75	427,83	0,092	0,004	0,016
0,812	2,13	90	427,81	-0,142	0,000	0,000

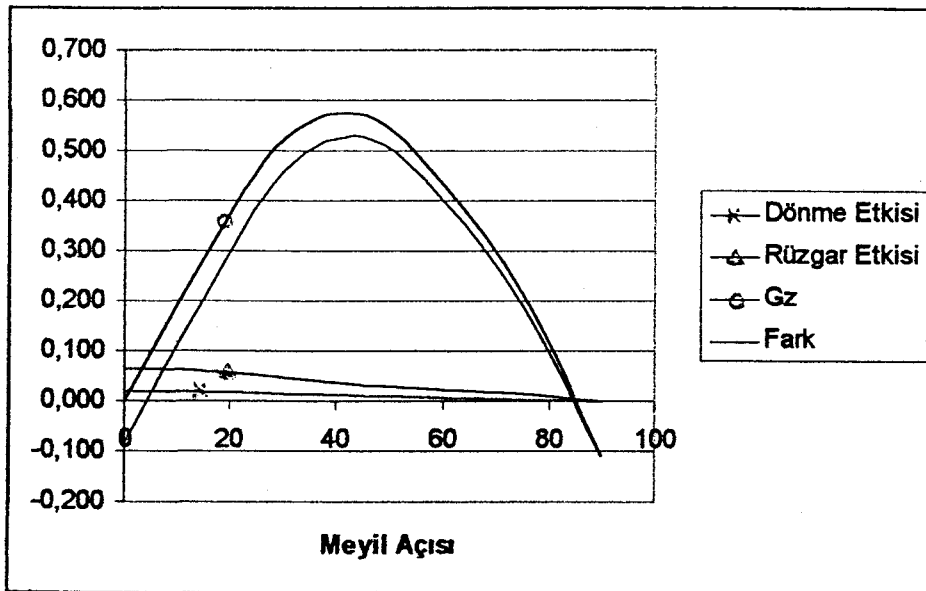


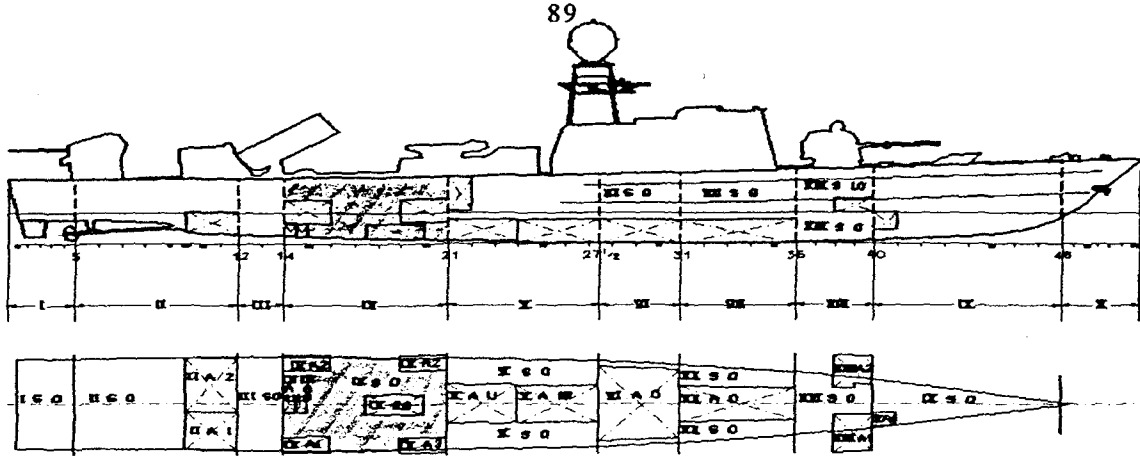


17. SENARYO (KİRLİ YAĞ TANKI 1 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,750 m Trim: -0,06 derece Meyil: -0,03 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,750	-0,06	0	427,81	0	0,019	0,066
2,623	-0,03	15	427,83	0,285	0,018	0,061
2,165	-0,09	30	427,83	0,524	0,016	0,049
1,516	-0,06	45	427,83	0,574	0,013	0,034
0,815	0,04	60	427,83	0,431	0,009	0,023
0,099	0,16	75	427,84	0,211	0,005	0,017
-0,599	0,39	90	427,85	-0,107	0,000	0,000

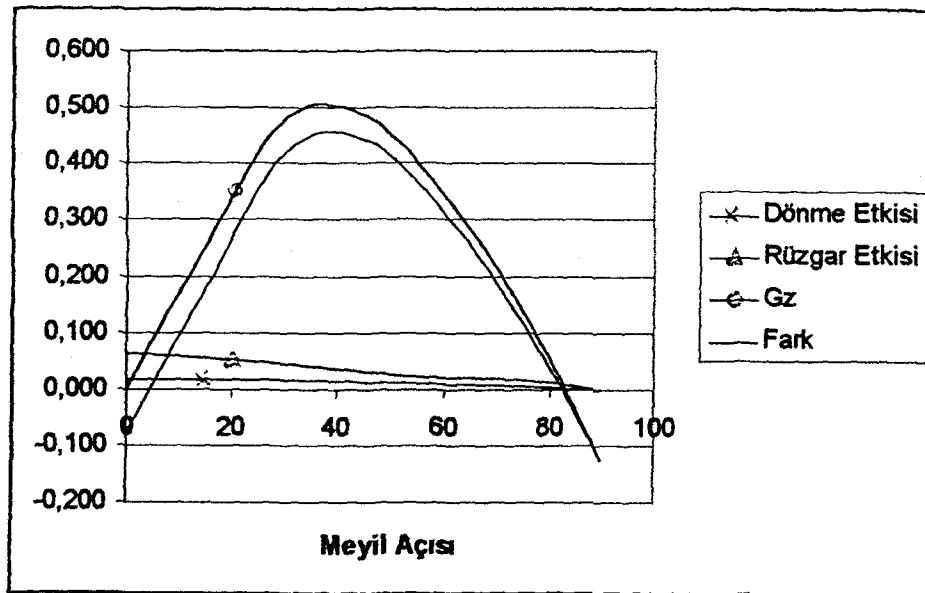


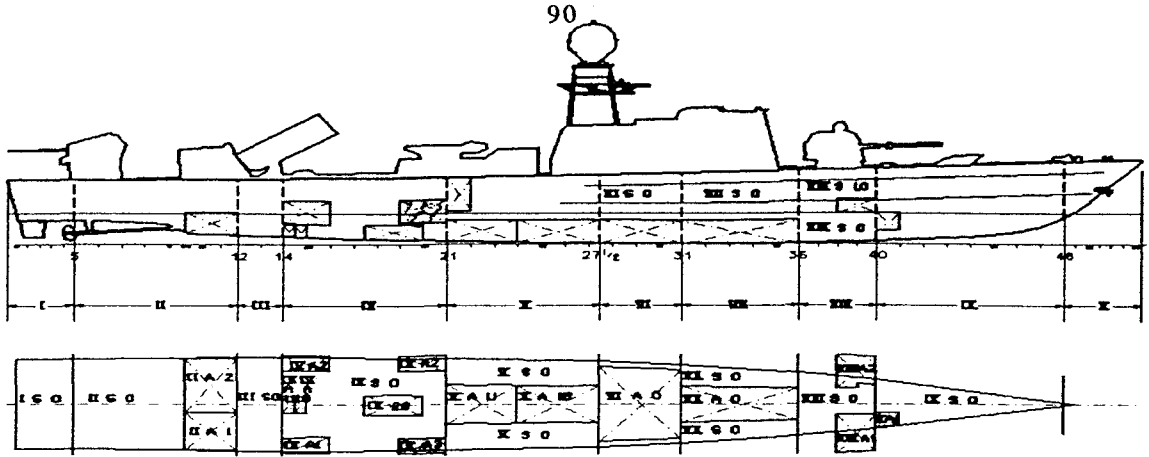


18. SENARYO (KOMPARTMAN 4-KİRLİ YAĞ TANKI 1 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 3,208 m Trim: 0,35 derece Meyil: 0,00 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
3,208	0,35	0	427,92	0	0,018	0,062
3,078	0,38	15	427,78	0,255	0,017	0,057
2,709	0,49	30	427,85	0,482	0,015	0,045
2,241	0,79	45	427,72	0,488	0,012	0,032
1,669	1,05	60	427,83	0,343	0,009	0,021
1,006	1,24	75	427,83	0,134	0,005	0,016
0,328	1,47	90	427,81	-0,124	0,000	0,000

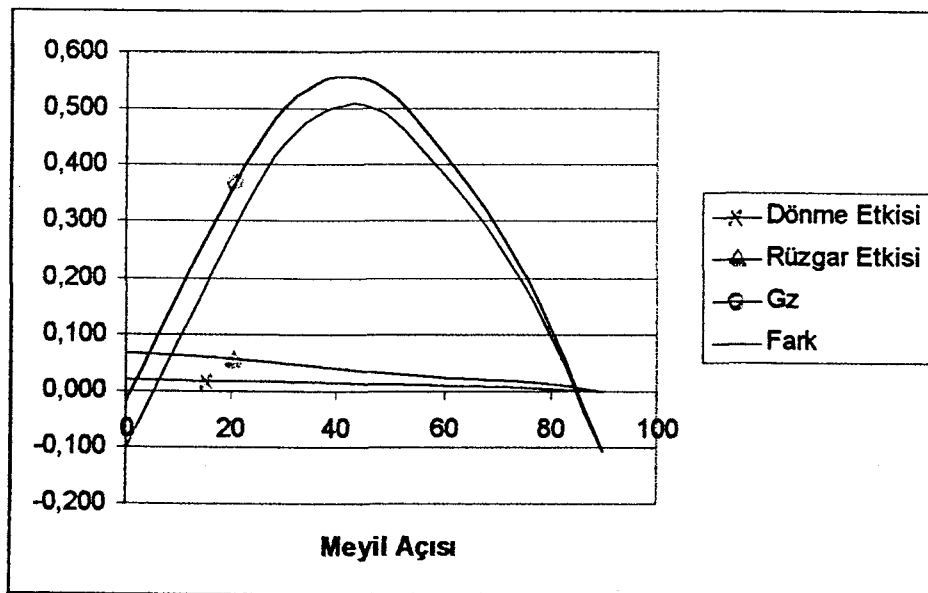


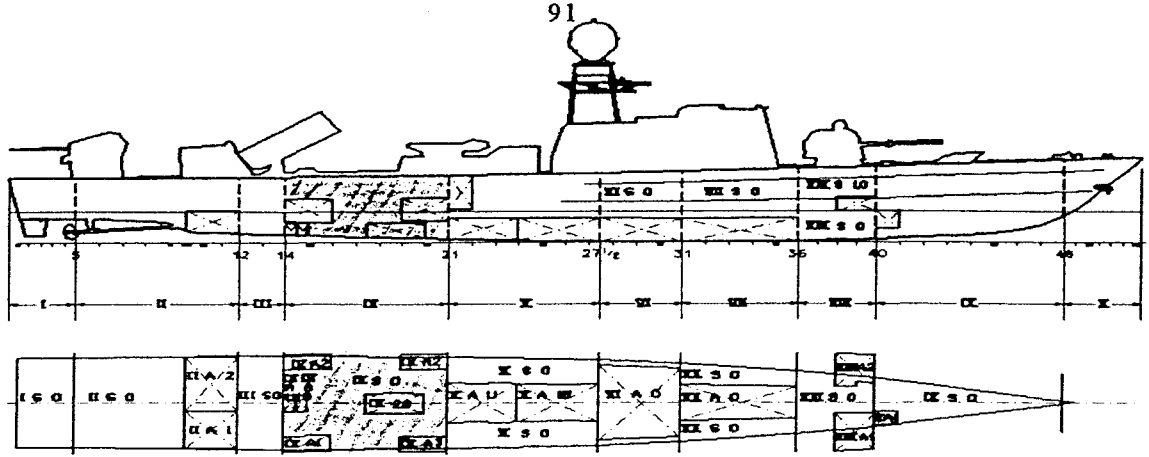


19. SENARYO (SERVİS TANKI 5 VEYA 6 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,748 m Trim: -0,07 derece Meyil: 0,95 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,748	-0,07	0	427,83	-0,018	0,019	0,066
2,622	-0,04	15	427,83	0,265	0,018	0,061
2,165	-0,09	30	427,86	0,504	0,016	0,049
1,515	-0,06	45	427,83	0,555	0,013	0,034
0,818	0,04	60	427,83	0,417	0,009	0,023
0,114	0,17	75	427,83	0,206	0,005	0,017
-0,599	0,39	90	427,84	-0,107	0,000	0,000

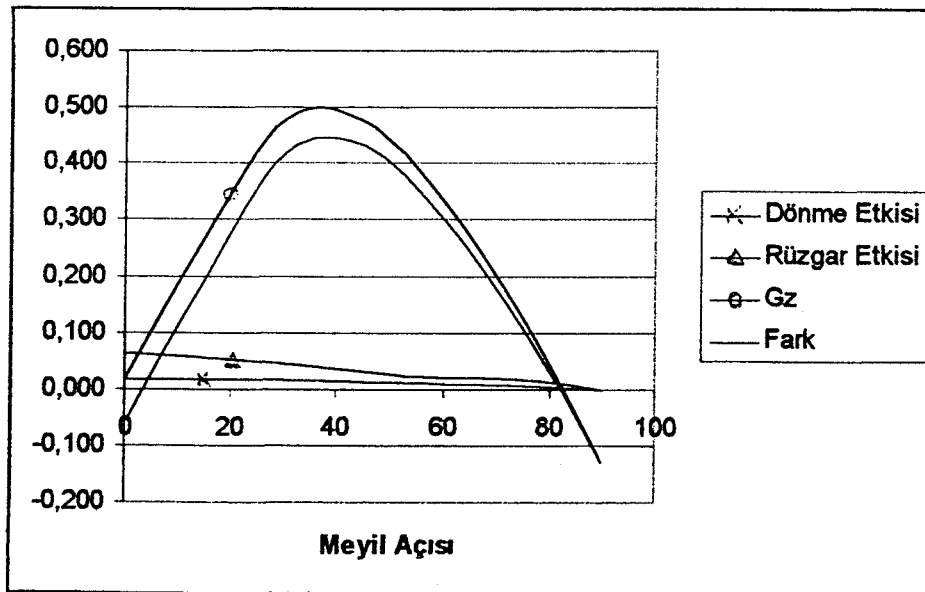


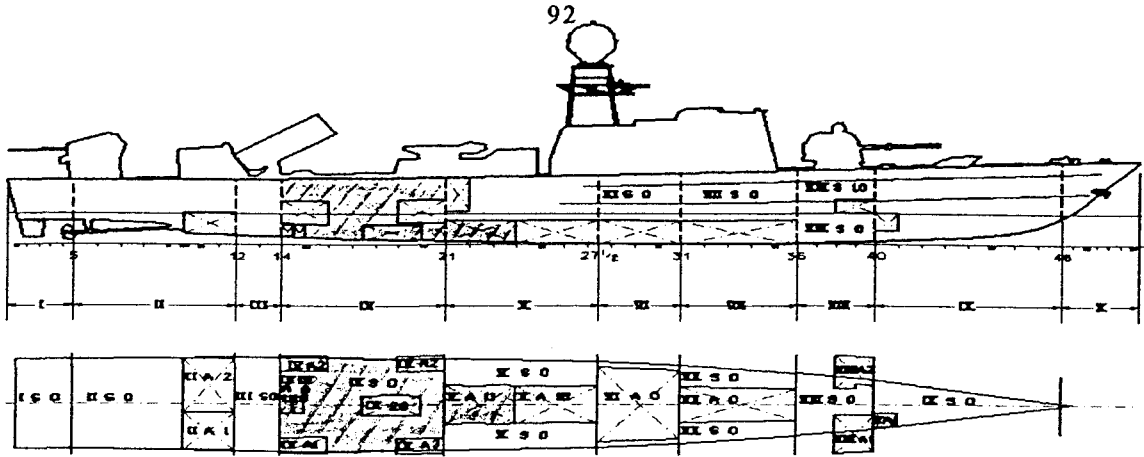


20. SENARYO (KOMPARTMAN 4-SERVİS TANKI 5 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
Draft: 3,206 m Trim: 0,35 derece Meyil: -1,08 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
3,207	0,35	0	427,92	0,018	0,018	0,062
3,075	0,38	15	427,78	0,268	0,017	0,057
2,695	0,48	30	427,85	0,478	0,015	0,045
2,216	0,76	45	427,83	0,477	0,012	0,032
1,639	1,02	60	427,83	0,332	0,009	0,021
0,978	1,21	75	427,83	0,125	0,005	0,016
0,316	1,46	90	427,77	-0,128	0,000	0,000

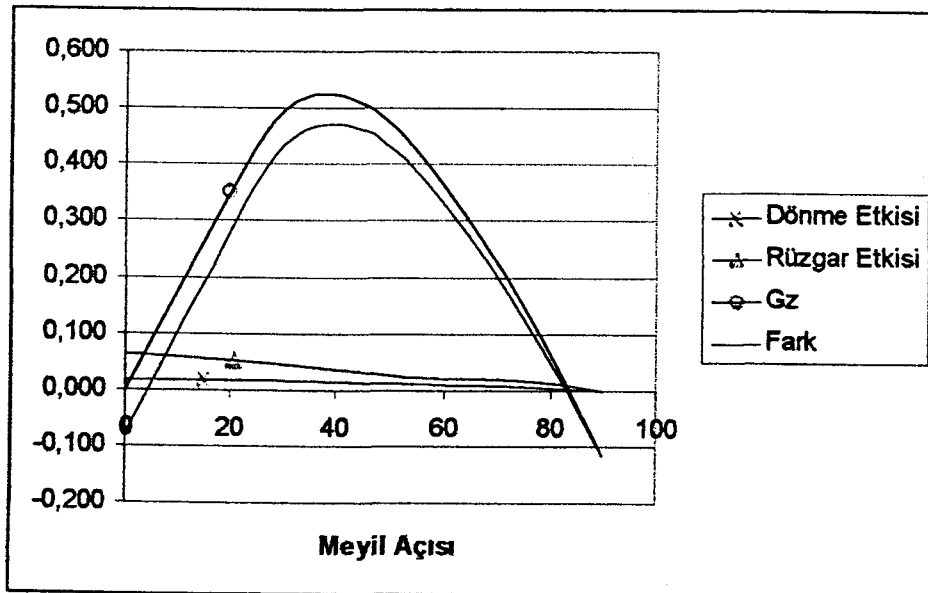


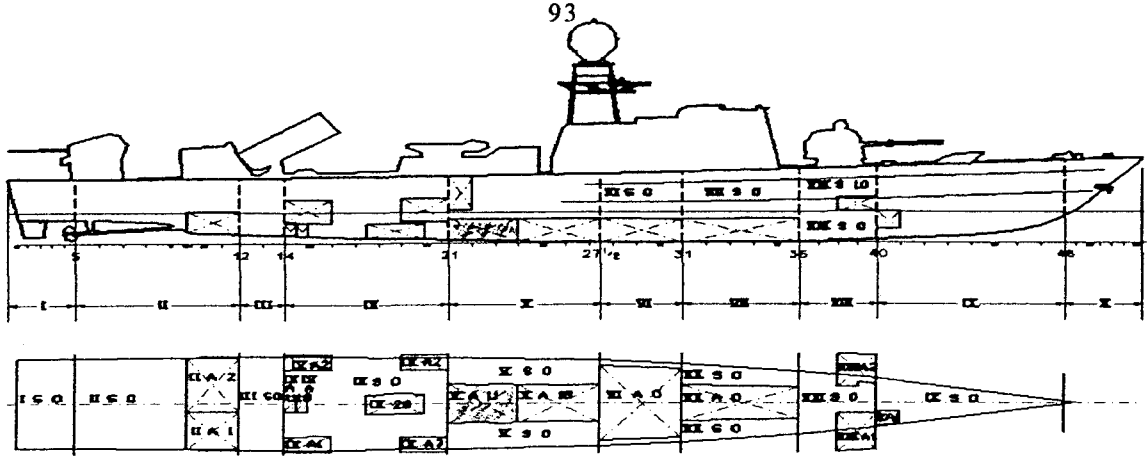


21. SENARYO (KOMPARTMAN 4-YAKIT TANKI 3 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 3,221 m Trim: 0,34 derece Meyil: 0,00 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
3,220	0,34	0	427,89	0	0,018	0,061
3,090	0,37	15	427,77	0,264	0,017	0,057
2,726	0,49	30	427,85	0,498	0,015	0,045
2,267	0,79	45	427,76	0,506	0,012	0,032
1,698	1,07	60	427,83	0,360	0,009	0,021
1,028	1,25	75	427,83	0,146	0,005	0,016
0,343	1,48	90	427,82	-0,116	0,000	0,000

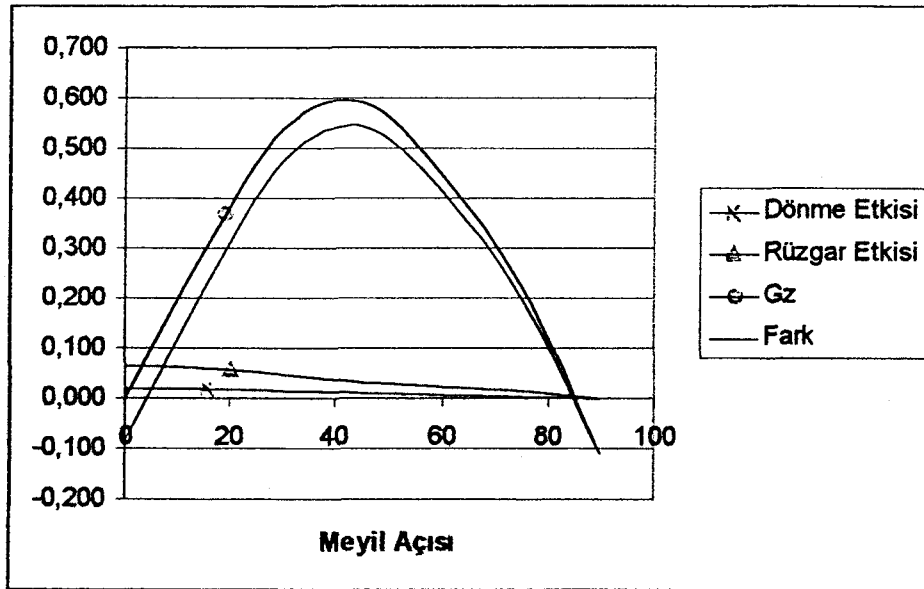


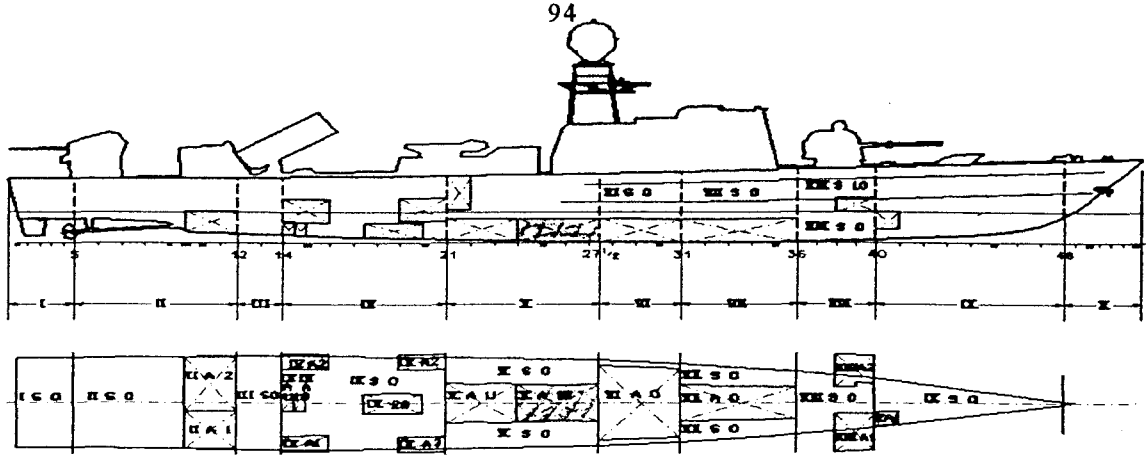


22. SENARYO (YAKIT TANKI 3 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,758 m Trim: -0,08 derece Meyil: -0,03 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,758	-0,08	0	427,83	0	0,019	0,066
2,632	-0,05	15	427,83	0,294	0,018	0,061
2,177	-0,09	30	427,84	0,542	0,016	0,049
1,534	-0,05	45	427,83	0,593	0,013	0,034
0,831	0,05	60	427,83	0,444	0,009	0,023
0,110	0,17	75	427,82	0,219	0,005	0,017
-0,599	0,39	90	427,83	-0,107	0,000	0,000

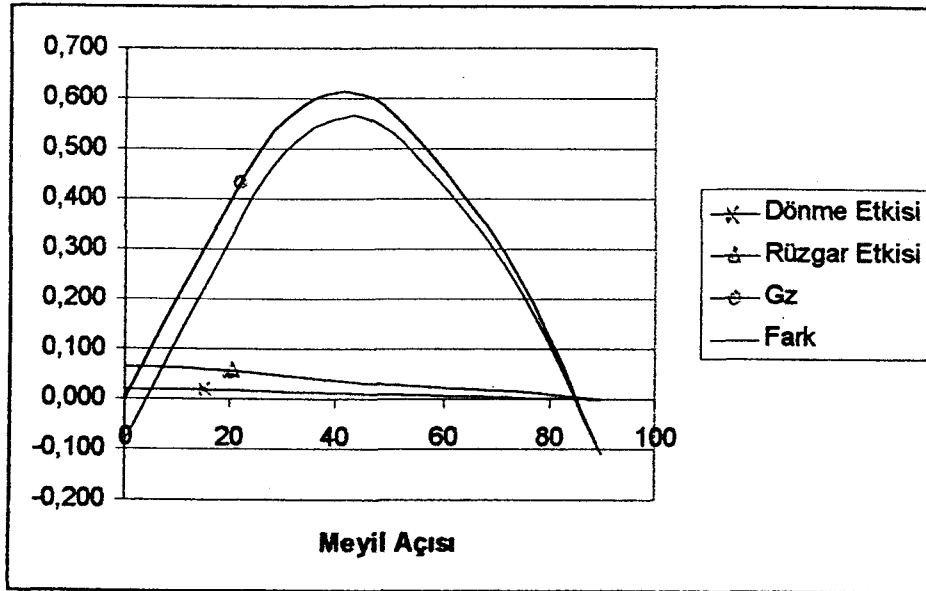


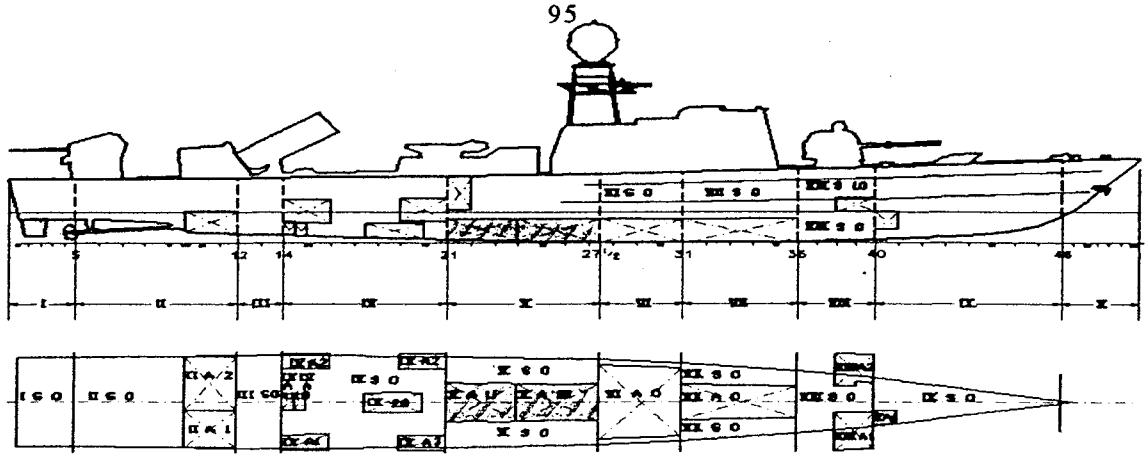


23. SENARYO (YAKIT TANKI 4 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,750 m Trim: -0,13 derece Meyil: -0,03 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,750	-0,13	0	427,84	0	0,019	0,066
2,624	-0,10	15	427,83	0,300	0,018	0,061
2,170	-0,14	30	427,83	0,556	0,016	0,049
1,530	-0,09	45	427,89	0,610	0,013	0,034
0,827	0,02	60	427,77	0,455	0,009	0,023
0,111	0,15	75	427,83	0,226	0,005	0,017
-0,599	0,39	90	427,76	-0,107	0,000	0,000

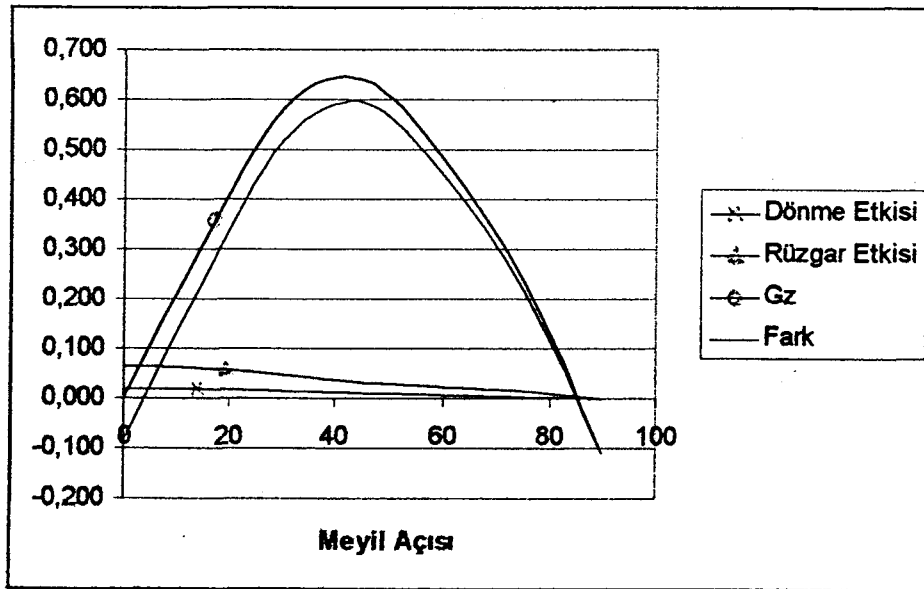


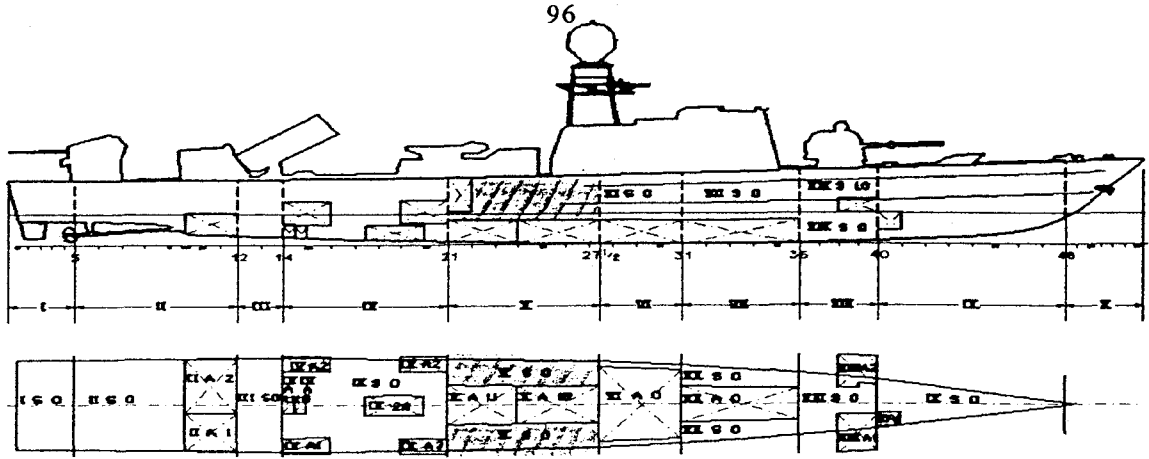


24. SENARYO (YAKIT TANKI 3-YAKIT TANKI 4 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,770 m Trim: -0,14 derece Meyil: -0,03 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,770	-0,14	0	427,84	0	0,019	0,066
2,645	-0,10	15	427,83	0,314	0,018	0,061
2,196	-0,13	30	427,83	0,585	0,016	0,048
1,569	-0,07	45	427,90	0,642	0,013	0,034
0,864	0,05	60	427,75	0,480	0,009	0,023
0,132	0,17	75	427,83	0,237	0,005	0,017
-0,599	0,39	90	427,84	-0,107	0,000	0,000

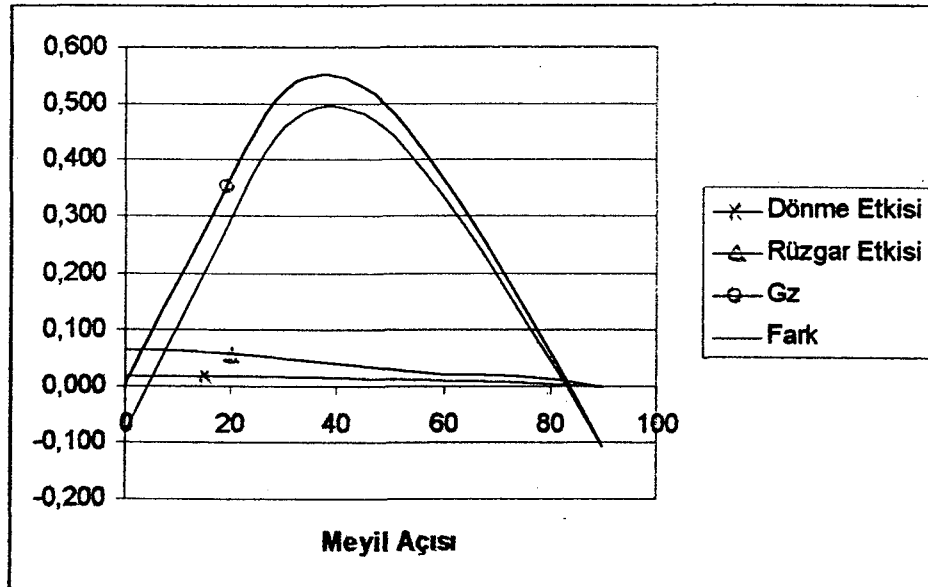


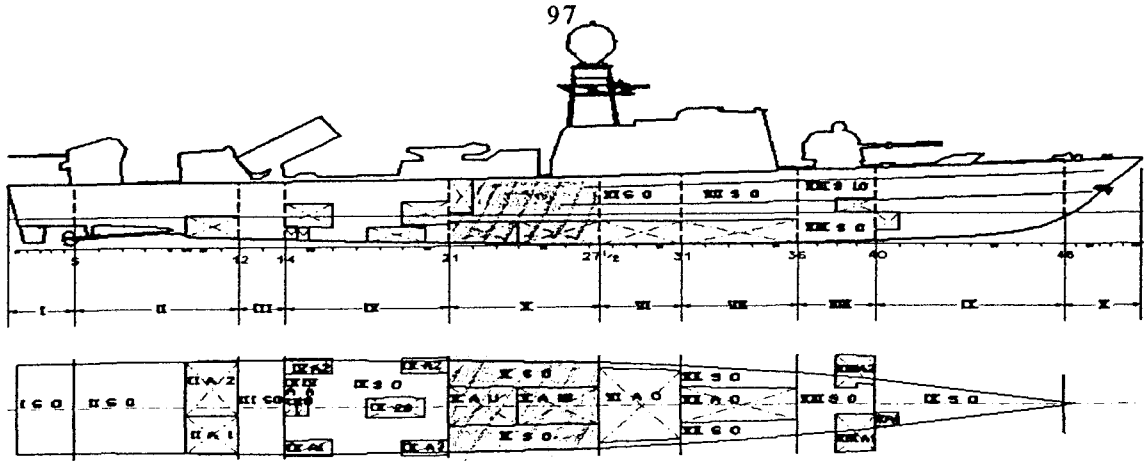


25. SENARYO (KOMPARTMAN 5 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,903 m Trim: -0,34 derece Meyil: -0,02 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,903	-0,34	0	427,73	0,001	0,018	0,064
2,781	-0,29	15	427,94	0,278	0,018	0,060
2,376	-0,22	30	427,86	0,526	0,016	0,048
1,842	-0,01	45	427,92	0,528	0,013	0,033
1,219	0,20	60	427,87	0,365	0,009	0,022
0,530	0,30	75	427,83	0,139	0,005	0,017
-0,599	0,39	90	427,83	-0,107	0,000	0,000

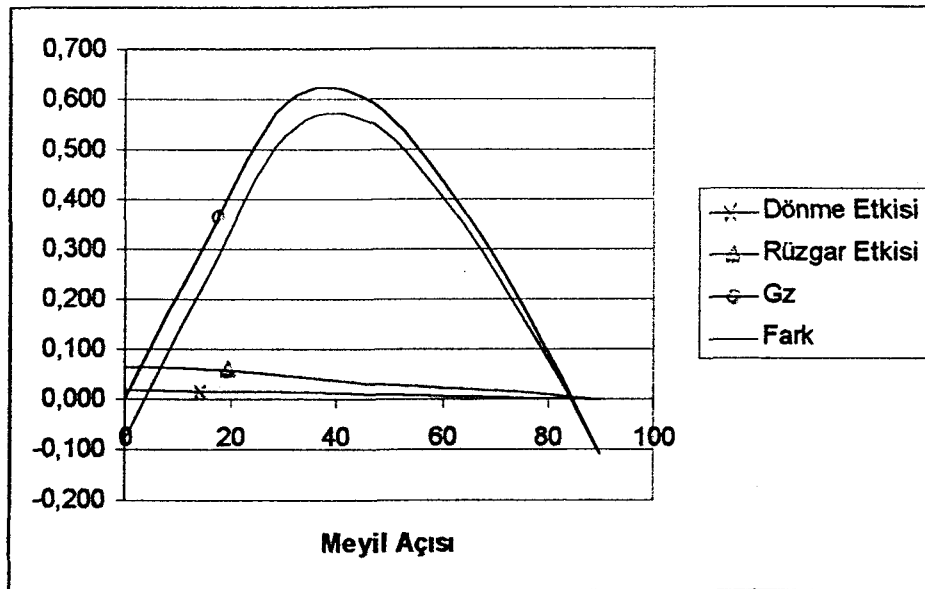


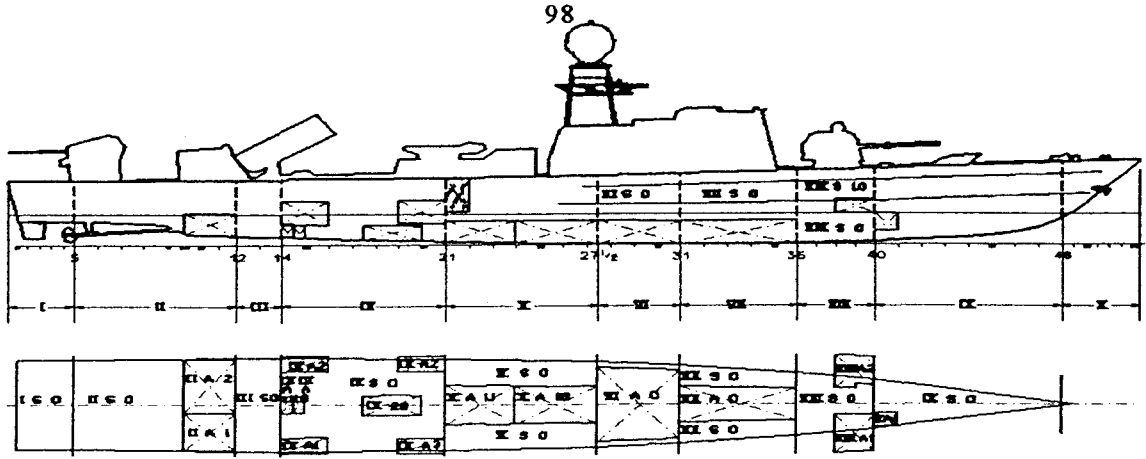


26. SENARYO (KOMPARTMAN 5-YAKIT TANKI 3-YAKIT TANKI 4 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,945 m Trim: -0,40 derece Meyil: -0,02 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,945	-0,40	0	427,74	0,001	0,018	0,064
2,823	-0,35	15	427,83	0,313	0,018	0,059
2,434	-0,24	30	427,83	0,593	0,016	0,047
1,930	0,01	45	427,83	0,605	0,013	0,033
1,320	0,25	60	427,81	0,436	0,009	0,022
0,611	0,41	75	427,82	0,187	0,005	0,017
-0,599	0,39	90	427,83	-0,107	0,000	0,000

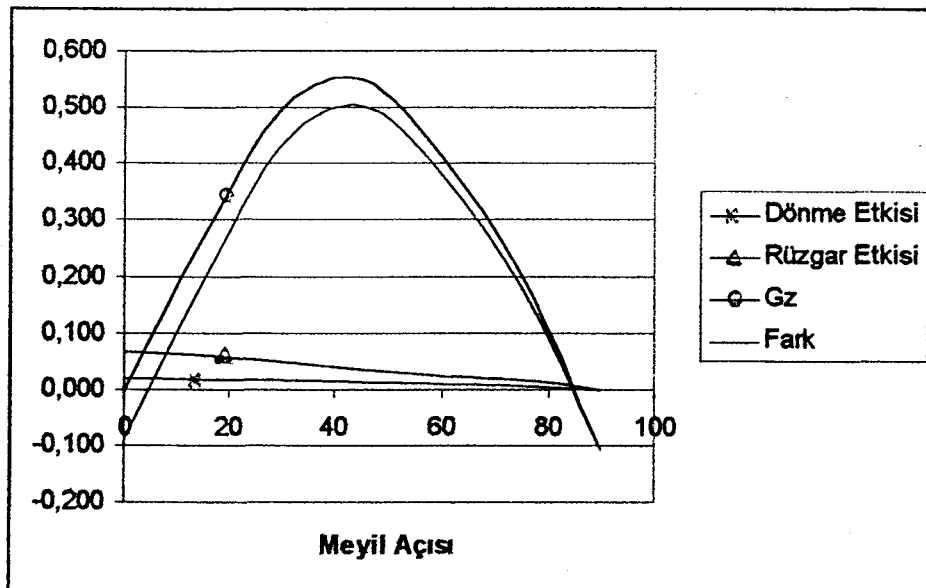


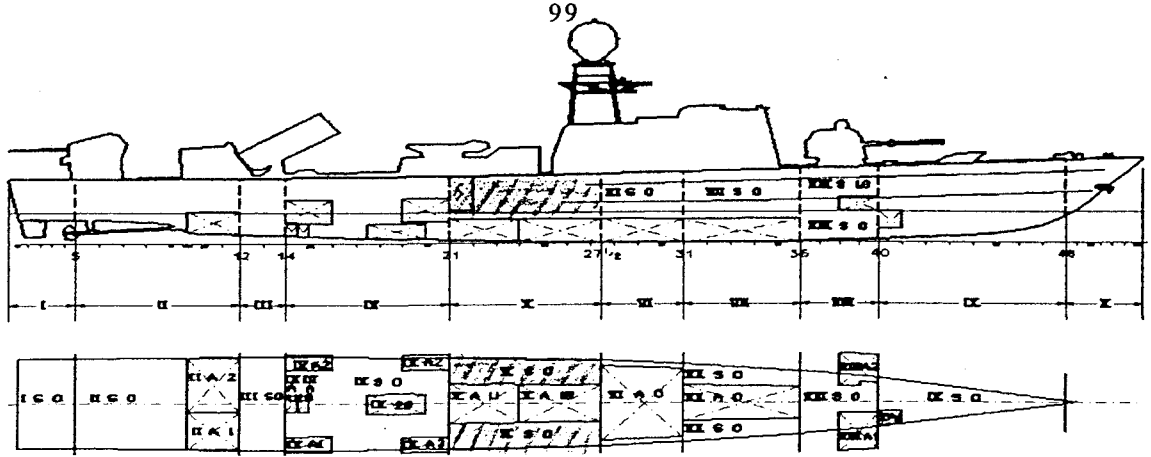


27. SENARYO (YAĞLAMA YAĞI TANKI 1 VEYA 2 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,740 m Trim: -0,07 derece Meyil: 0,27 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,741	-0,07	0	427,93	-0,005	0,019	0,066
2,616	-0,04	15	427,73	0,271	0,018	0,061
2,161	-0,09	30	427,83	0,501	0,016	0,049
1,510	-0,07	45	427,83	0,550	0,013	0,034
0,813	0,04	60	427,83	0,411	0,009	0,023
0,109	0,17	75	427,83	0,200	0,005	0,017
-0,599	0,39	90	427,83	-0,107	0,000	0,000

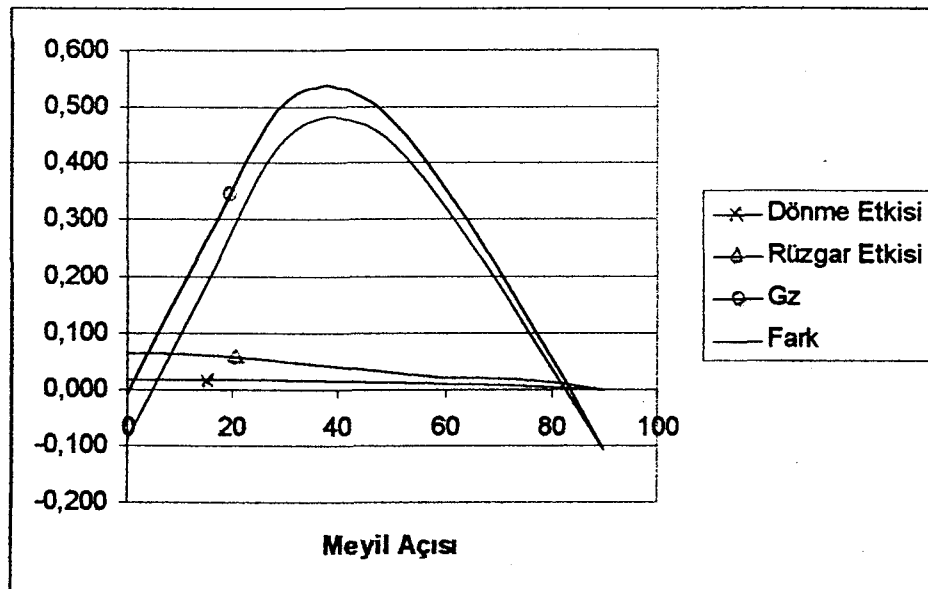


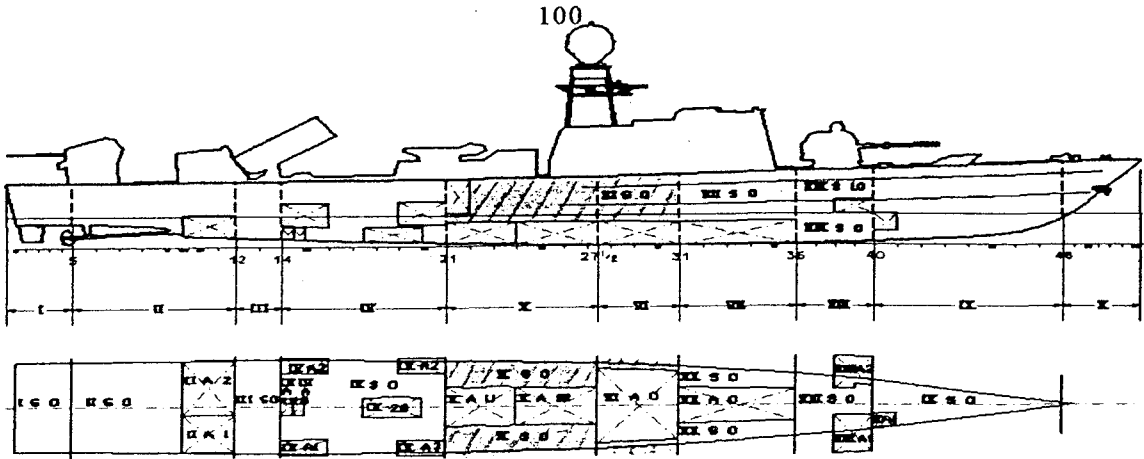


28. SENARYO (KOMPARTMAN 5-YAĞLAMA YAĞI TANKI 2 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,907 m Trim: -0,34 derece Meyil: 0,34 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,907	-0,34	0	427,73	-0,007	0,018	0,064
2,788	-0,29	15	427,83	0,266	0,018	0,060
2,386	-0,22	30	427,83	0,512	0,016	0,048
1,858	0	45	427,92	0,515	0,013	0,033
1,238	0,22	60	427,82	0,355	0,009	0,022
0,552	0,39	75	427,83	0,131	0,005	0,017
-0,599	0,39	90	427,83	-0,107	0,000	0,000

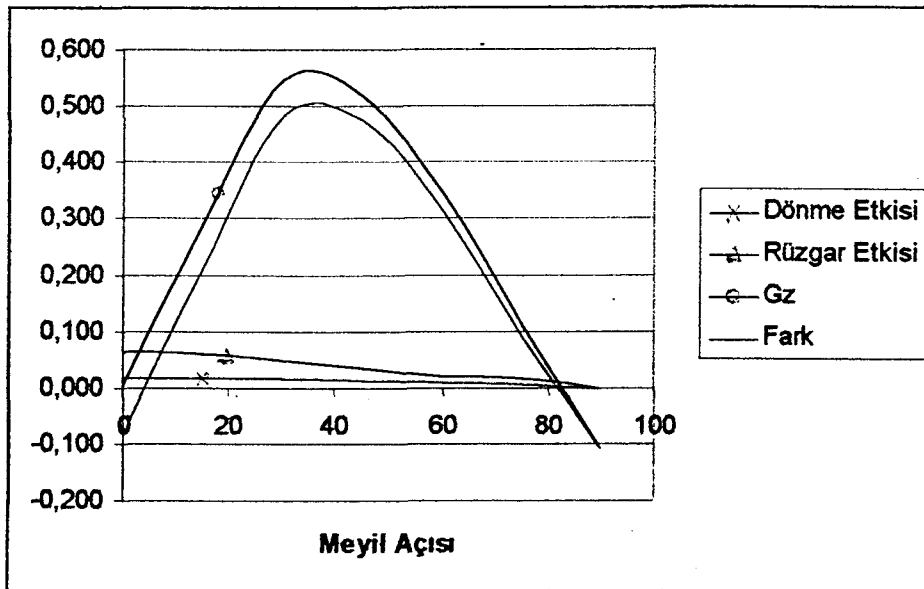


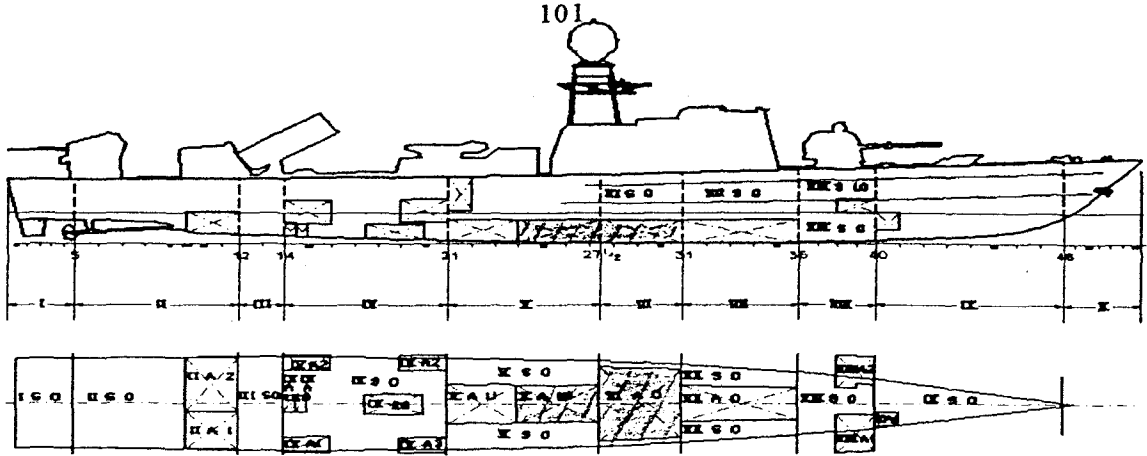


29. SENARYO (KOMPARTMAN 5-KOMPARTMAN 6 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,918 m Trim: -0,80 derece Meyil: -0,02 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,918	-0,8	0	427,83	0,001	0,018	0,064
2,797	-0,74	15	427,83	0,291	0,018	0,060
2,425	-0,57	30	427,77	0,545	0,016	0,047
1,949	-0,28	45	427,90	0,520	0,013	0,033
1,369	0,01	60	427,82	0,344	0,009	0,022
0,705	0,24	75	427,83	0,108	0,005	0,017
-0,599	0,39	90	427,94	-0,107	0,000	0,000

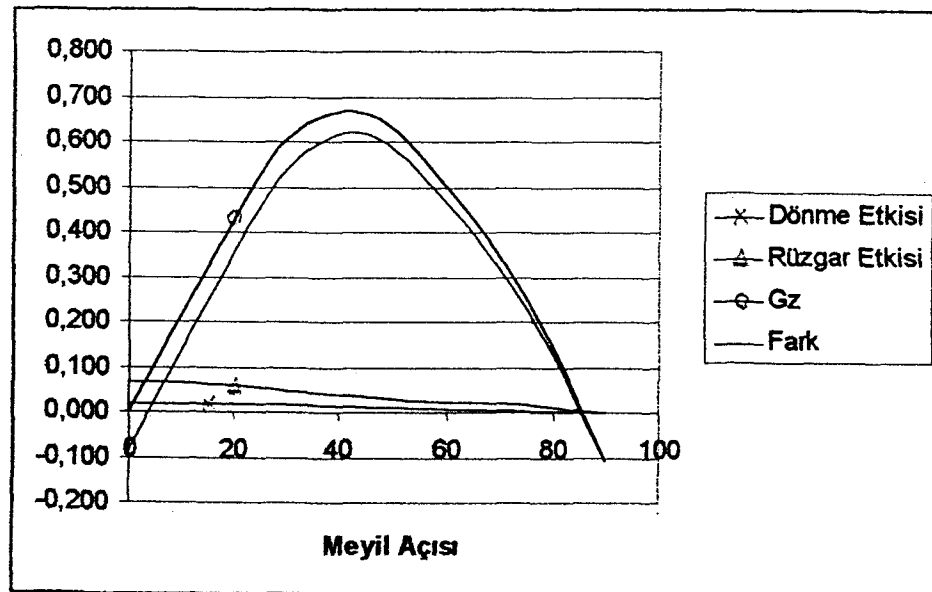


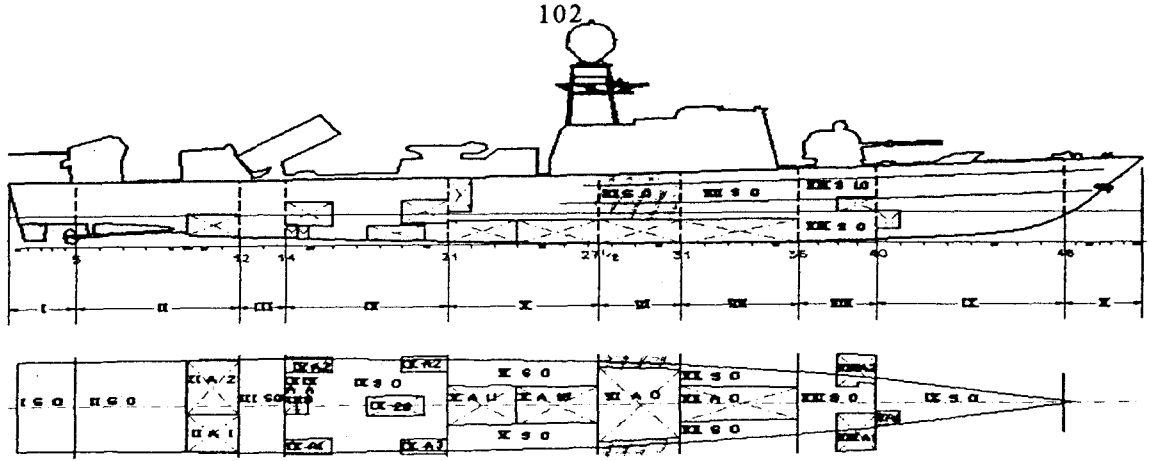


30. SENARYO (YAKIY TANKI 4-YAKIT TANKI 5 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
Draft: 2,743 m Trim: -0,25 derece Meyil: -0,03 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,743	-0,25	0	427,80	0	0,019	0,066
2,619	-0,22	15	427,92	0,326	0,018	0,061
2,170	-0,24	30	427,83	0,608	0,016	0,049
1,544	-0,16	45	427,83	0,664	0,013	0,034
0,845	-0,03	60	427,83	0,496	0,009	0,023
0,123	0,12	75	427,77	0,249	0,005	0,017
-0,599	0,39	90	427,78	-0,107	0,000	0,000

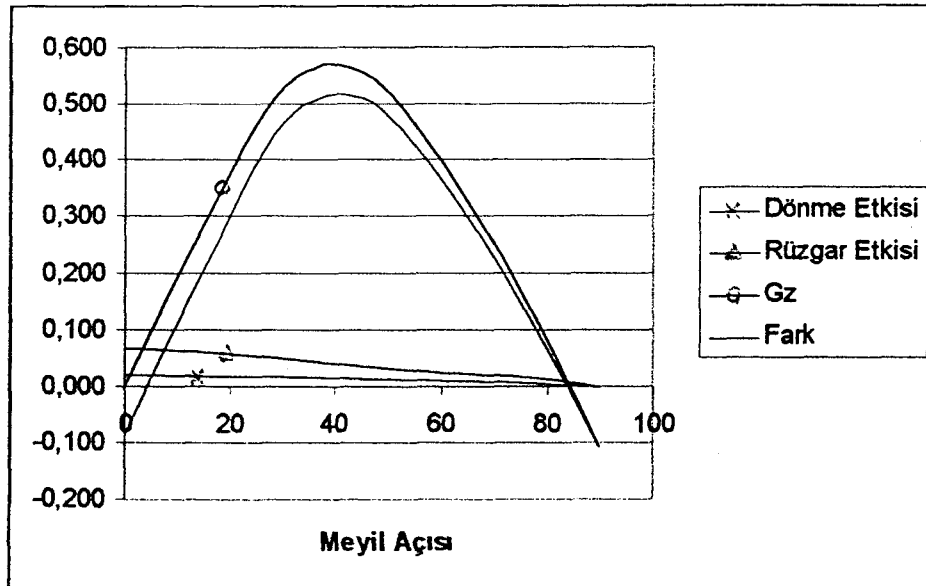


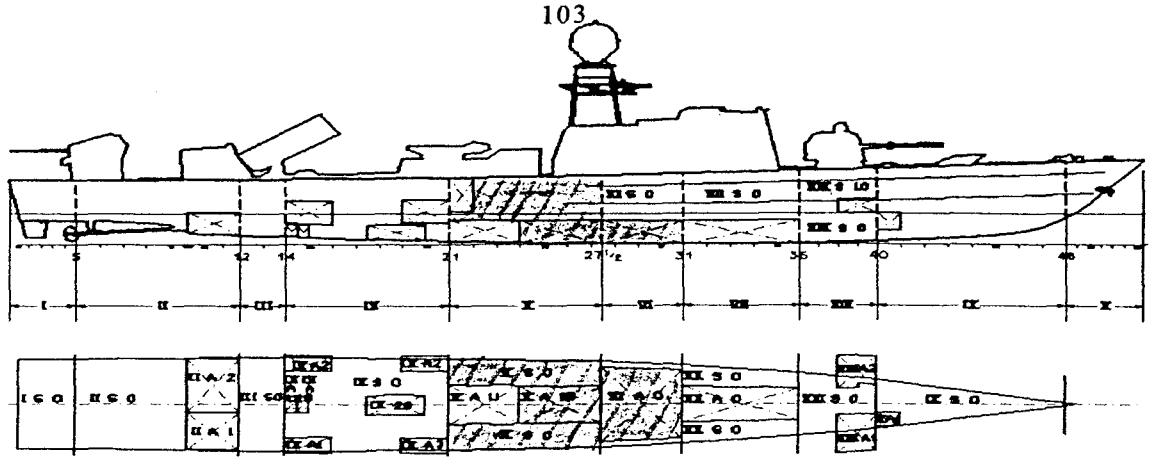


31. SENARYO (KOMPARTMAN 6 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,718 m Trim: -0,49 derece Meyil: 0,00 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,718	-0,49	0	427,84	0	0,019	0,066
2,596	-0,44	15	427,95	0,287	0,018	0,061
2,145	-0,47	30	427,83	0,533	0,016	0,049
1,547	-0,33	45	427,83	0,558	0,013	0,034
0,876	-0,18	60	427,83	0,397	0,009	0,023
0,177	-0,03	75	427,82	0,166	0,005	0,017
-0,599	0,39	90	427,83	-0,107	0,000	0,000

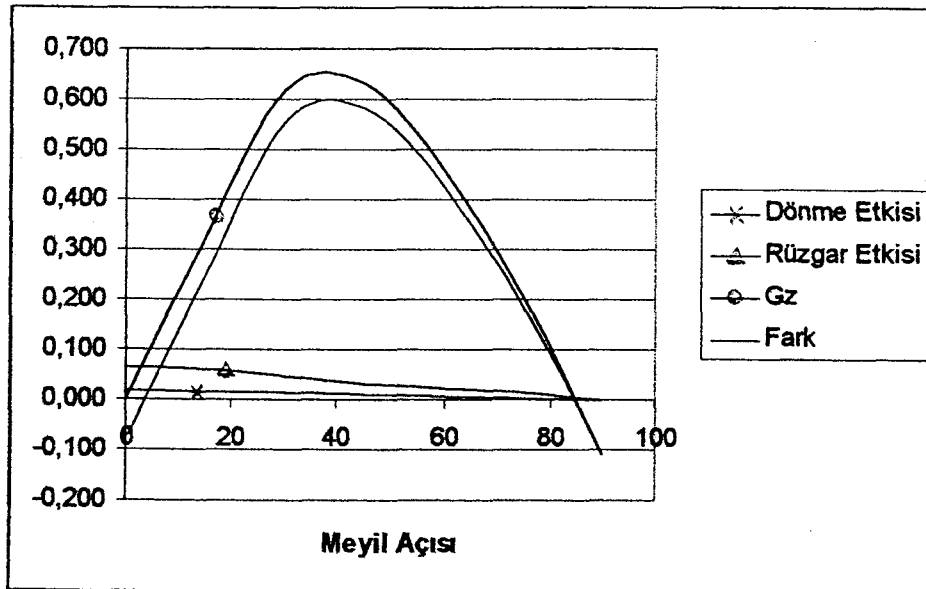


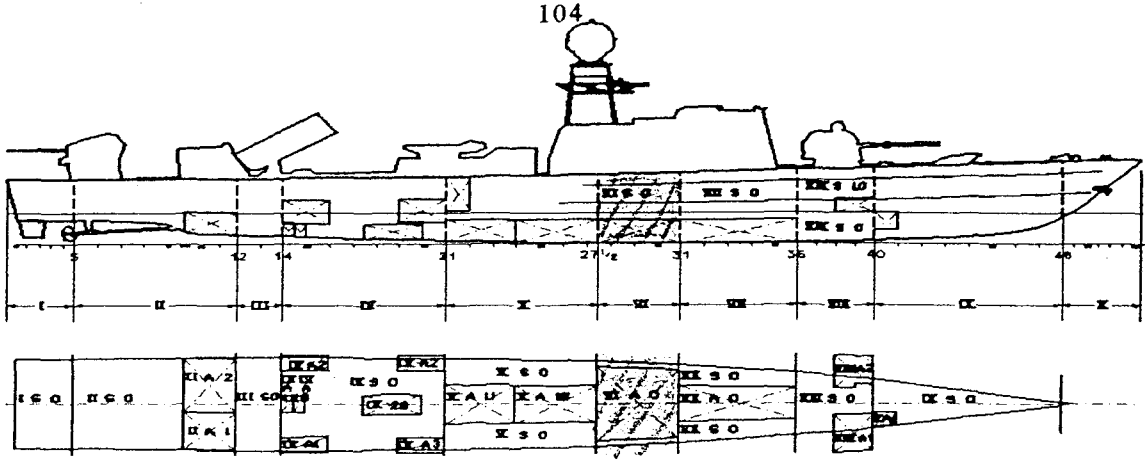


32. SENARYO (KOMPARTMAN 5-YAKIT TANKI 4-YAKIT TANKI 5 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
Draft: 2,924 m Trim: -0,51 derece Meyil: -0,02 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,924	-0,51	0	427,84	0,001	0,018	0,064
2,803	-0,45	15	427,83	0,326	0,018	0,059
2,414	-0,34	30	427,86	0,619	0,016	0,047
1,911	-0,09	45	427,93	0,631	0,013	0,033
1,303	0,17	60	427,84	0,456	0,009	0,022
0,600	0,36	75	427,82	0,201	0,005	0,017
-0,599	0,39	90	427,83	-0,107	0,000	0,000

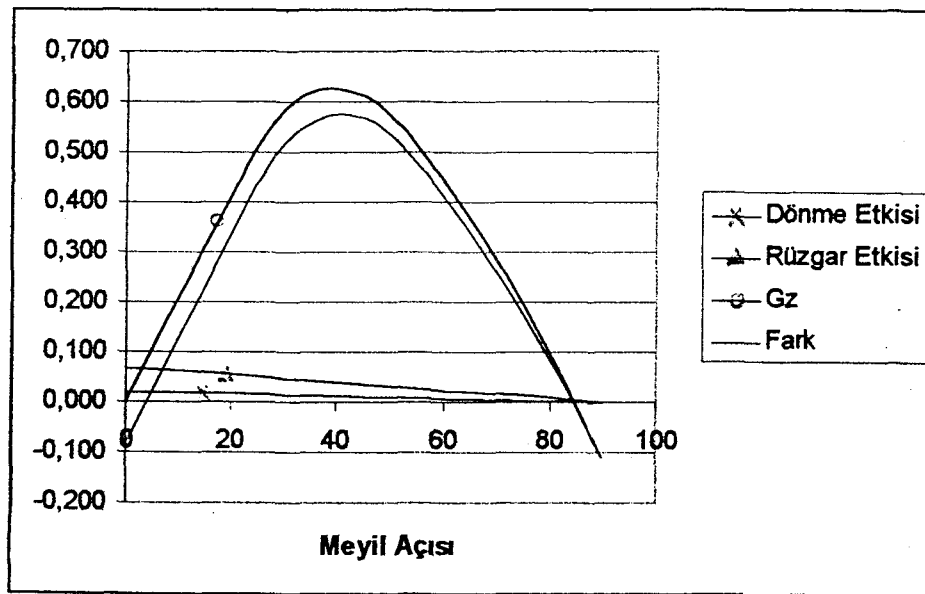


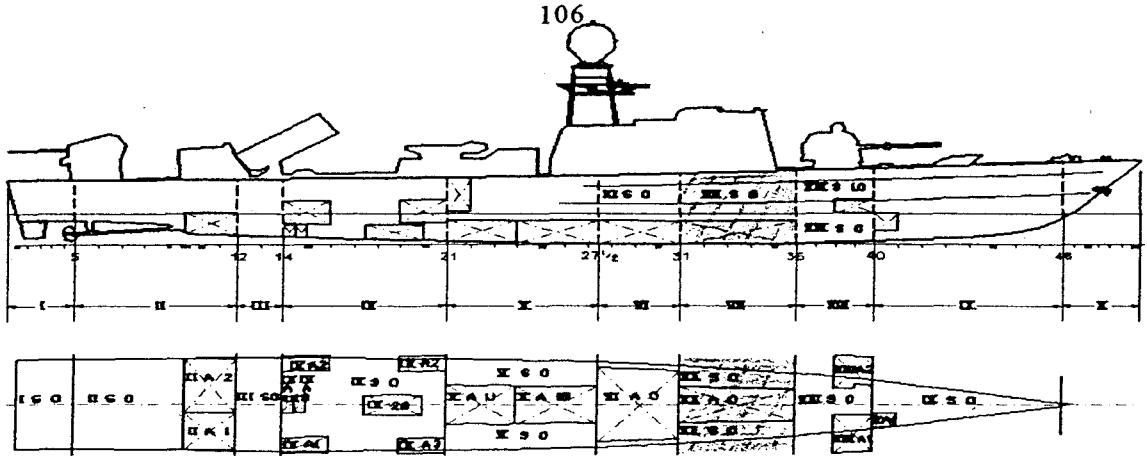


33. SENARYO (KOMPARTMAN 6-YAKIT TANKI 5 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,714 m Trim: -0,62 derece Meyil: 0,00 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,714	-0,62	0	427,85	0	0,019	0,066
2,593	-0,56	15	427,83	0,313	0,018	0,061
2,158	-0,54	30	427,81	0,587	0,016	0,049
1,564	-0,41	45	427,83	0,614	0,013	0,034
0,899	-0,23	60	427,83	0,441	0,009	0,023
0,195	-0,06	75	427,81	0,193	0,005	0,017
-0,599	0,39	90	427,83	-0,107	0,000	0,000

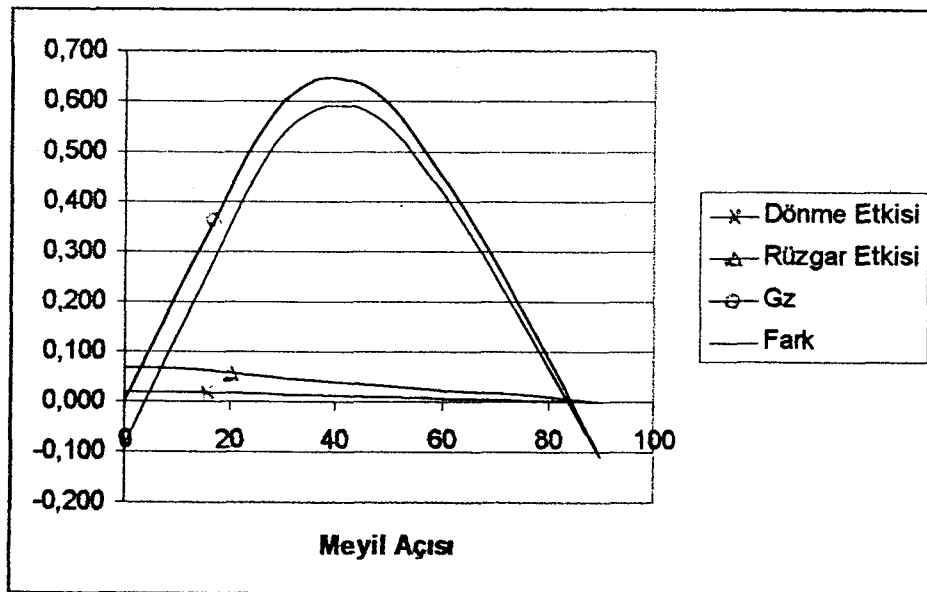


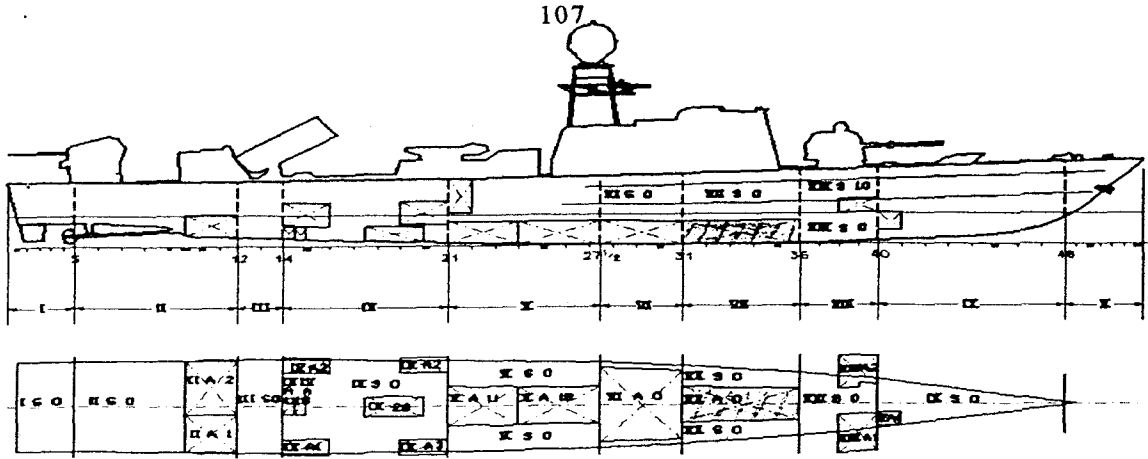


35. SENARYO (KOMPARTMAN 7-YAKIT TANKI 6 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,562 m Trim: -1,12 derece Meyil: 0,00 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,562	-1,12	0	427,83	0	0,019	0,068
2,442	-1,07	15	427,83	0,326	0,019	0,063
2,003	-1,04	30	427,87	0,605	0,017	0,050
1,393	-0,93	45	427,83	0,632	0,014	0,035
0,735	-0,73	60	427,82	0,450	0,010	0,023
0,050	-0,50	75	427,90	0,180	0,005	0,018
-0,599	0,39	90	427,83	-0,107	0,000	0,000

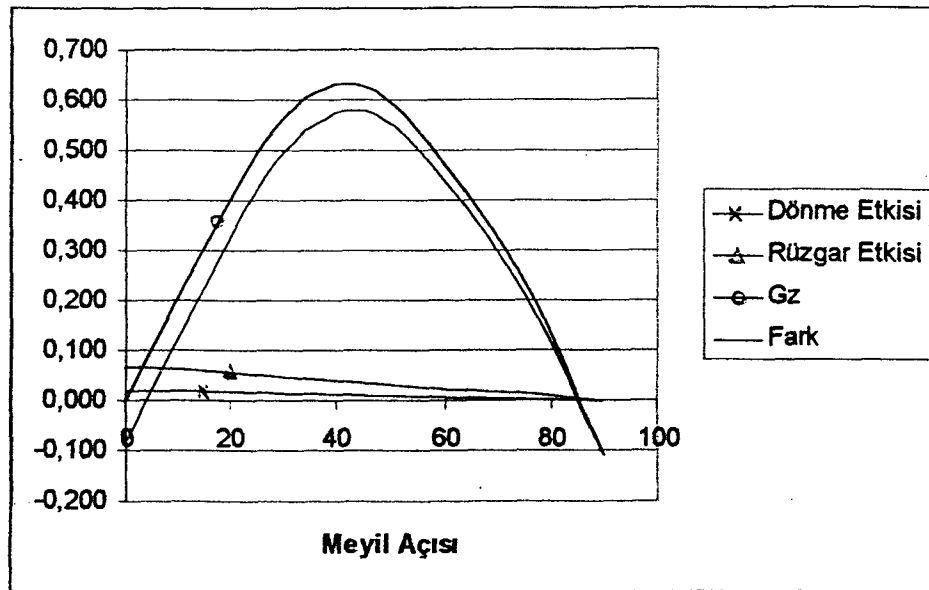


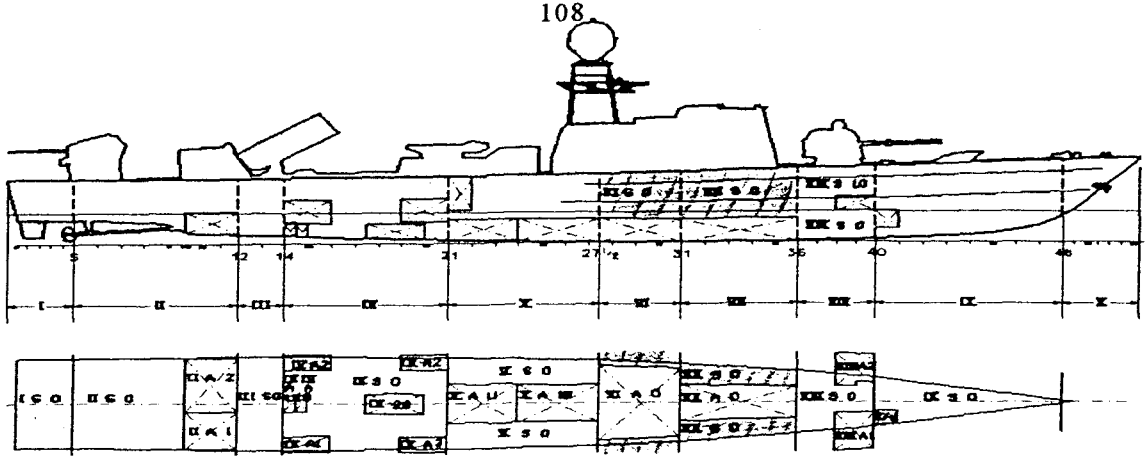


36. SENARYO (YAKIT TANKI 6 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,703 m Trim: -0,27 derece Meyil: 0,00 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,703	-0,27	0	427,78	0	0,019	0,066
2,578	-0,24	15	427,91	0,307	0,018	0,061
1,121	-0,28	30	427,71	0,567	0,016	0,049
1,476	-0,23	45	427,83	0,628	0,013	0,034
0,783	-0,09	60	427,83	0,470	0,010	0,023
0,084	0,09	75	427,76	0,231	0,005	0,017
-0,599	0,39	90	427,78	-0,107	0,000	0,000

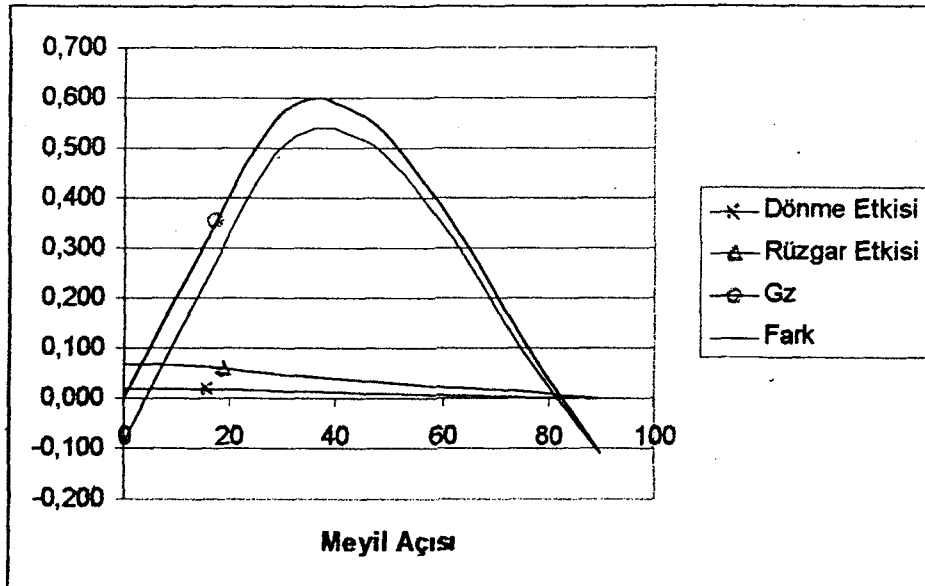


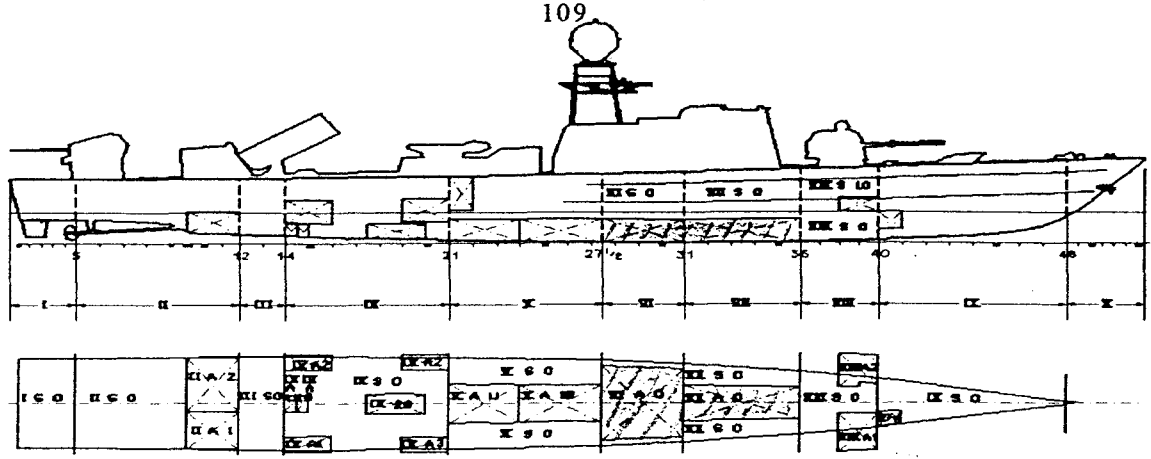


37. SENARYO (KOMPARTMAN 6-KOMPARTMAN 7 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,576 m Trim: 1,45 derece Meyil: 0,00 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,576	-1,45	0	427,82	0	0,019	0,067
2,457	-1,39	15	427,82	0,309	0,019	0,062
2,045	-1,28	30	427,86	0,576	0,017	0,050
1,480	-1,11	45	427,83	0,566	0,014	0,035
0,849	-0,87	60	427,80	0,375	0,010	0,023
0,176	-0,63	75	427,84	0,116	0,005	0,018
-0,599	0,39	90	427,87	-0,107	0,000	0,000

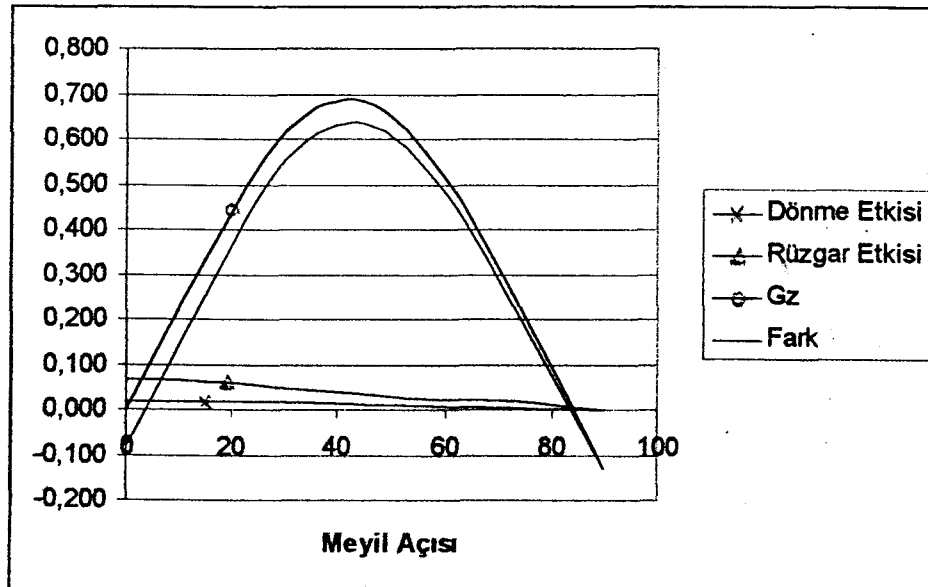


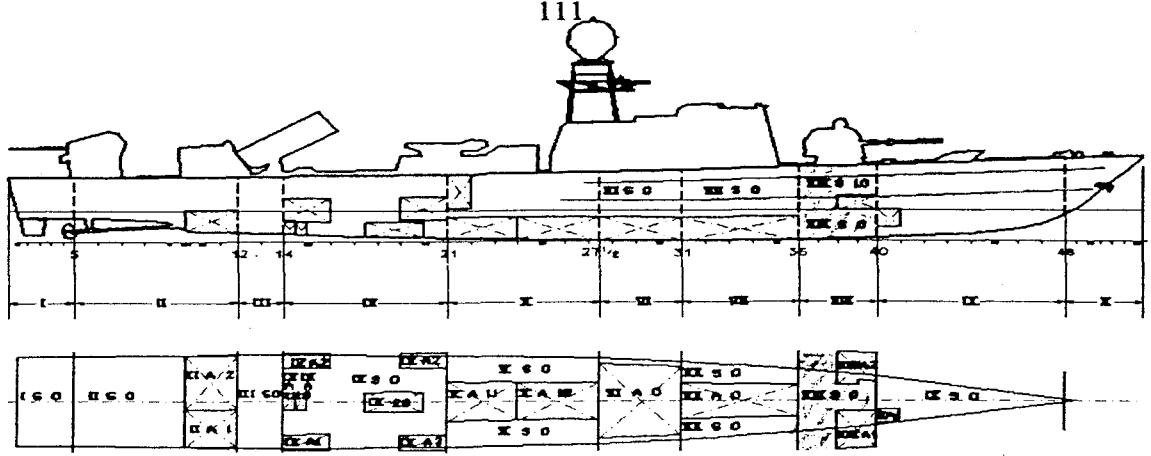


38. SENARYO (YAKIT TANKI 5-YAKIT TANKI 6 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,697 m Trim: -0,40 derece Meyil: -0,02 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,697	-0,40	0	427,77	0	0,019	0,066
2,574	-0,35	15	427,93	0,333	0,018	0,061
2,122	-0,38	30	427,83	0,620	0,016	0,049
1,490	-0,30	45	427,93	0,683	0,013	0,034
0,801	-0,14	60	427,82	0,511	0,010	0,023
0,183	0,01	75	427,84	0,202	0,005	0,017
-0,599	0,39	90	427,87	-0,128	0,000	0,000

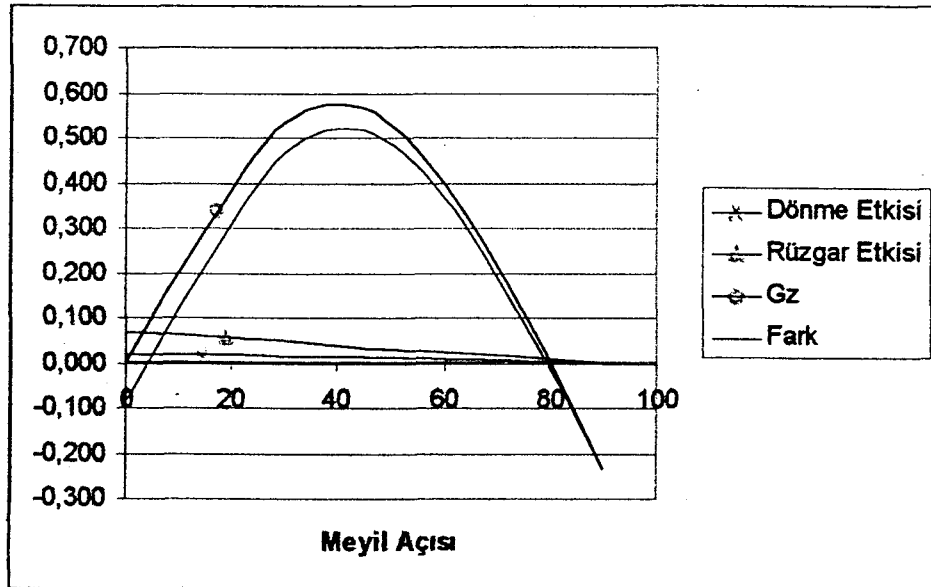


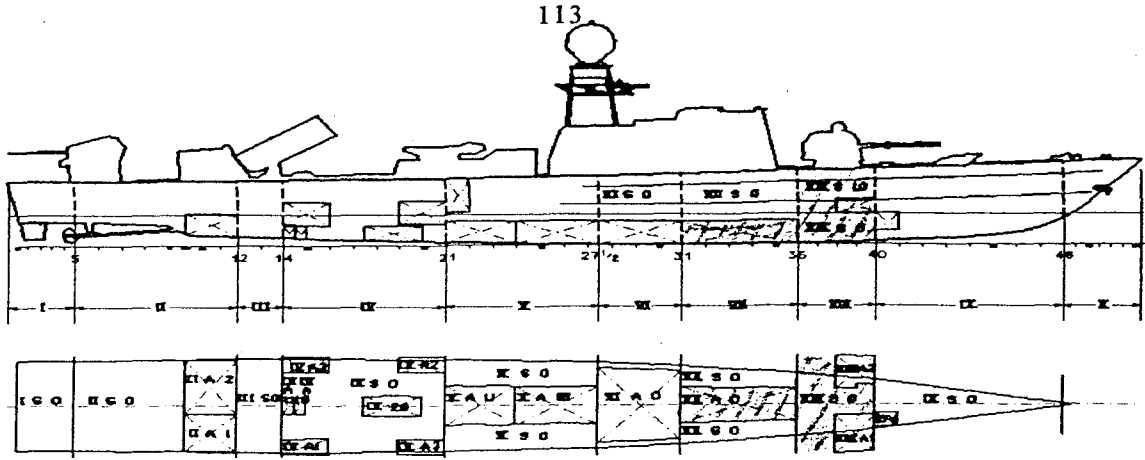


40. SENARYO (KOMPARTMAN 8 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,610 m Trim: -0,63 derece Meyil: 0,00 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,610	-0,63	0	427,84	0	0,019	0,067
2,486	-0,58	15	427,93	0,296	0,019	0,062
2,025	-0,63	30	427,83	0,536	0,017	0,050
1,370	-0,60	45	427,83	0,565	0,014	0,035
0,675	-0,50	60	427,83	0,398	0,010	0,023
0,172	-0,11	75	427,84	0,111	0,005	0,018
-0,599	0,39	90	427,87	-0,233	0,000	0,000

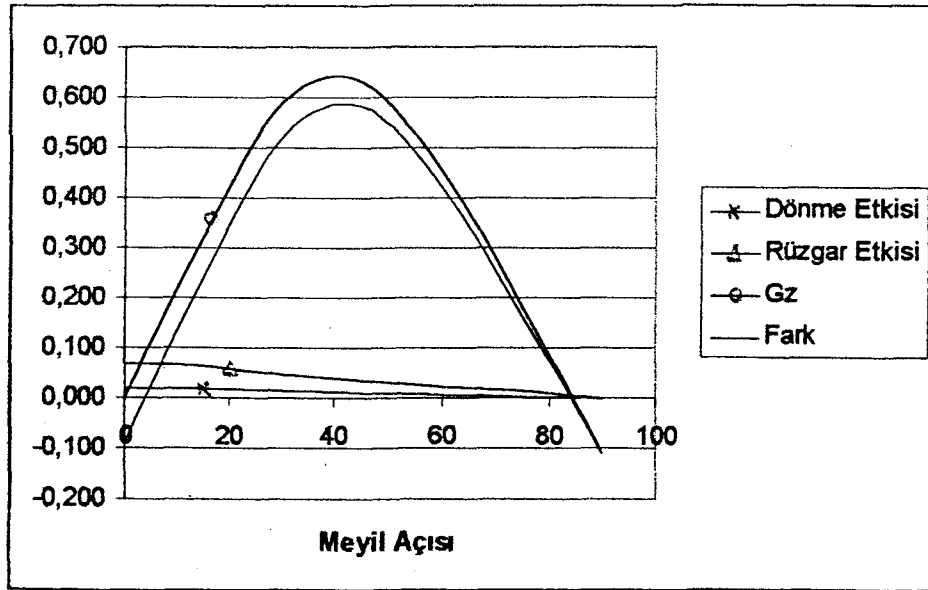


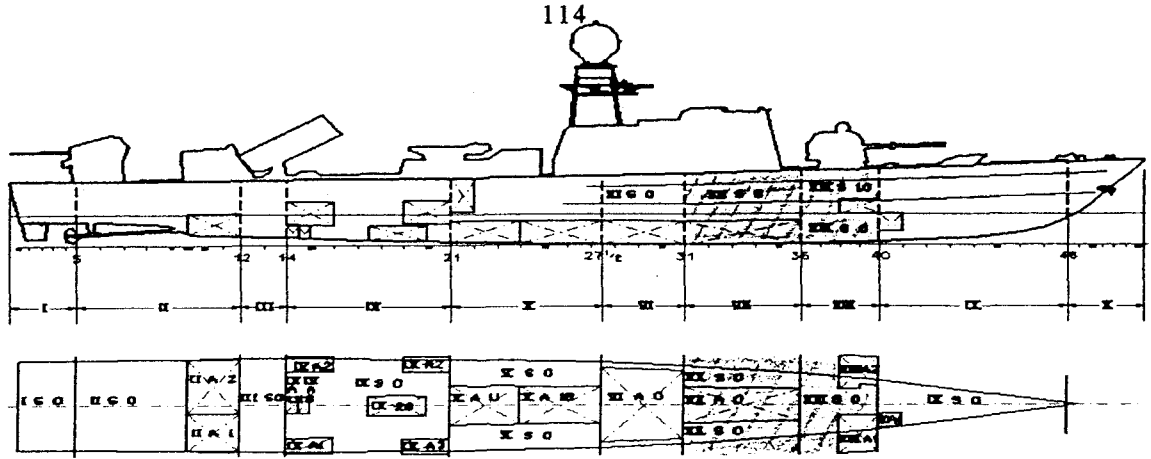


42. SENARYO (KOMPARTMAN 8-YAKIT TANKI 6 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,570 m Trim: -0,85 derece Meyil: 0,00 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,570	-0,85	0	427,84	0	0,019	0,068
2,448	-0,80	15	427,83	0,324	0,019	0,063
1,990	-0,82	30	427,72	0,592	0,017	0,050
1,344	-0,79	45	427,83	0,631	0,014	0,035
0,661	-0,63	60	427,83	0,453	0,010	0,023
0,090	-0,17	75	427,84	0,182	0,005	0,018
-0,599	0,39	90	427,83	-0,107	0,000	0,000

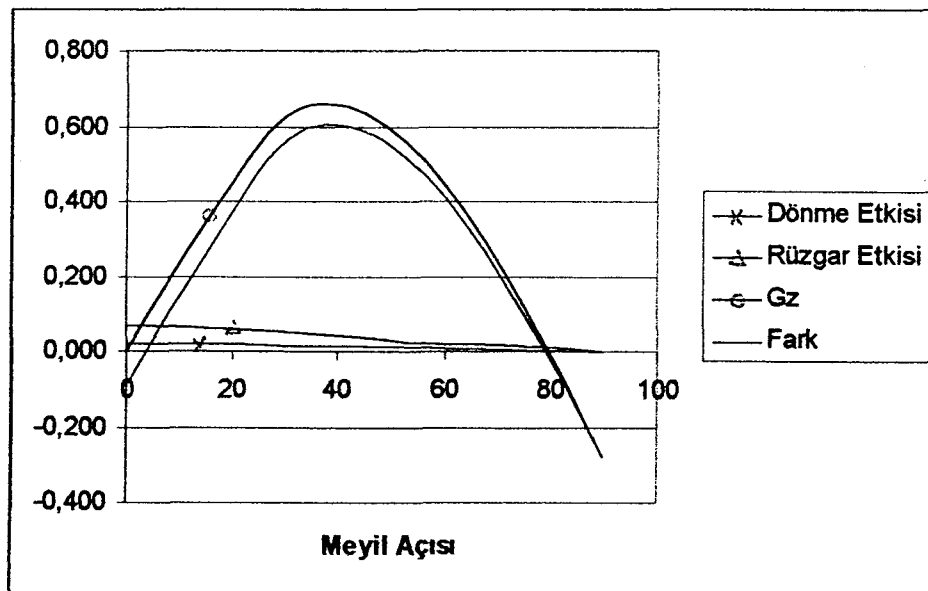


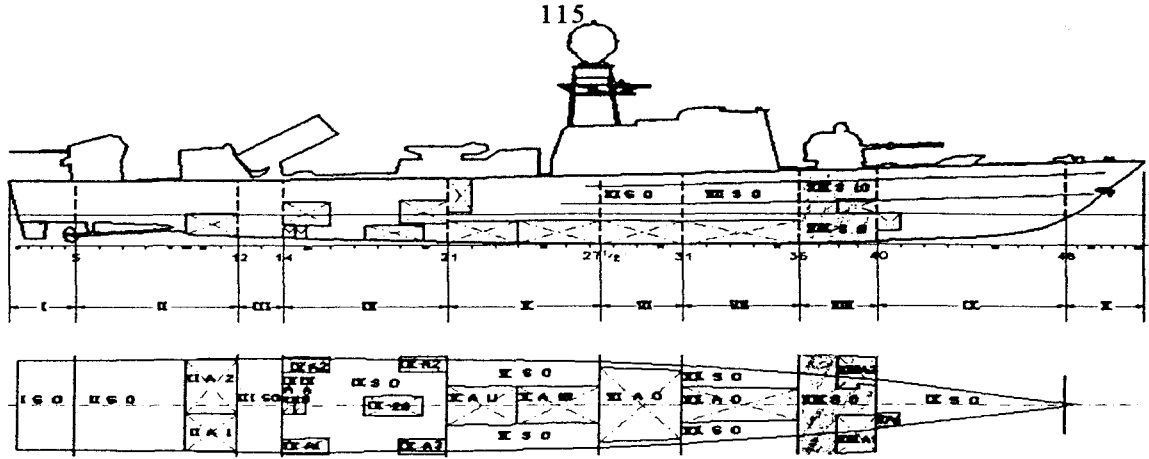


43. SENARYO (KOMPARTMAN 7-KOMPARTMAN 8-YAKIT TANKI 6 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
Draft: 2,387 m Trim: -1,94 derece Meyil: 0,00 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,387	-1,94	0	427,80	0	0,020	0,069
2,266	-1,88	15	427,81	0,347	0,019	0,064
1,840	-1,79	30	427,86	0,632	0,017	0,051
1,236	1,70	45	427,83	0,637	0,014	0,036
0,587	-1,49	60	427,82	0,444	0,010	0,024
0,097	-0,17	75	427,84	0,118	0,005	0,018
-0,599	0,39	90	427,83	-0,278	0,000	0,000

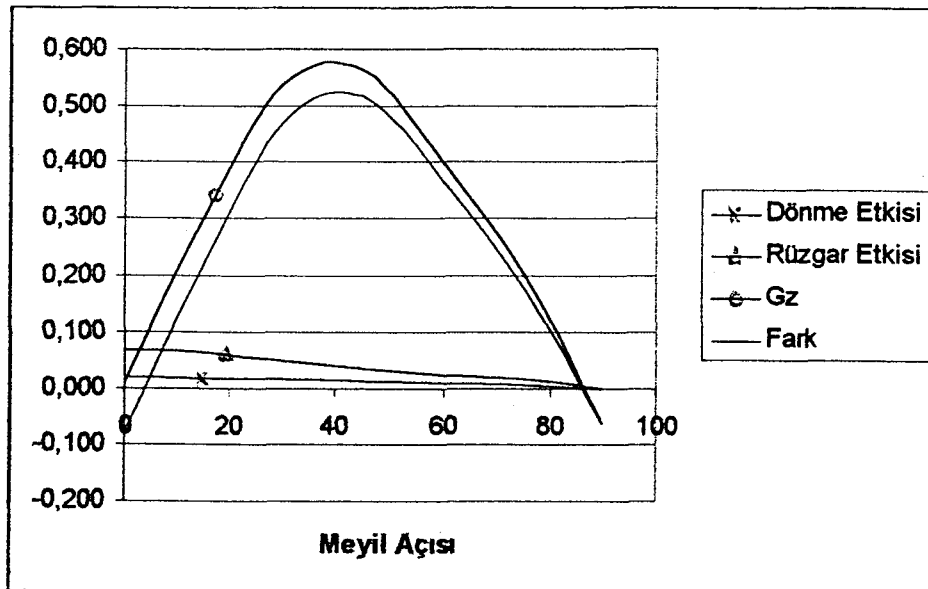


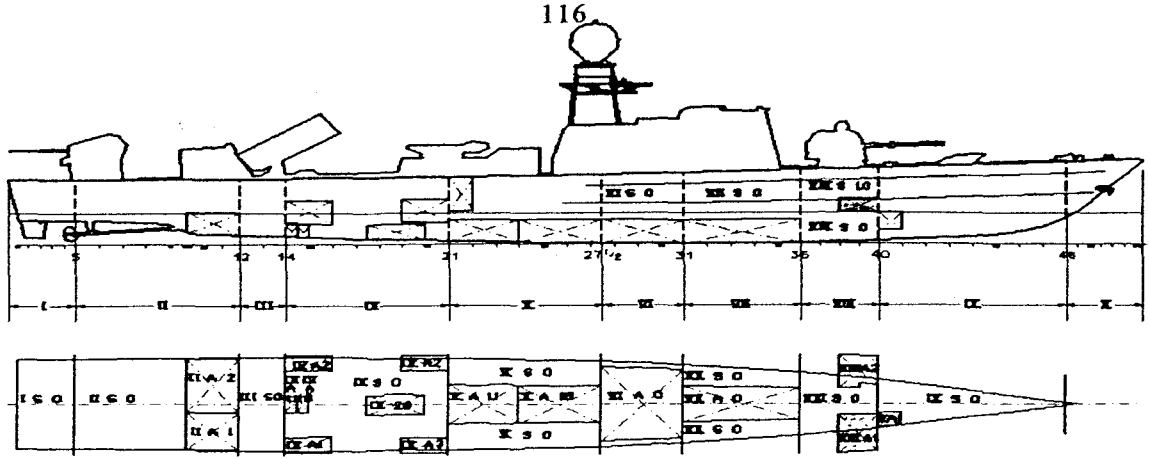


44. SENARYO (KOMPARTMAN 8-KİRLİ SU TANKI 2 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,598 m Trim: -0,68 derece Meyil: -0,40 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,598	-0,68	0	427,84	0,008	0,019	0,067
2,479	-0,61	15	427,83	0,301	0,019	0,062
2,023	-0,63	30	427,83	0,538	0,017	0,050
1,37	-0,6	45	427,83	0,565	0,014	0,035
0,675	-0,5	60	427,83	0,398	0,010	0,023
0,122	-0,154	75	427,84	0,201	0,005	0,018
-0,599	0,39	90	427,83	-0,06	0,000	0,000

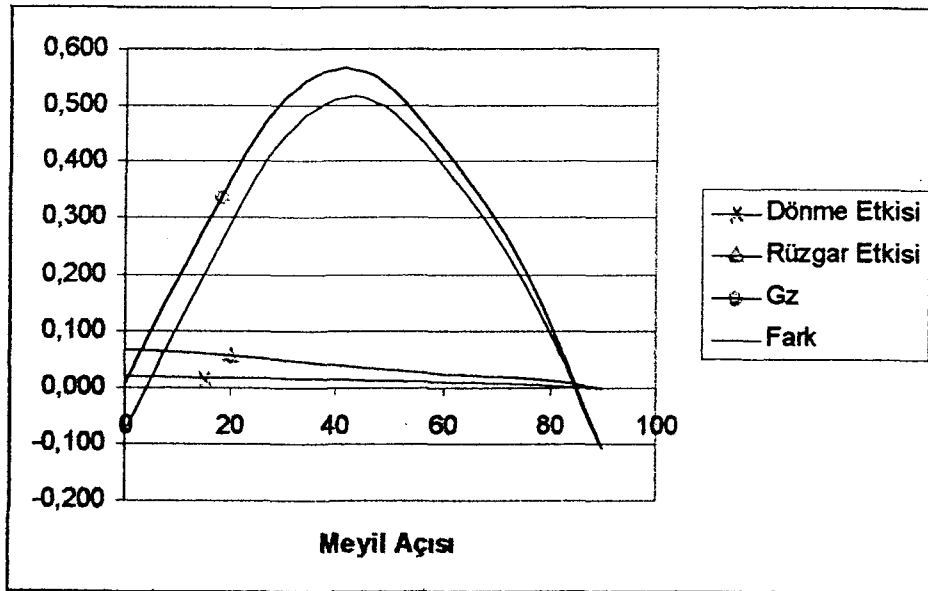


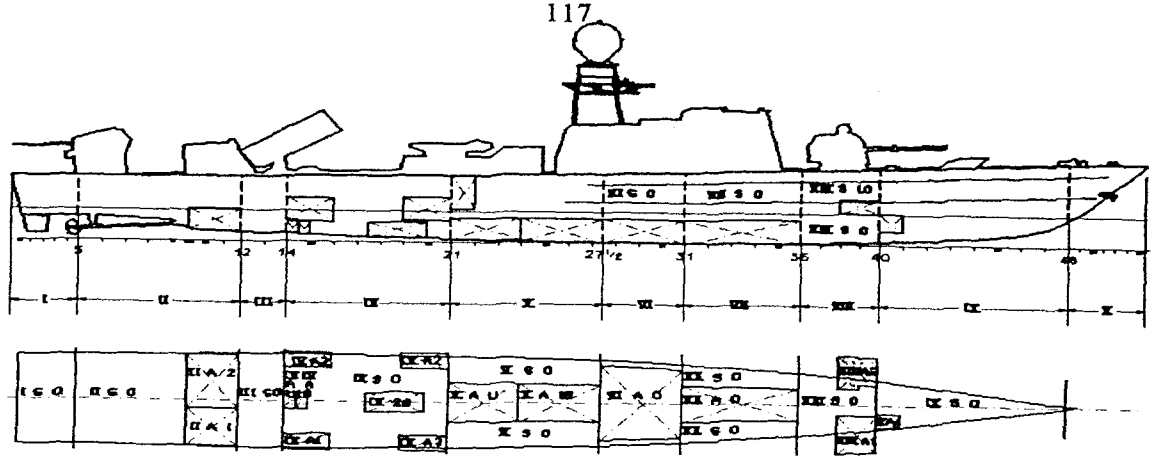


45. SENARYO (KİRLİ SU TANKI 2 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,729 m Trim: -0,10 derece Meyil: -0,30 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,730	-0,10	0	427,83	0,006	0,019	0,066
2,608	-0,06	15	427,83	0,283	0,018	0,061
2,151	-0,10	30	427,77	0,514	0,016	0,049
1,497	-0,08	45	427,83	0,561	0,013	0,034
0,796	0,02	60	427,83	0,421	0,009	0,023
0,090	0,15	75	427,82	0,208	0,005	0,017
-0,599	0,39	90	427,78	-0,107	0,000	0,000

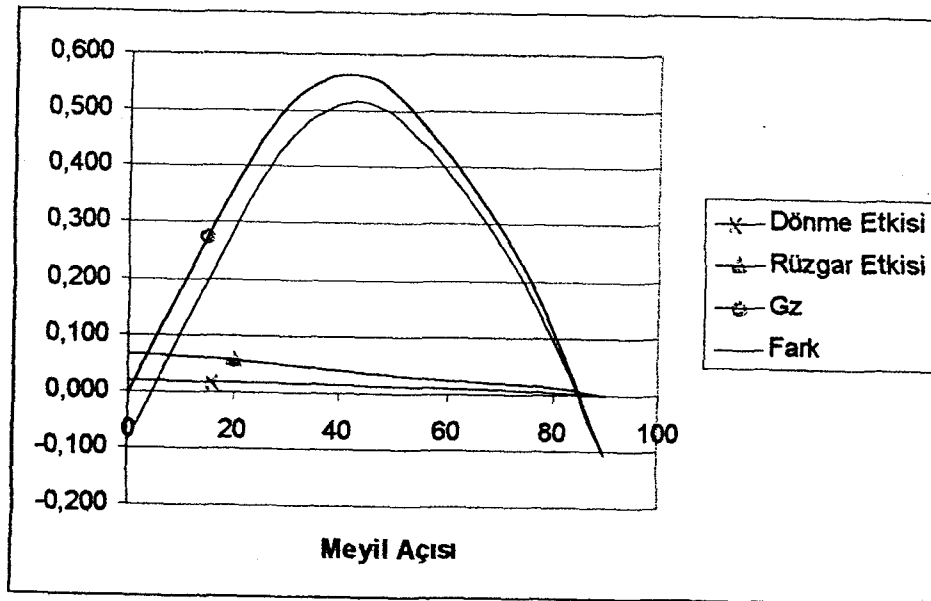


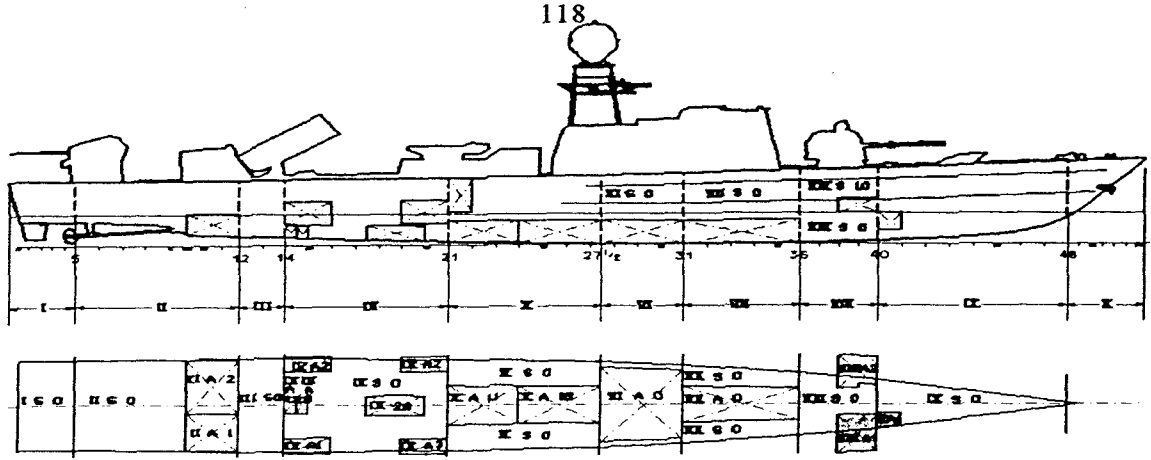


46. SENARYO (KİRLİ SU TANKI 8 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,733 m Trim: -0,09 derece Meyil: 0,20 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,733	-0,09	0	427,84	-0,004	0,019	0,066
2,604	-0,07	15	427,83	0,276	0,018	0,061
2,145	-0,13	30	427,83	0,511	0,016	0,049
1,489	-0,11	45	427,87	0,561	0,013	0,034
0,788	-0,01	60	427,78	0,421	0,009	0,023
0,083	0,12	75	427,83	0,208	0,005	0,017
-0,599	0,39	90	427,77	-0,107	0,000	0,000

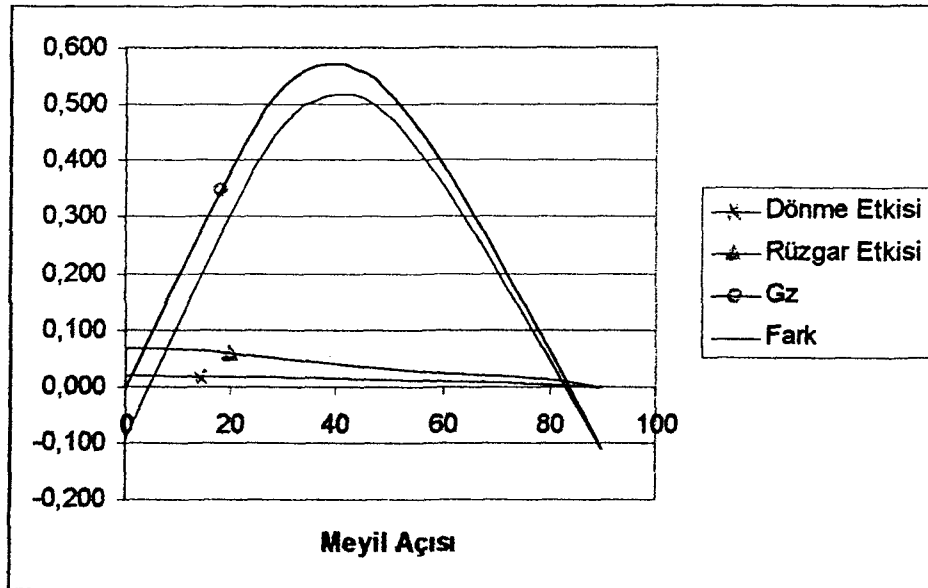


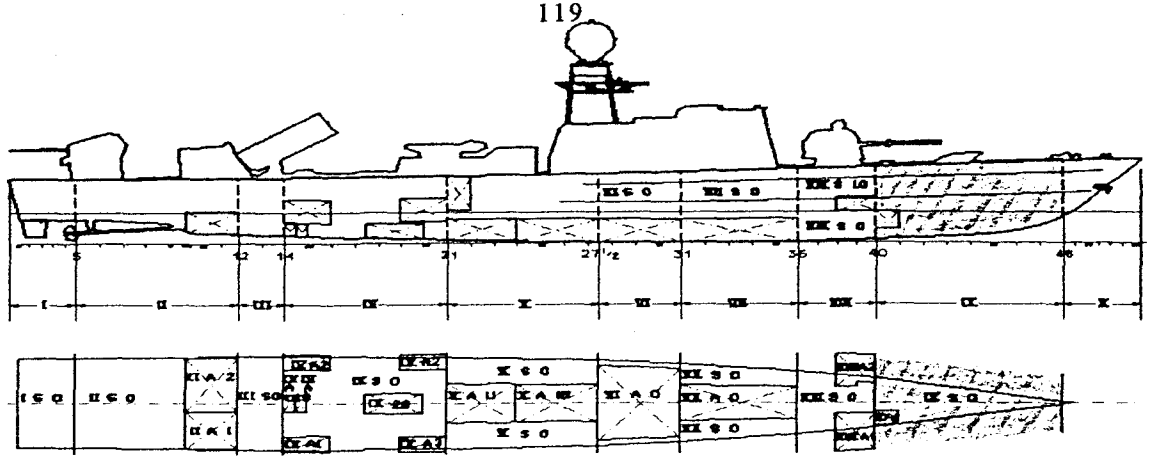


47. SENARYO (KOMPARTMAN 8-KİRLİ SU TANKI 1 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
Draft: 2,621 m Trim: -0,67 derece Meyil: 0,30 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,622	-0,67	0	427,84	-0,006	0,019	0,067
2,499	-0,63	15	427,83	0,291	0,019	0,062
2,043	-0,66	30	427,83	0,536	0,017	0,049
1,399	-0,62	45	427,83	0,559	0,014	0,035
0,714	-0,50	60	427,83	0,389	0,010	0,023
0,017	-0,35	75	427,83	0,145	0,005	0,018
-0,542	0,43	90	427,83	-0,112	0,000	0,000

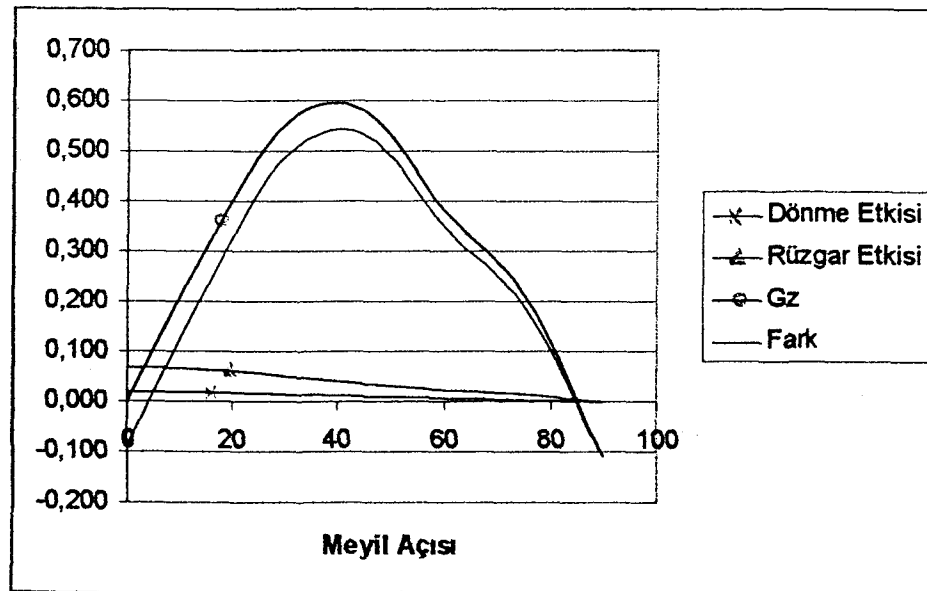


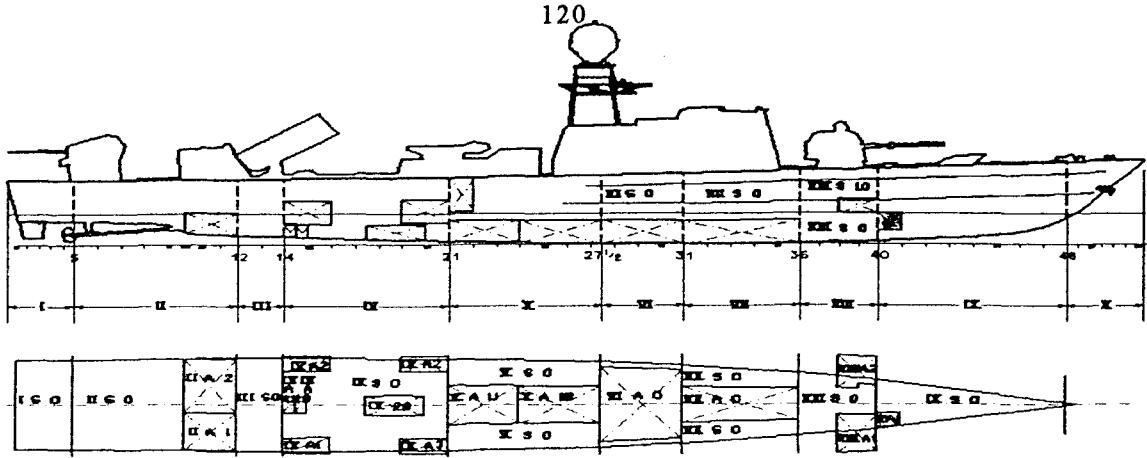


48. SENARYO (KOMPARTMAN 9 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,527 m Trim: -0,86 derece Meyil: 0,00 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,527	-0,86	0	427,84	0	0,019	0,068
2,409	-0,80	15	427,95	0,309	0,019	0,063
1,949	-0,81	30	427,83	0,557	0,017	0,050
1,268	-0,85	45	427,83	0,582	0,014	0,035
0,513	-0,91	60	427,83	0,382	0,010	0,023
-0,045	-0,12	75	427,84	0,212	0,005	0,018
-0,599	0,39	90	427,83	-0,107	0,000	0,000

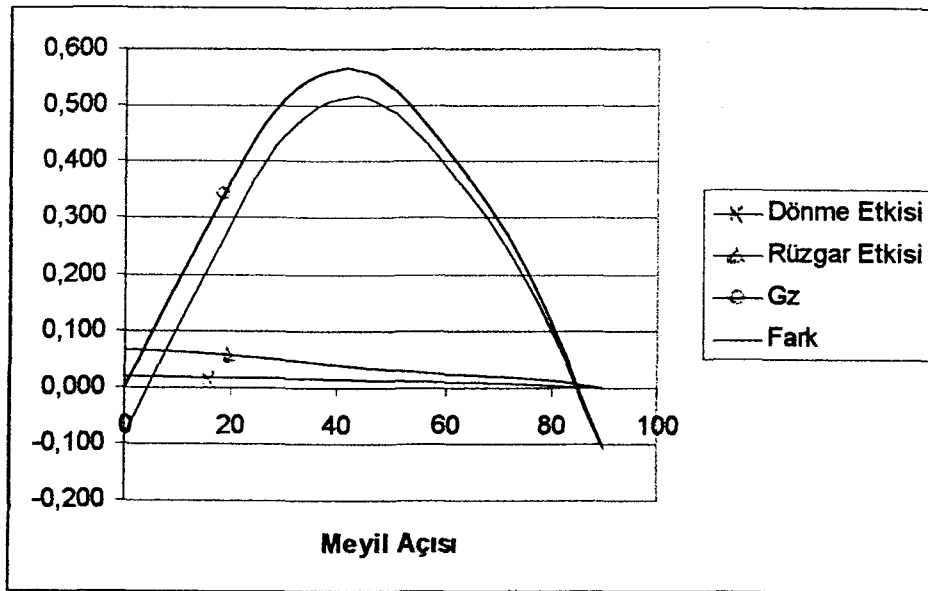


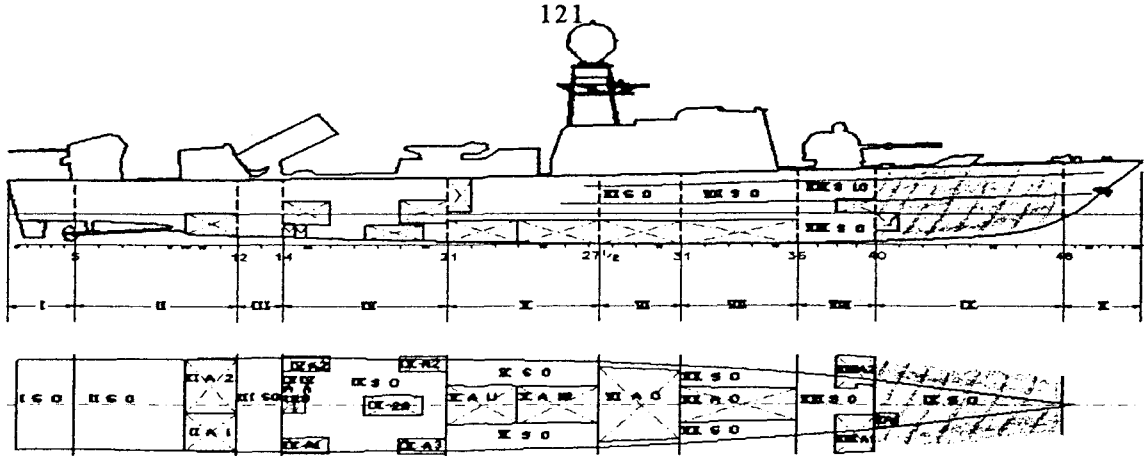


49. SENARYO (KİRLİ SU TANKI 1 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
Draft: 2,736 m Trim: -0,08 derece Meyil: 0,01 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,736	-0,08	0	427,83	0	0,019	0,066
2,609	-0,05	15	427,83	0,280	0,018	0,061
2,149	-0,11	30	427,74	0,514	0,016	0,049
1,494	-0,09	45	427,83	0,562	0,013	0,034
0,794	0,01	60	427,83	0,422	0,009	0,023
0,088	0,14	75	427,82	0,209	0,005	0,017
-0,599	0,39	90	427,78	-0,107	0,000	0,000

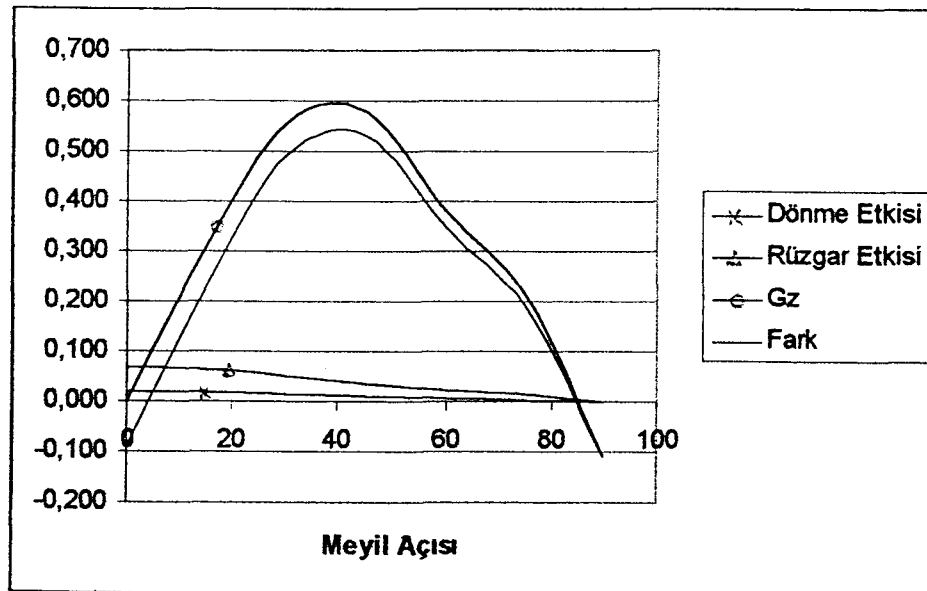


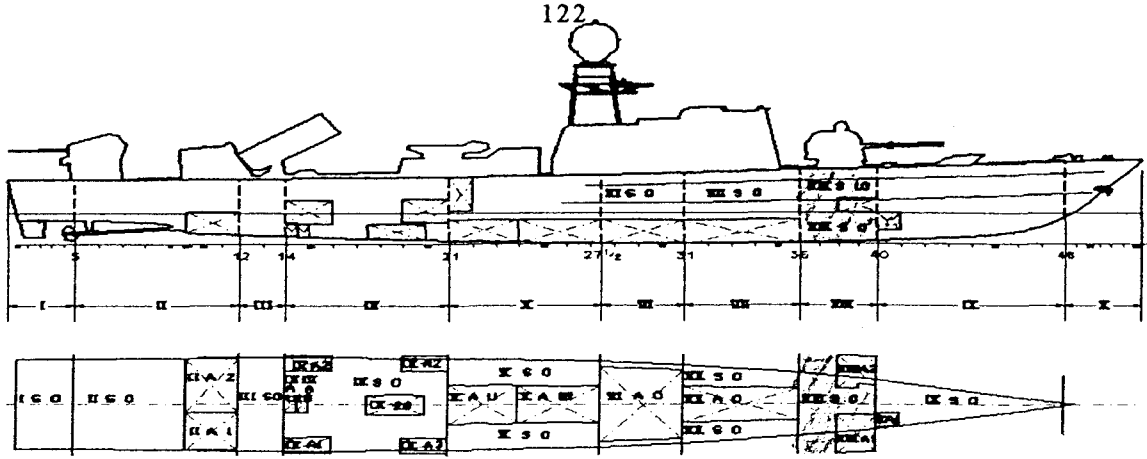


50. SENARYO (KOMPARTMAN 9-KİRLİ SU TANKI 1 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,524 m Trim: -0,87 derece Meyil: 0,03 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,524	-0,87	0	427,84	-0,001	0,019	0,068
2,406	-0,81	15	427,95	0,309	0,019	0,063
1,946	-0,82	30	427,83	0,558	0,017	0,050
1,264	-0,86	45	427,83	0,582	0,014	0,035
0,509	-0,92	60	427,83	0,382	0,010	0,023
-0,043	-0,12	75	427,84	0,212	0,005	0,018
-0,599	0,39	90	427,83	-0,107	0,000	0,000

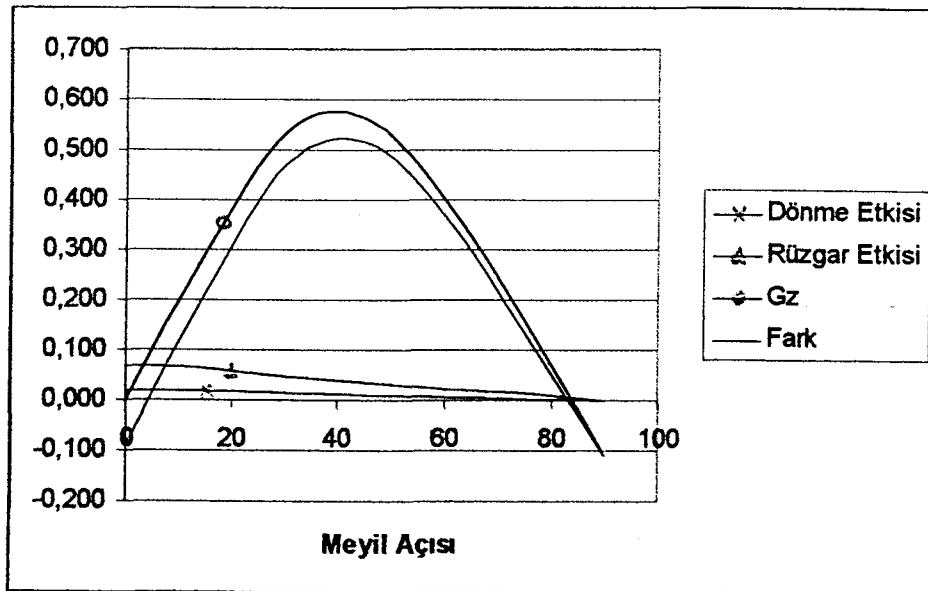


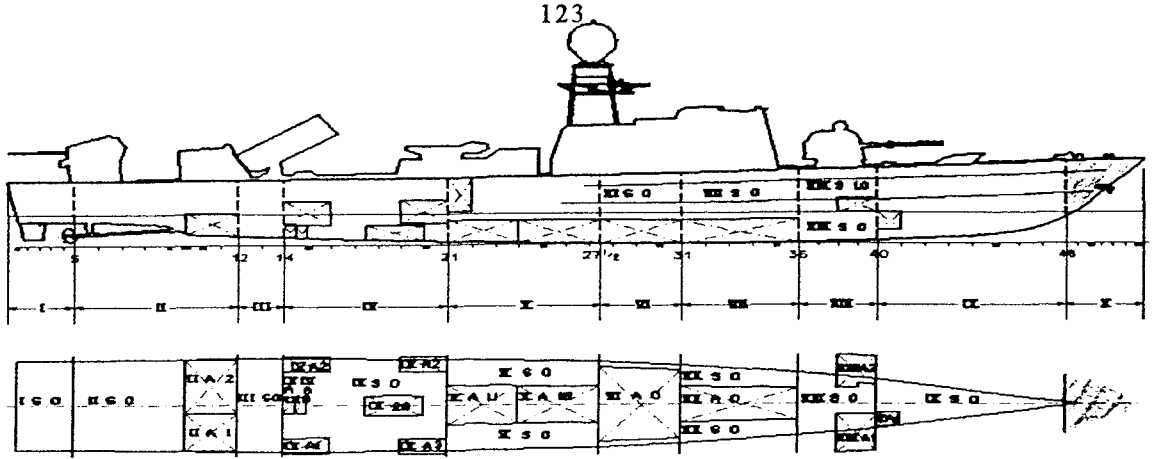


51. SENARYO (KOMPARTMAN 8-KİRLİ SU TANKI 1 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,607 m Trim: -0,64 derece Meyil: 0,03 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,608	-0,64	0	427,84	-0,001	0,019	0,067
2,484	-0,59	15	427,93	0,296	0,019	0,062
2,022	-0,64	30	427,83	0,537	0,017	0,050
1,367	-0,61	45	427,83	0,566	0,014	0,035
0,673	-0,50	60	427,83	0,399	0,010	0,023
0,032	-0,23	75	427,83	0,156	0,005	0,018
-0,599	0,39	90	427,83	-0,107	0,000	0,000

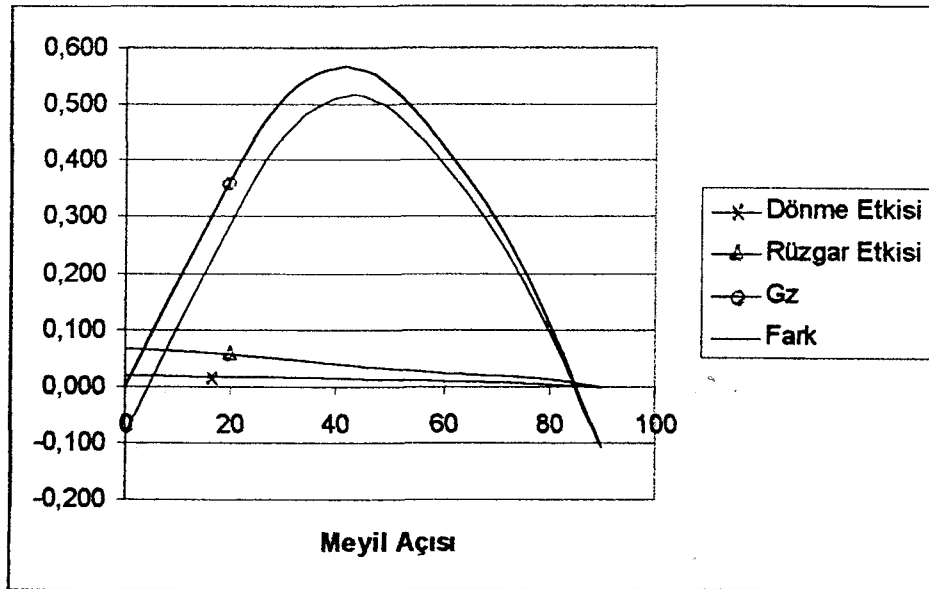


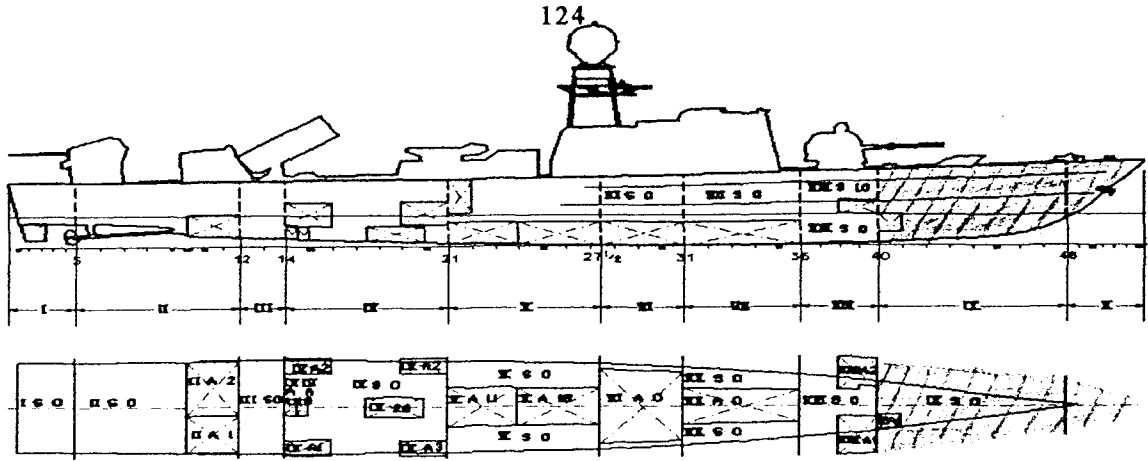


52. SENARYO (KOMPARTMAN 10 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,738 m Trim: -0,07 derece Meyil: -0,03 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,738	-0,07	0	427,83	0	0,019	0,066
2,611	-0,04	15	427,83	0,280	0,018	0,061
2,151	-0,10	30	427,76	0,513	0,016	0,049
1,497	-0,08	45	427,83	0,561	0,013	0,034
0,796	0,02	60	427,83	0,421	0,009	0,023
0,089	0,15	75	427,82	0,207	0,005	0,017
-0,599	0,39	90	427,78	-0,107	0,000	0,000

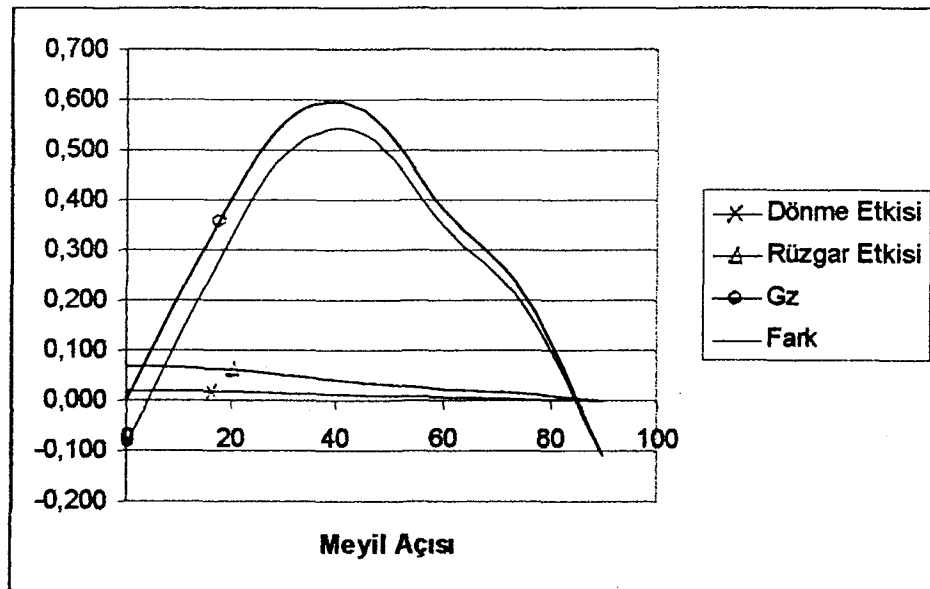


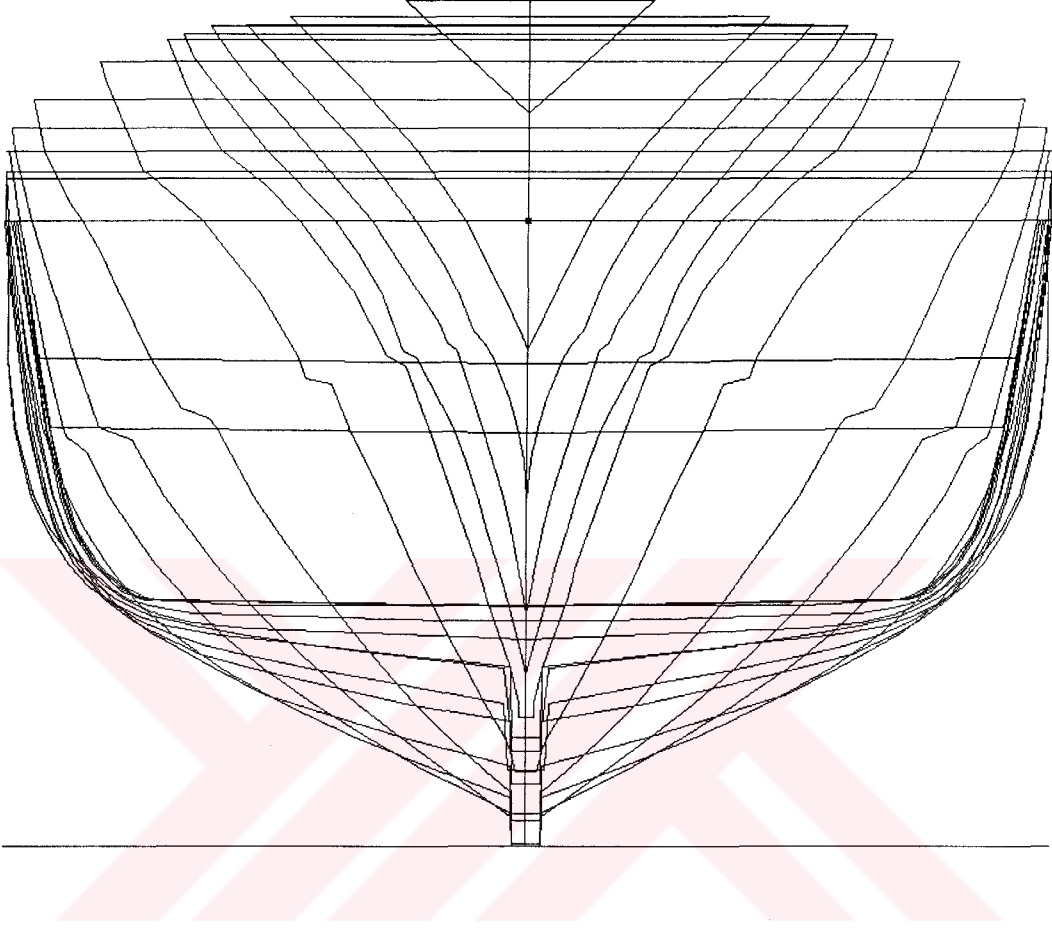


53. SENARYO (KOMPARTMAN 9-KOMPARTMAN 10 YARALI)

Deplasman: 427,83 MT LCG: 23,937 m TCG: 0,000 VCG: 3,448 m
 Draft: 2,526 m Trim: -0,86 derece Meyil: 0,00 derece

Draft (m)	Trim (derece)	Meyil (derece)	Deplasman (MT)	GZ(y) (m)	Dönme Etkisi	Rüzgar Etkisi
2,526	-0,86	0	427,84	0	0,019	0,068
2,408	-0,80	15	427,94	0,309	0,019	0,063
1,949	-0,81	30	427,83	0,557	0,017	0,050
1,268	-0,85	45	427,83	0,582	0,014	0,035
0,512	-0,91	60	427,83	0,381	0,010	0,023
-0,026	-0,09	75	427,84	0,212	0,005	0,018
-0,599	0,39	90	427,83	-0,107	0,000	0,000



DOĞAN SINIFI HÜCUMBOTLAR POSTA EN KESİTLERİ RESMİ**Genel Boyutlar :**

L_{OA}	= 57,84 m
L_{BP}	= 54,4 m
B	= 7,62 m
B_{WL}	= 6,96 m
D	= 4,95 m
T	= 2,54 m
Δ	= 427,83 ton

8. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Örnek uygulamada üzerinde çalıştığımız geminin boyu 54,5 metre olduğu için Sarchin ve Goldberg'in sınıflandırmasına göre ikinci grupta (Boyu 30 ve 92 metre arası olan savaş gemileri) kalınmış olmaktadır. Bu nedenle olasılıklı yaralı stabilite hesapları tekli ve ardışık ikili kompartıman yaranması olasılıklarını irdelemiştir.

Bütün yaranma senaryolarının deterministik hesap sonuçları incelendiğinde, 3 ve 14 no'lu yaranma senaryolarında geminin stabilite değerlerinin diğer senaryolara göre minimuma indiği ve 30 derecenin hemen üzerinde geminin meyilden sonraki doğrultma potansiyelinin sona erdiği, ancak bu durumlarda dahi geminin sahip olması istenen minimum 15^0 'lik potansiyel stabilitenin mevcut olduğu görülmektedir. Yani Doğan Sınıfı Hücumbotlar ele alınan bütün yaranma olasılıklarına karşı stabil görünmektedir.

Olasılıklı yaralı stabilite hesapları da deterministik yaralı stabilite hesaplarının sonuçlarını doğrular niteliktedir. Nitekim 54,5 metrelik boy, toplam 10 adet su sızdırmaz bölmeye ayrılmış olduğu için gerekli alt bölmeleme indeksi 0,2615 çıkmakta ve daha sadece tekil kompartımanların olasılıklı yaralı stabilite hesabından elde edilen hedeflenen (attained) alt bölmeleme indeksi dahi 0,3376 değerine ulaşmakta yani yeterli olmaktadır. Bu değere ilave olarak ikili kompartıman yaranma olasılıklarından da 0,50831'lik bir katkı gelmekte ve sonuçta elde edilen nihai attained alt bölmeleme indeks değeri 0,8459 olmaktadır. Bu değer için gerekli alt bölmeleme indeks değerine göre çok yüksek olduğu açıkça görülmektedir.

Sonuç olarak; Türk Deniz Kuvvetleri bağlısı Doğan Sınıfı Hücumbotların her türlü tekli ve ardışık ikili kompartıman yaranması durumları için son derece stabil bir dizayna sahip oldukları görülmüştür. Elde edilen sayısal sonuçlara bakıldığında zaman ardışık üç kompartıman yaranması olasılıkları için de bu gemilerin yeterli stabiliteye sahip olacakları değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

Akyıldız, H. and Taylan M., (1999), Capacity and Survivability analysis of a VLCC, The Naval Architect, 33-37.

Akyıldız, H. ve Taylan M., (1999), Mevcut Bir Tanker İçin Yük Taşıma Kapasitesi ve Yaralı Stabilité Analizi, Gemi İnşaatı ve Deniz Teknolojisi Teknik Kongresi 99-Bildiri Kitabı, 378-388, İstanbul.

Ball R. E. & Calvano C. N., (1994), Establishing the Fundamentals of Surface Ship Survivability Design Discipline, Naval Engineers Journal, 106:1, 71-74.

Bureau Veritas, (2000), Rules for the Classification of Steel Ships, Part B, Hull and Stability, 63-76, Paris.

David G. M. Watson, (1998), Practical Ship Design, 355-359, Scotland.

Papanikolaou, A., Boulougouris, E., (1998), Design Aspects of Survivability of Surface Naval and Merchant Ships, Proc. 4th Int. Stability Workshop, St John's, Newfoundland.

Papanikolaou, A., Boulougouris, E., (2001), On a Rational Approach to the Assessment of Survivability of Surface Naval and Merchant Ships, Session I, 90-97, Athens.

Przamieniecki J. S., (1994), Mathematical Methods in Defence Analyses. AIAA, Washington, DC.

Rains D. A., (1994), Methods For Ship Military Effectiveness Analysis. Naval Engineers Journal, 106:2, 126-135.

Sabuncu T., (1992), Yaralanma Sonrası Gemilerin Yüzebileme Olasılıkları, 43-86, İstanbul.

Sen P. & Gerigk M., (1992), Some Aspects of a Knowledge-Based Expert System for Preliminary Ship Subdivision Design for Safety, Proc. PRADS'92. Vol. 2, 1187-97.

Surko S. W., (1994), An Assessment of Current Warship Damaged Stability Criteria, Naval Engineers Journal, 106:3, 120-131.

Taylan M., Akyıldız A., (1999), Gemilerin Olasılıklı Yaralı Stabilitesi, 1-16, İstanbul.

Tuzcu C., (1998), Yolcu/Taşıt Ferilerinin Yaralı Stabilité Standartlarının Sağlanması İçin Yapılması Gereken Değişiklikler, İstanbul.

Vassalos D., (1998), Time Based Survival Criteria for RoRo Vessels. The Royal Institution of Naval Architects, Spring Meetings.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 09.12.1972

Doğum yeri Eskişehir

Lise 1983-1989

Yunusemre Anadolu Öğretmen Lisesi

Lisans 1989-1994

İstanbul Teknik Üniversitesi Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi, Gemi İnşaatı Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 1999-2002

Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gemi İnşaatı Mühendisliği Bölümü

Çalıştığı kurumlar

1994-1998

Gölcük Tersanesi Komutanlığı

1998-2000

Aksaz Onarım Destek Komutanlığı

2000-Devam ediyor İstanbul Tersanesi Komutanlığı.