

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HASARSIZ STABİLİTE KRİTERLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI
DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Caner BAKAR

Gemi İnşaatı ve Gemi Makinaları Mühendisliği Anabilim Dalı

Gemi İnşaatı ve Gemi Makinaları Mühendisliği Programı

EYLÜL 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HASARSIZ STABİLİTE KRİTERLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI
DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Caner BAKAR
(508051002)**

Gemi İnşaatı ve Gemi Makinaları Mühendisliği Anabilim Dalı

Gemi İnşaatı ve Gemi Makinaları Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Metin TAYLAN

EYLÜL 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 508051002 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Caner BAKAR**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**HASARSIZ STABİLİTE KRİTERLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRİLMESİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Metin TAYLAN**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Ali Can TAKİNACI**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Y.Doç. Dr. Ziya SAYDAM
Piri Reis Üniversitesi

Teslim Tarihi : **29 Nisan 2015**
Savunma Tarihi : **09 Eylül 2015**

Eşime ve Ali Can'ıma,

ÖNSÖZ

Bu çalışmada bana yol gösteren; bilgi, tecrübe ve anlayışıyla bana her aşamada destek olan çok değerli hocam Prof. Dr. Metin TAYLAN'a ve her zaman yanımda olan sevgili eşim Seyhan BAKAR'a, beni yüksek lisans yapmam konusunda destekleyen babam Dinçer BAKAR ve annem Zinet BAKAR'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Ağustos 2015

Caner BAKAR
Gemi İnşaatı ve Gemi Makinaları Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
KISALTMALAR.....	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
SEMBOL LİSTESİ.....	xix
ÖZET.....	xxiii
SUMMARY.....	xxv
1. GİRİŞ	1
2. ASKERİ GEMİ KODU	3
2.1 Genel.....	3
2.2 Hedefe Dayalı Standartlar.....	5
2.3 Kademe 1-3 Askeri Gemi Kodu Amaçları, Hedefleri ve Gereklilikleri.....	6
2.4 Kademe 4 Çözümler	7
2.4.1 Yanal rüzgar ve dalga etkisinde stabilite değerlendirmesi.....	7
2.4.2 Buzanma etkisini içeren yan al rüzgar ve dalga etkisinde stabilite değerlendirmesi	10
2.4.3 Ağır yükler kaldırıldığında stabilite değerlendirmesi.....	11
2.4.4 Yolcu toplanması durumunda stabilite değerlendirmesi.....	12
2.4.5 Yüksek hızda dönüş durumunda stabilite değerlendirmesi.....	12
3. ALMAN ASKERİ GEMİLERİ STABİLİTE KRİTERİ.....	15
3.1 Genel.....	15
3.2 Operasyon Alanları.....	15
3.3 Yükleme Kondisyonları.....	16
3.3.1 Yükleme kondisyonu 0	16
3.3.2 Yükleme kondisyonu 0V.....	16
3.3.3 Yükleme kondisyonu 1	16
3.3.4 Yükleme kondisyonu 1A.....	17
3.3.5 Yükleme kondisyonu 1B.....	17
3.3.6 Yükleme kondisyonu 1AB	17
3.3.7 Yükleme kondisyonu 2	17
3.3.8 Yükleme kondisyonu 2A.....	17
3.3.9 Yükleme kondisyonu 2B.....	17
3.3.10 Yükleme kondisyonu 2AB	17
3.3.11 Yükleme kondisyonu 3	17
3.3.12 Yükleme kondisyonu 4	18
3.3.13 Yükleme kondisyonu 4A.....	18
3.3.14 Yükleme kondisyonu 4AB	18
3.3.15 Yükleme kondisyonu 5	18
3.3.16 Yükleme kondisyonu 5A.....	18
3.3.17 Yükleme kondisyonu 5AB	18

3.3.18 Yükleme kondisyonu 6	19
3.3.19 Yükleme kondisyonu 6B	19
3.4 Moment Kolları.....	21
3.4.1 Doğrultucu moment kolu	21
3.4.2 Meyil ettirici moment kolları	21
3.4.2.1 Serbest sıvı yüzeyleri	22
3.4.2.2 Dönüş dairesi	22
3.4.2.3 Rüzgar	23
3.4.2.4 Denizde ikmal.....	24
3.4.2.5 Yedekte çekme kuvvetleri.....	24
3.5 Hasarsız Stabilite Kriterleri	25
3.5.1 Stabilitenin kanıtı	25
3.5.2 Gerekli doğrultucu kollar	25
3.5.3 Maksimum meyil açıları	27
3.6 Hesaplama Esasları	27
3.6.1 Gemi sakin suda iken.....	27
3.6.2 Gemi açık denizde	27
4. İNGİLİZ ASKERİ GEMİLERİ STABİLİTE KRİTERİ.....	29
4.1 Genel	29
4.2 Operasyon Alanları	29
4.3 Moment Kolları ve Stabilite Kriterleri	30
4.3.1 Askeri rolü olan gemilerin stabilite kriterleri	30
4.3.2 Rüzgar yatırıcı moment kolu ve stabilite kriterleri	31
4.3.3 Buzlanma durumunda rüzgar yatırıcı moment kolu ve stabilite kriteri	32
4.3.4 Yüksek hızda dönüş yatırıcı moment kolu ve stabilite kriterleri	33
4.3.5 Ağır yüklerin kaldırılmasında yatırıcı moment kolu ve stabilite kriteri	34
4.3.6 Yolcu toplanması durumunda moment kolu ve stabilite kriterleri.....	36
4.4 Yükleme Kondisyonları	37
4.4.1 Temel kondisyon	37
4.4.2 Derin kondisyon	37
4.4.3 Boş gemi kondisyonu	37
4.4.4 Boş gemi sefer kondisyonu	37
4.4.5 Boş gemi liman kondisyonu.....	37
5. TİCARİ GEMİLER İÇİN STABİLİTE KRİTERİ.....	41
5.1 Genel	41
5.2 Hesaplama Esasları ve Yükleme Kondisyonları İle İlgili Kabuller	42
5.2.1 Tanklardaki sıvıların serbest yüzey etkisinin hesaplanması	42
5.3 Yükleme Kondisyonları	43
5.3.1 Tam yüklü kalkış	43
5.3.2 Tam yüklü varış.....	43
5.3.3 Balastlı kalkış	43
5.3.4 Balastlı varış.....	43
5.4 Stabilite Kriterleri	44
5.4.1 Doğrultucu moment kolu eğrisine bağlı kriterler	44
5.4.2 Hava kriteri	45
5.4.3 Yolcu gemileri için ek kriterler	48
5.4.3.1 Dönmeden dolayı oluşan meyil	48
5.4.3.2 Yolcu toplanmasından oluşan meyil.....	48
6. STABİLİTE KRİTERLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI	49
6.1 Genel	49

6.2 Genel Kargo Gemisi	52
6.3 Muharip Tip Savaş Gemisi	61
6.4 Yardımcı Sınıf Askerli Gemi	73
7. SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER	85
KAYNAKLAR	87
ÖZGEÇMİŞ	89

KISALTMALAR

ANEP	: Allied Naval Engineering Publication
IS CODE	: Intact Stability Code
IMO	: International Maritime Organization
NATO	: North Atlantic Treaty Organization
BV	: Building Regulation for German Naval Vessels
NES	: Naval Engineering Standard
A	: Assembly
MSC	: Maritime Safety Committee
SOLAS	: Safety of Life at Sea
INSA	: International Naval Safety Association
BSRA	: British Ship Research Association
MoD	: Ministry of Defence
US	: United States
IMCO	: Inter Governmental Maritime Consultative Organization
NSC	: Naval Ship Code
UK	: United Kingdom
ABS	: American Bureau of Shipping
BV	: Bureau Veritas
DNV	: Det Norske Veritas
GL	: Germanischer Lloyd
LR	: Lloyd's Register
HRS	: Hellenic Register of Shipping
RINA	: Registro Italiano Navale
TL	: Türk Loydu

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Rüzgar hızları	8
Çizelge 3.1 : Yük durumlarında tankların doluluk oranları.....	20
Çizelge 3.2 : $C_w=1.20$ için, çeşitli rüzgar hızlarında rüzgar basıncı.....	24
Çizelge 3.3 : Hesaplanacak doğrultucu ve meyil ettirici kolların özeti.....	26
Çizelge 3.4 : Çeşitli rüzgar alanları için statik meyil açısı	27
Çizelge 4.1 : Yükleme durumlarında tankların doluluk oranları	38
Çizelge 4.2 : Yükleme durumlarında değişken yüklerin tanımları	39
Çizelge 5.1 : X_1 katsayısı.....	46
Çizelge 5.2 : X_2 katsayısı.....	46
Çizelge 5.3 : k katsayısı.....	47
Çizelge 5.4 : s katsayısı	47
Çizelge 6.1 : Karşılaştırılacak kriterler.....	50
Çizelge 6.2 : Gemilerin genel özellikleri.....	51
Çizelge 6.3 : Genel kargo gemisinin yükleme kondisyonları.....	51
Çizelge 6.4 : Muharip tip savaş gemisinin yükleme kondisyonları.....	51
Çizelge 6.5 : Yardımcı sınıf askeri geminin yükleme kondisyonları.....	52
Çizelge 6.6 : Genel kargo gemisi için tam yüklü kalkışta moment kolu değerleri.	54
Çizelge 6.7 : ANEP 77, NES 109 ve 2008 IS Code kriterleri için sonuçlar.....	55
Çizelge 6.8 : Genel kargo gemisi için BV 1030-1'e göre moment kolları.....	56
Çizelge 6.9 : Genel kargo gemisi için tam yüklü varışta moment kolu değerleri.....	58
Çizelge 6.10 : ANEP 77, NES 109 ve 2008 IS Code kriterleri için sonuçlar.....	59
Çizelge 6.11 : Genel kargo gemisi için BV 1030-1'e göre moment kolları.....	60
Çizelge 6.12 : Muharip tip savaş gemisi için tam yüklü kalkışta moment kolu değerleri.....	62
Çizelge 6.13 : Muharip tip savaş gemisi için tam yüklü kalkışta moment kolu değerleri.....	64
Çizelge 6.14 : ANEP 77, NES 109 ve 2008 IS Code kriterleri için sonuçlar.....	65
Çizelge 6.15 : Muharip tip savaş gemisi için BV 1030-1'e göre moment kolları	66
Çizelge 6.16 : Muharip tip savaş gemisi için tam yüklü varışta moment kolu değerleri.....	68
Çizelge 6.17 : Muharip tip savaş gemisi için tam yüklü varışta moment kolu değerleri.....	70
Çizelge 6.18 : ANEP 77, NES 109 ve 2008 IS Code kriterleri için sonuçlar.....	71
Çizelge 6.19 : Muharip tip savaş gemisi için BV 1030-1'e göre moment kolları	72
Çizelge 6.20 : Yardımcı sınıf askeri gemi için tam yüklü kalkışta moment kolu değerleri.....	74
Çizelge 6.21 : Yardımcı sınıf askeri gemi için tam yüklü kalkışta moment kolu değerleri.....	76
Çizelge 6.22 : ANEP 77, NES 109 ve 2008 IS Code kriterleri için sonuçlar.....	77
Çizelge 6.23 : Yardımcı sınıf askeri gemi için BV 1030-1'e göre moment kolları ...	78
Çizelge 6.24 : Yardımcı sınıf askeri gemi için tam yüklü varışta moment kolu değerleri.....	80

Çizelge 6.25 : Yardımcı sınıf askeri gemi için tam yüklü varışta moment kolu değerleri.....	82
Çizelge 6.26 : ANEP 77, NES 109 ve 2008 IS Code kriterleri için sonuçlar.	83
Çizelge 6.27 : Yardımcı sınıf askeri gemi için BV 1030-1'e göre moment kolları...	84

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Askeri gemi kodunun geliştirilmesinde kullanılan hedefe dayalı yaklaşım.	6
Şekil 2.2 : Doğrultucu ve meyil ettirici moment kolu eğrileri.....	9
Şekil 3.1 : Moment kolu eğrileri	25
Şekil 4.1 : NES 109'a göre minimum kabul edilebilir GZ eğrisi.....	30
Şekil 4.2 : NES 109'a göre rüzgar sebebiyle meyil ettirici kol.....	32
Şekil 4.3 : NES 109'a göre yüksek hızda dönüş sebebiyle meyil ettirici kol.....	34
Şekil 4.4 : NES 109'a göre ağır yüklerin kaldırılması sebebiyle meyil ettirici kol ...	35
Şekil 4.5 : NES 109'a göre yolcuların bordaya toplanması sebebiyle meyil ettirici kol	36
Şekil 5.1 : Hava kriterinin hesaplanması	45
Şekil 6.1 : Genel kargo gemisi için tam yüklü kalkışta moment kolu eğrileri	53
Şekil 6.2 : Genel kargo gemisinin tam yüklü kalkış kondisyonu için BV 1030-1'e göre doğrultucu ve meyil ettirici kollar	56
Şekil 6.3 : Genel kargo gemisi için tam yüklü varışta moment kolu eğrileri	57
Şekil 6.4 : Genel kargo gemisinin tam yüklü varış kondisyonu için BV 1030-1'e göre doğrultucu ve meyil ettirici kollar	60
Şekil 6.5 : Muharip tip savaş gemisi için tam yüklü kalkışta moment kolu eğrileri..	61
Şekil 6.6 : Muharip tip savaş gemisi için tam yüklü kalkışta moment kolu eğrileri..	63
Şekil 6.7 : Muharip tip savaş gemisinin tam yüklü kalkış kondisyonu için BV 1030- 1'e göre doğrultucu ve meyil ettirici kollar	66
Şekil 6.8 : Muharip tip savaş gemisi için tam yüklü varışta moment kolu eğrileri....	67
Şekil 6.9 : Muharip tip savaş gemisi için tam yüklü varışta moment kolu eğrileri....	69
Şekil 6.10 : Muharip tip savaş gemisinin tam yüklü varış kondisyonu için BV 1030- 1'e göre doğrultucu ve meyil ettirici kollar	72
Şekil 6.11 : Yardımcı sınıf askeri gemi için tam yüklü kalkışta moment kolu eğrileri	73
Şekil 6.12 : Yardımcı sınıf askeri gemi için tam yüklü kalkışta moment kolu eğrileri	75
Şekil 6.13 : Yardımcı sınıf askeri gemi tam yüklü kalkış kondisyonu için BV 1030- 1'e göre doğrultucu ve meyil ettirici kollar	78
Şekil 6.14 : Yardımcı sınıf askeri gemi için tam yüklü varışta moment kolu eğrileri	79
Şekil 6.15 : Yardımcı sınıf askeri gemi için tam yüklü varışta moment kolu eğrileri	81
Şekil 6.16 : Yardımcı sınıf askeri gemi tam yüklü varış kondisyonu için BV 1030- 1'e göre doğrultucu ve meyil ettirici kollar	84

SEMBOL LİSTESİ

$^{\circ}$	:Derece
P	:Rüzgar basıncı
g	:Yer çekimi ivmesi
ρ_a	:Hava yoğunluğu
v	:Su hattı üzerindeki istenen yükseklikteki rüzgar hızı
C_D	:Sürtünme katsayısı
C_C	:Yüksekliğe bağlı korelasyon katsayısı
v	:Z yüksekliğindeki rüzgar hızı
V	:Su hattından 10 metre yukarıdaki “nominal” rüzgar hızı
Z	:Su hattı üzerindeki yükseklik
GZ	:Doğrultucu moment kolu
w	:Meyil ettirici ağırlık
a	:Meyil ettirici ağırlığın moment kolu
θ	:Meyil açısı
Δ	:Deplasman
V	:Dönüşteki gemi hızı (yaklaşma hızının %65'i)
R	:Dönüş yarıçapı
h_{sw}	:Gemi sakin suda iken doğrultucu moment kolu
h_C	:Gemi daga tepesinde iken doğrultucu moment kolu
h_T	:Gemi dalga çukurunda iken doğrultucu moment kolu
h_{wv}	:Gemi seyir durumunda iken doğrultucu moment kolu
p_i	:Serbest sıvı yüzeyli tanktaki sıvı kütlesi
b_{φi}	:Dizayn su hattına paralel olarak ölçülen, geminin düşey durumunda göre, ağırlık merkezi değişimi
v_D	:Taktik dönüş dairesindeki (180°) ortalama hız
v_{maks}	:Maksimum devamlı hız
KG	:Kaide hattından ağırlı merkezinin mesafesi
R_D	:Taktik dönüş dairesi (180°) yarıçapı,
c_D	:Dönüş dairesi hesabı ile ilgili katsayı
A_w	:Geminin rüzgar kuvvetlerine maruz yanal alanı

$A_{W\Theta H}$	: A_W alanı merkezinin, kaide hattından düzşey mesafesi
p_w	: Rüzgar basıncı
C_w	: Sürüklenme katsayısı
v_w	: Rüzgar hızı
Z_i	: İz halatının transfer vincindeki 3x nominal yedekleme kuvveti
φ_{ref}	: Referans meyil açısı
φ_{stat}	: Statik meyil açısı
h_{rem}	: Kalan doğrultucu kol
k_F	: Serbest sıvı yüzeyi etkisiyle oluşan meyil ettirici kol
k_D	: Dönme etkisiyle oluşan meyil ettirici kol
k_W	: Yanal rüzgar basıncıyla oluşan meyil ettirici kol
k_Q	: Denizde ikmal nedeniyle oluşan meyil ettirici kol
H	: Dalga yüksekliği
λ	: Dalga boyu
L_{BP}	: Kaimeler arası boy
B	: Gemi genişliği
D	: Gemi derinliği
GM_0	: Başlangıç metasandır yüksekliği
φ_0	: Durağan rüzgar altında geminin meyil açısı,
φ_1	: Dalga etkisinden dolayı rüzgar tarafındaki meyil açısı,
φ_2	: Su alma açısı, 50° ya da φ_c (GZ eğrisi ile l_{w2} eğrisinin ikinci kesişim açısı)
P	: Rüzgar Basıncı
A	: Gemi ve güverte yükünün su hattı üzerindeki projeksiyon alanıdır
Z	: A alanının alan merkezinin sualtı yanal alanın merkezine ya da yaklaşık olarak draft değerinin yarısına olan düşey mesafesi
X_1	: B/d oranına göre hesaplanan katsayı
X_2	: CB değerine göre hesaplanan katsayı
C_B	: Blok katsayısı
k	: Yalpa omurga alanına göre hesaplanan katsayı
A_k	: Yalpa omurgalarının toplam alanı
r	: Efektif dalga eğimi katsayısı
OG	: Geminin ağırlık merkezi ile su hattı arasındaki mesafe
s	: Yalpa periyoduna göre hesaplanan katsayısı
T	: Yalpa periyodu
L_{WL}	: Geminin su hattı boyu

d :Gemi ortalama draftı

M_R :Dönme sebebiyle oluşan meyil ettirici kol

LOA :Geminin tam boyu

HASARSIZ STABİLİTE KRİTERLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Günümüzde ticari gemilere uygulanan stabilite kriterlerinin gelişim süreci eski tarihlere dayanmasına rağmen, bunun yazılı kural haline getirilmesi 1960'lı yıllarda olmuştur. Gemilerde ilk resmi Uluslararası stabilite kuralları IMO (International Maritime Organization) A.167 önergesiyle 1968 yılında uygulanmaya başlanmıştır. Temel olarak bu önerge, gemilerin başlangıç metasantr yüksekliği ve doğrultucu moment kolu eğrisi altında kalan alan değerleri için bazı kriterleri içermektedir. Gemilere etki eden dış unsurlarla ilgili herhangi bir parametre dikkate alınmamakta idi. Bundan dolayı, IMO 1985 yılında A.562 önergesiyle, gemilerin yalpa ve rüzgarın bileşik etkisi altındaki durumunu inceleyen hava kriterini yürürlüğe koymuştur. 1993 yılında ise daha önceki önergeleri A.749 önergesinde toplayarak, bu kriterlerin, 24 metre ve daha büyük tüm gemilere uygulanmasını zorunlu hale getirmiş ve daha önceki önergeleri yürürlükten kaldırmıştır. Daha sonra, A.749 önergesi 1998 yılında "Intact Stability (IS) Code" (Hasarsız Stabilite Kodu) olarak güncellenmiş ve 2008 yılında nihai halini almıştır.

Ancak askeri gemilerde, ticari gemilerde olduğu gibi uluslararası kabul görmüş ve bütün ülkelerin kullandığı kurallar bulunmamaktadır. Genellikle ülkelerin kendi donanmalarına ait kullandığı kurallar bulunmaktadır. Ancak, birçok ülkenin askeri gemi kurallarının çıkış noktası 1944 yılındaki bir faciaya dayanmaktadır. 1944 yılında Amerikan donanmasının Pasifik Okyanusunda tropik bir fırtınaya yakalanması sonucunda kısa süre içinde 3 adet destroyer batmış ve dördüncüsü de bacasının rüzgar basıncı altında kırılması sayesinde kurtulmuştur. Bu facia, Amerikan donanması için stabilite kurallarının geliştirilmesinde etkileyici rol oynamıştır. İlk kurallar 1962'de Sarchin ve Goldberg tarafından yayınlanmıştır. Bu kurallar diğer ülkelerin donanmaları tarafından adapte edilmiştir.

Askeri gemilerin stabilitesi amaçları gereği büyük önem taşımaktadır. Çünkü geminin hem gerekli stabilite kurallarını sağlaması, hem de görevini yerine getirecek kabiliyette olması gereklidir. Görevini yerine getirirken herhangi bir zafiyete uğramaması gerekmektedir.

ANEP 77 hasarsız stabilite kodu ile amaçlanan, NATO'ya üye ülkeler ve bu kodu kullanmak isteyen diğer ülkelerin inşa edecekleri askeri gemiler için ortak bir standart oluşturmaktır.

Bu çalışmada da ANEP 77 askeri gemi kodu ile dünya genelinde kullanılan Alman askeri gemi kodu olan BV 1030-1, İngiliz askeri gemi kodu olan NES 109 ve ticari gemilere uygulanan uluslararası stabilite kodu olan 2008 IS kod'un hasarsız stabilite kriterleri ve hangi yatırıcı moment kollarının nasıl hesaplanacağı ile ilgili bilgiler verilmektedir. Böylelikle genelde uygulanması amaçlanan bir kodun mevcut kodlarla karşılaştırması elde edilecektir. Sonuçlar bölümünde yukarıda belirtilen 4 adet kodun bir ticari kuru yük gemisi ve 2 adet savaş gemisi üzerinde uygulanması ve karşılaştırmalı sonuçları verilmektedir.

COMPARATIVE EVALUATION OF THE INTACT STABILITY CRITERIA

SUMMARY

Stability is one of the most important safety features of ships, and in particular of small ships which tend to suffer from insufficient stability which could lead to the capsizing of the vessel and loss of lives. It is, therefore, essential to design a ship with adequate stability and to maintain it in all conditions of loading during its operation.

Development of the concept of metacentric height apparently originated with Bouguer in 1746. Derivation and calculation procedures for the righting lever curves were published by Atwood in 1796. Development of quasi-dynamic stability and the concept of the energy balance method was advanced by Moseley in 1850.

Several proposals for the use of a GM based stability criteria were offered in the late 1800s, and proposals for criteria based on righting energy have existed since early 1900s.

The major historical work on the stability of ships was carried out by Rahola in 1939. Rahola's work involved a detailed analysis of Baltic ship capsizings and included a proposal for a GZ based criteria.

Wind heeled GM requirements have been applied in the US since the 1940s and became a US requirement for cargo ships in 1952.

Based on recommendations from the 1960 International Conference on the Safety of Life at Sea (SOLAS 60), the IMCO sub-committee on Subdivision and Stability was formed in 1962. The first international stability criterion, Resolution A.167, largely based on Rahola's GZ criteria, was adopted by the IMO in 1968 for ships under 100m.

The IMO assembly adopted Resolution A.562 in 1985. This resolution was an energy balance criterion, and also included a wind heeling recommendation, and was to be used as a supplement to A.167.

The IMO assembly adopted Resolution A.749(18) on 4 November 1993. (Code on Intact Stability for all Types of Ships Covered by IMO Instruments).

Intact Stability Code (IS Code) have been used since 1 July 2010, instead of A.749(18). This historical development is related to the merchant ships intact stability criteria.

For merchant ships today, stability is regulated by the criteria and rules issued by the International Maritime Organization (IMO). Although IMO only recommends the fulfilment of some of these criteria, usually all newbuildings have to meet the requirements as they are made mandatory by the respective flag state authorities.

Intact stability for naval ships is more important and crucial than the merchant ships. Naval ships are different as compared to merchant ships by the construction and purpose of use. Generally, naval ships are more damage resilient and armed with weapon systems.

For the intact stability of naval ships, there are no internationally agreed and applied rules. Each country uses their own naval ship rules which reflect their needs. The most known naval rules are BV 1030-1 rules of Germany and NES 109 rules of the United Kingdom. The primary starting point of the most of naval ship rules was the typhoon of December 1944. The US Pacific fleet was caught in a major tropical typhoon and many ships were lost. After this disaster, first rules were published by Sarchin and Goldberg in 1962.

The International Naval Safety Association (INSA) was established in April 2008 in order to develop and maintain the Naval Ship Code. INSA is a group consisting of navies and classification societies. The UK MoD is one of the founding members of INSA.

The Naval Ship Code (NSC) is a goal based standard that determines a minimum level of safety for naval vessels. It is the formal document published by NATO (as ANEP77) which includes the Code and supporting Guide. The overall aim of the Naval Ship Code is to provide an internationally accepted standard for naval surface ship safety based on and benchmarked against IMO conventions and resolutions that embraces the majority of ships operated by the Navies.

The basic principle of a goal based approach is that the goals should represent the top tiers of the standards, against which ship is verified both at the design and construction stages, and during ship operations.

A “goal-based” standard, rather than relying on the existing rules, considers what the ultimate safety objective of the designer might be, and will consider a range of alternative design approaches that will reach this desired goal. Thus, whereas in the past the rules would have been specific over every detail, now, the over-arching objectives will be specified, giving the designer choice, and the freedom to innovate.

A general information about “The Naval Ship Code (ANEP 77)” is given in the second chapter.

In the third chapter, general information about “BV 1030-1” is presented. BV 1030-1 is the stability criteria which is applied to German naval ships. The rules are applicable to the monohull naval surface ships.

Kurt Wendel first drafted the stability regulations for the German Federal Navy in 1961. Wendel issued a new edition of the regulations known as BV 1033 in 1964. An early detailed explanation of the regulations and their background is due to Arndt (1965). His paper was soon translated into English by the British Ship Research Association and appeared as BSRA Translation No. 5052. An updated version of the regulations was published in 1969 and since then they are known as BV 1033. As pointed out by Brandl (1981), the German regulations were adopted by the Dutch Royal Navy and they also served in the design of some ships built in Germany for several foreign navies. The rules were finally revised and published in 2001 as BV 1030-1.

In the third chapter, the information about the operational areas, loading conditions, obtaining the righting and heeling arms and intact stability requirements are given.

In the fourth chapter, general information about “NES 109” is given. NES 109 is the stability criteria applied to the UK naval ships.

The stability standards of the Royal Navy evolved from the criteria published by Sarchin and Goldberg in 1962. The first British publication appeared in 1980 as NES 109. The currently valid version is Issue 4 (MoD, 1999a). The British standard was issued by the Ministry of Defence (MoD) and is applicable to vessels with a military role, to vessels designed to the MoD standards but without a military role, and to auxiliary vessels. The vessels with a military role are those exposed to enemy action or to similar dangers during peacetime exercises. The standard NES 109 has two parts; the first is dealing with conventional ships, the second is with unconventional vessels. The second category includes; monohull high speed vessels, multihull vessels and dynamically supported vessels.

In chapter four of this study, the provisions for conventional vessels are presented. These provisions include the operational areas, moment arms, stability criteria and loading conditions.

In the fifth chapter, general information about “2008 IS Code” is given. 2008 IS Code is the most recent stability criteria of IMO for the merchant ships.

The purpose of the Code is to present mandatory and recommended stability criteria in a single document and other measures for ensuring the safe operation of ships, to minimize the risk to such ships, to the personnel on board and to the environment.

The Code has two parts. The mandatory requirements are given in part A and recommended provisions are given in part B. Although part B is recommended in nature, classification societies and flag states apply this part as mandatory.

This code is applicable for cargo ships, cargo ships carrying timber deck cargoes, passenger ships, fishing vessels, special purpose ships, offshore supply vessels, mobile offshore drilling units, pontoons and cargo ships carrying containers on deck and container ships of 24 m in length and above.

In chapter five, the calculation details and assumptions related to loading conditions and stability criteria are presented.

In chapter six, the application of ANEP 77, BV 1030-1, NES 109 and 2008 IS Code to an ocean going general cargo ship, a navy surface combatant and an auxiliary type naval vessel is given. The full load departure and full load arrival loading conditions of each vessel type are taken into account in the analyses. For each loading condition, hydrostatic particulars, righting arm (GZ) curve, wind heeling moment arms according to the codes, heeling arms due to turning and passenger crowding and evaluation of stability criteria are presented in this chapter.

In chapter seven, results and overall assessments are presented. According to the results, it couldn't be said that one code is the best and applicable to all ships. Each code has its own positive or down sides. For example; if the wind pressure is taken equal in each code, 2008 IS Code has the most stringent weather criterion. However, the assumed wind speed according to the operational areas is different. In this case, ANEP 77 is the most stringent, because the wind speed is 100 knots for the unlimited ocean going operational area. In another case, if NES 109 and 2008 IS Code are compared, NES 109 has the most stringent criteria in terms of the area under GZ curve criteria and probably application of NES 109 to merchant ships is impracticable.

Consequently, ANEP 77 and NES 109 resemble each other in general. Area under GZ curve criteria are eliminated in ANEP 77. Each heeling arm is compared with the respective righting arm. In this case, if the operating conditions are defined well, ANEP 77 offers a large working area to designers.

1. GİRİŞ

Hasarsız stabilite, gemilerin güvenlik özelliklerinin en önemlilerinden birisidir. Bu sebeple gemilerin dizaynlarında yeterli stabiliteye sahip olması ve bütün yükleme kondisyonlarında bu durumu devam ettirebilmesi istenir. Eğer gemi yeterli stabiliteye sahip değilse, geminin dizaynında değişikliklere gidilebilir ya da bu durum geminin eksik yük taşımasına sebebiyet verebilir. Ancak geminin stabilite kriterlerini sağlaması geminin her durumda güvenli yüzebileceği anlamına gelmez ama geminin yüzebilirlik özelliğinin stabilite kriterlerinin sağlanmadığı duruma göre daha yüksek olduğu açıktır. Kriterlerin sağlanmaması her türlü riske karşı açık duruma gelinmesi anlamına gelmektedir.

Metasentr yüksekliğine bağlı konseptin gelişimi 1746'da Bouguer ile başlamıştır. Doğrultma kolu eğrisinin türetilmesi ve hesaplama prosedürleri ise 1796 yılında Atwood tarafından yayınlanmıştır. Enerji dengesi metodunun geliştirilmesi 1850'de Moseley tarafından yapılmıştır.

1800'lerin sonlarına kadar birçok GM'e bağlı stabilite kriteri önerisi getirilmiştir. Doğrultma enerjisine bağlı kriter önerileri 1900'lerin başlarında oluşmaya başlamıştır.

Gemilerin stabilitesiyle ilgili başlıca tarihsel çalışma 1939 yılında Rahola tarafından yapılmıştır. Rahola'nın çalışması Baltık gemilerinin alabora olması ile ilgili detaylı çalışmada ve GZ bazlı kriter önerisinde yer almıştır. Rüzgar meyiline bağlı GM gereklilikleri Amerika tarafından 1940'larda uygulanmaya başlanmış ve 1952'de kargo gemileri için Amerika'nın talebi haline gelmiştir[1].

Günümüzde ticari amaçlı gemiler için uygulanan kriterler, IMO (International Maritime Organization) olarak bilinen Uluslararası Denizcilik Örgütü tarafından yürürlüğe konulmakta, değiştirilmekte ya da geliştirilmektedir. 1960 yılındaki Denizde Can Güvenliği (SOLAS 60) Konferansındaki önerilere dayanarak 1962 yılında bölmeleme ve stabilite alt komitesi kurulmuştur. Gemilerin stabiliteleri ile ilgili çalışmalar çok eskilere dayanmasına rağmen, gemilere uygulanan ilk

uluslararası stabilite kuralları IMO A.167 önergesiyle 1968 yılında uygulanmaya başlanmıştır. Bu önerge büyük ölçüde Rahola'nın GZ kriterine dayanmaktaydı. A.167 önergesi 100 m'den küçük yolcu ve yük gemilerine uygulanmak üzere tavsiye niteliğinde yayınlanmıştır. Bu önergedeki kriterler tavsiye niteliğinde olmasına rağmen, ülkeler ve klas kuruluşları bu kriterlerin uygulanmasını sanki zorunlu gibi değerlendirmişlerdir.

A.167 önergesindeki kriterler, gemilere etki eden rüzgar ya da dalga gibi dış etkilerle ilgili herhangi bir unsuru dikkate almamaktadır. Bu yüzden, IMO 1985 yılında A.562 önergesiyle hava kriterini 24 m.'den büyük yolcu ve yük gemileri için tavsiye olarak yayınlamıştır. Bu önergedeki kriterler A.167 önergesinde olmayan dış etkilere karşı, kötü hava koşullarında gemilerin sağlaması gereken kriterler olup, özellikle projeksiyon alanları büyük olan yolcu, ro-ro, konteyner vb. gibi gemi tiplerine A.167'deki kriterlere ilave olarak uygulanmaya başlanmıştır.

IMO, 4 Kasım 1993 tarihinde gemilere uygulanan stabilite kriterlerini A.749(18) önergesinde toplayarak yayınlamıştır. Bu doküman da diğer dokümanlar gibi tavsiye niteliğinde olmasına rağmen yine bayraklar ve klas kuruluşları tarafından zorunlu gibi uygulanmıştır.

A.749(18) önergesi en son olarak 2008 yılında güncellenerek 1 Temmuz 2010 tarihinde yürürlüğe giren "2008 Intact Stability Code" – MSC.267(85) adını almıştır. 1975 SOLAS Sözleşmesi ile 1988 Load Line Protokolünde kodun uygulanması zorunlu hale getirilmiştir.

Askeri gemiler için stabilite gereklilikleri ise ticari amaçlı gemilerden daha önemli ve kritiktir. Askeri gemiler konstrüksiyon ve kullanım amacı bakımından sivil gemilerden farklılık göstermektedir. Genel olarak askeri gemiler hasarlanmaya dayanıklı, silah sistemleriyle donatılmış ve silahlı ya da silahsız asker taşıma amacıyla kullanılmaktadır.

Askeri gemilerin hasarsız stabilitesi için uluslararası mutabakat sağlanmış ve ortak uygulamanın olduğu uluslararası kurallar bulunmamaktadır. Ülkelerin kendi donanmaları için ihtiyaca binaen geliştirdikleri kendi askeri kuralları bulunmaktadır. Bunların en yaygın olarak kullanılanları ve bu çalışmada karşılaştırmalı olarak incelenecek olan kurallar Almanya'ya ait olan BV 1030-1 ve İngiltere'ye ait olan NES 109'dur.

2. ANEP 77 ASKERİ GEMİ KODU

2.1 Genel

ANEP 77 Askeri Gemi Kodu (Naval Ship Code), NATO'ya üye ülkelerin ortak olarak kullanımı için INSA Uluslararası Askeri Güvenlik Birliği (International Naval Safety Association) tarafından oluşturulmuş, askeri gemiler için minimum güvenlik seviyesini belirleyen hedefe dayalı standartlardır[2].

INSA, Nisan 2008'de Askeri Gemi Kodunu geliştirmek ve sürdürmek amacıyla kurulmuştur. INSA katılımcılarının birincil amacı, Askeri Gemi Kodunun geliştirilmesiydi. INSA birçok ülkenin donanmalarının ve klas kuruluşlarının katılımıyla kurulmuştur. INSA'ya üye ülkeler; İngiltere, Kanada, Danimarka, İtalya, Fransa, Hollanda, Norveç, İsveç, Avusturalya ve Güney Afrika, üye klas kuruluşları; ABS, BV, DNV, GL, LR, HRS, RINA ve TL'dir[2].

Kodun son yayınlanan versiyonu, Ağustos 2014'te yayınlanan F versiyonudur. Bu kod zorunu değildir ve NATO'ya ya da INSA'ya üye olan ya da olmayan bütün ülkeler ister kodun tamamını ister belli kısımlarını kendi ulusal askeri gemilerine uygulayabilirler.

Askeri gemi kodunun genel olarak amacı, askeri gemilerin güvenliği için uluslararası kabul görmüş, donanmalarda çalışan gemilerin çoğunu kapsayan, IMO konvansiyonları ve yönergelerine dayanan ve onlarla karşılaştırmalı değerlendirme yapan, bir standart oluşturmaktır.

Askeri Gemi Kodu, nükleer güçle çalışmayan, silahlı kuvvetler, sahil güvenlik ya da diğer koruma ve güvenlik departmanlarına ait olan bütün askeri gemilere uygulanabilir.

Askeri Gemi Kodu;

1. Yapı,
2. Yüzebilirlik ve Stabilitate,
3. Mühendislik Sistemleri,

4. Yangın Güvenliği,
5. Kaçış, Tahliye ve Kurtarma,
6. Telsiz İletişim,
7. Seyir Güvenliği, ve
8. Tehlikeli Maddeler konularını kapsamaktadır[3].

Kod, askeri gemi güvenliğinin teminat altına alınmasında; üye ülkeler arasında uyumlu hale getirilmiş, en azından ticari gemilere uygulanan kodların sahip olduğu güvenlik seviyesine sahip, gemi güvenliğini uygun maliyetli olarak yönetebilmek için bir çerçeve sağlamaktadır.

Kod hazırlanırken, SOLAS ile karşılaştırma yapılarak değerdendirmelerde bulunulmuş ayrıca kodun bazı kısımlarında SOLAS metinlerine atıflar yapılmıştır. Bu durum, kodun yasal dokümanlarla uyum içinde olduğunun da bir göstergesidir. Ancak askeri gemilerde direkt olarak SOLAS'ın kullanılmayıp başka bir koda ihtiyaç duyulmasının da sebepleri bulunmaktadır. Öncelikle teknik sebepler mevcuttur; örneğin “perde güvertesi” gibi SOLAS kurallarında bulunan bazı konseptler askeri gemilerde kullanılmamaktadır. Ayrıca askeri gemiler, ticari gemilerin yapamadığı örneğin mühimmat ya da askeri birliklerin taşınması ya da denizde yakıt ikmali yapılması gibi eylemleri yapmaktadır. Teamüller ve pratikte de farklılıklar bulunmaktadır; can salı ve acil durum jeneratörü gibi önemli güvenlik farklılıkları bulunmaktadır. Ticari gemilerin bazı zorunlu kurallarını askeri gemilere uygulamak mümkün olmamaktadır. Askeri felsefede, askeri geminin ve içindeki personelin güvenliği, askeri geminin koruması altındaki olgular karşısında ikinci seviyeye gerilemektedir. Ancak ticari gemilerde denizdeki can güvenliği ve çevrenin korunması yüksek derecede öneme sahiptir. Bunun yanında kod, SOLAS'ın uygulanmasında elde edilecek eşdeğer güvenlik seviyesini sağlamaktadır.

2.2 Hedefe Dayalı Standartlar

Askeri Gemi Kodu, hedefe dayalı yaklaşımı benimsemektedir. Hedefe dayalı yaklaşımın temel prensibi, hedefin çerçevesinin en üst sırasını temsil etmesidir. Bu yaklaşım geleneksel yerleşik standartlara karşı birçok avantaja sahiptir;

1. Askeri Gemi Kodu eğer konuya uygunsa yerleşik olabilir ya da diğer standartlar ve onların güvence süreçleri refere edilerek üst seviyede kalınabilir,
2. Hedefe dayalı yaklaşım, üst düzey gerekliliklere uygun olan alternatif düzenlemelere olanak sağlayacak yeniliklere açıktır,
3. Uygunsuzluklar, üst düzey amaca istinaden daha kontrollü bir şekilde yönetilebilir.

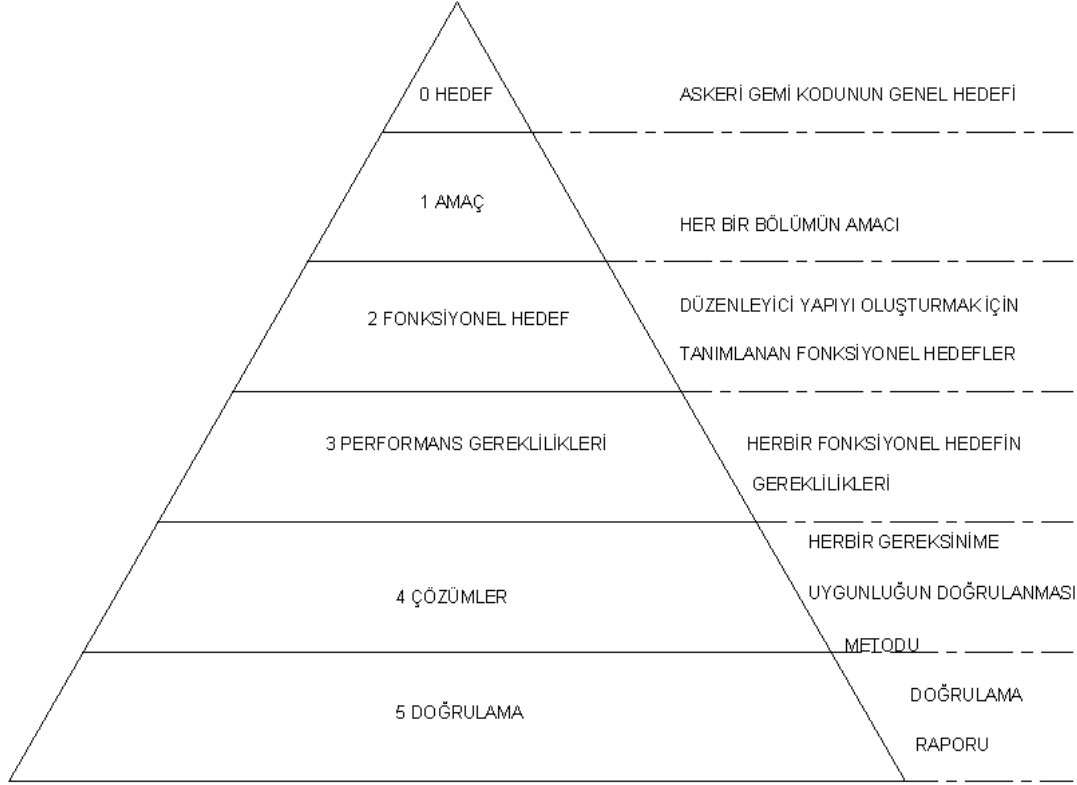
Mevcut kurallara dayanmak yerine hedefe dayalı standartların kullanılması; tasarımcının en üst güvenlik seviyesi göz önünde bulundurularak amaçlanan hedefe ulaşmak için alternatif dizayn yaklaşımları üretebilmesine olanak sağlamaktadır. Böylece, eski kurallarda her detay spesifik olarak belirtilmekte iken şimdi aşırı kapsayıcı hedefler tasarımcının seçimine bırakılmakta ve yeniliklere olanak sağlanmaktadır.

Genelde, kuralların oluşturulmasında hedefe dayalı yaklaşımın kullanımına artan bir eğilim bulunmaktadır. Bu yaklaşımın tercih edilmesinin birçok teknik ve ticari sebepleri bulunmaktadır. Hedefe dayalı kurallar, uygunluğun sağlanması için yolları belirtmez, ancak uygunluğun sağlanması için alternatif yolların kullanımına izin verir. Örneğin, “İnsanların bir uçurumun kenarından düşmesi önlenmelidir” cümlesi hedefe dayalıdır. Ancak yerleşik kurallarda uygunluğun sağlanmasının yolları zorunluluk olarak belirtilmiştir. Örneğin, “Uçurumun kenarına 1 metre yüksekliğinde korkuluk konulmalıdır.”

Ayrıca, yerleşik kurallar geçmişteki deneyimlere dayanmaktadır ve gün geçtikçe günümüzle alakası azalmaktadır. Açıkça görülmektedir ki, yerleşik kurallar dizayn çözümlerinin çeşitlilik ve değişimiyle başa çıkamamaktadır.

Hedefe dayalı yeni gemi inşa standartlarının geliştirilmesi, IMO’nun da yüksek önem verdiği konulardan bir tanesidir ve ilerleyen zamanlarda ticari gemilerde de bu yaklaşım görülecektir.

Askeri gemi kodunun geliştirilmesinde, Şekil 2.1’de görülen hiyerarşi kademeleri kullanılmıştır. Üçgenin genişliği arttıkça, yani Askeri Gemi Kodu’nun alt kademelerine inildikçe detay seviyesi artmaktadır.



Şekil 2.1: Askeri Gemi Kodunun geliştirilmesinde kullanılan hedefe dayalı yaklaşım.

Bu kısımdan sonraki bölümlerde Şekil 2.1’de verilen hiyerarşi kademeleri stabilite açısından ele alınacaktır.

2.3 Kademe 1-3: Askeri Gemi Kodu Amaçları, Fonksiyonel Hedefleri ve Performans Gereklilikleri

Kodun 1-3 kademelerinde stabilite açısından amaçları aşağıdaki gibidir;

1. geminin çalışacağı çevrede öngörülebilir bütün hasarlı ve hasarsız kondisyonlarda yeterli yedek sephiyeye sahip olması,
2. geminin çalışacağı çevrede öngörülebilir bütün hasarlı ve hasarsız kondisyonlarda alabora olmayacak ve geminin denizciliğinin devamını sağlayacak yeterli yedek sephiyeye sahip olması,

3. Gemideki personelin görevini mümkün olduğunca güvenli şekilde yerine getirebilmesi, ve
4. Gemideki personelin ve gerekli güvenlik fonksiyonlarının, karşılaşılabilecek bir kaza ya da acil durumda en azından insanlar güvenli bir yere ulaşana kadar ya da tehlike geçene kadar can güvenliği sistemleri ve ekipmanlarının arızasını önleyecek şekilde, korunması.

Yukarıdaki amaçlara ulaşılabilmesi için geminin aşağıda belirtilen stabilite gerekliliklerinden birini sağlaması beklenmektedir.

Konu ile ilgili kodun çözümleri aşağıdaki gibidir;

1. Askeri idare tarafından belirlenecek standartlar kullanılabilir,
2. Benzer çalışma koşullarındaki ticari gemilere uygulanan IMO Hasarsız Stabilite Kodu uygulanabilir,
3. Bölüm 2.4'te belirtilen Askeri Gemi Kodu çözümleri uygulanmalıdır.

2.4 Kademe 4: Askeri Gemi Kodu Çözümleri

Hasarsız durumdaki gemi aşağıdaki durumlar karşısında değerlendirilmeli ve kriterleri sağlamalıdır.

1. Dalga etkisiyle oluşan yalpa ile birlikte yanal rüzgar etkisi,
2. Buzlanma etkisini de içeren, dalga etkisiyle oluşan yalpa ile birlikte yanal rüzgar etkisi,
3. Ağır yüklerin kaldırılması etkisi,
4. Yüksek süratte dönüş,
5. Yolcuların toplanması.

2.4.1 Yanal rüzgar ve dalga etkisinde stabilite değerlendirmesi

Yanal rüzgar ve dalganın etkisi aynı anda ele alınmalıdır. Rüzgar meyil moment kolu aşağıdaki prosedüre göre hesaplanmalıdır. Yalpa hareketi sebebiyle gemiye aktarılmış olan ekstra enerji 25°'lik geri dönüş açısı ile uygulanmaktadır.

Rüzgar meyil moment kolu hesaplanırken kabul edilecek rüzgar hızları Çizelge 2.1’de belirtilmiştir.

Çizelge 2.1: Rüzgar hızları.

	Servis	Minimum Rüzgar Hızı
Okyanus (limitsiz)	Geminin okyanusta karşılaşılabileceği tüm hava durumlarını kapsar. Operasyonel filo ile hareket eden tüm gemilere uygulanır.	100 Knot
Okyanus (limitli)	Bu gruptaki gemiler aşırı hava koşullarından kaçınmalıdır.	80 Knot
Açık Deniz	Geminin açık denizde karşılaşılabileceği tüm hava durumlarını kapsar.	60 Knot
Sınırlı Açık Deniz	Gemi şiddetli rüzgar kuvveti durumlarından kaçınmalıdır.	50 Knot

Rüzgar meyil moment kolu aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\text{Rüzgar Meyil Moment Kolu} = \text{Rüzgar Meyil Momenti} / \text{Deplasman} \quad (2.1)$$

Rüzgar meyil momenti, hasarsız durumda hesaplanacaktır ve meyil açılarında $\cos^2$ ’nin fonksiyonu olarak azaldığı kabul edilecektir. Bunun sebebi, profil alanı ve moment kolu değerlerinin meyil açılarında kosinüsün fonksiyonu olarak azaldığının kabul edilmiş olmasıdır.

Su hattı üzerindeki rüzgara maruz kalan alan ve alan merkezi hesaplanarak rüzgar meyil momenti elde edilecektir.

Rüzgar basıncının hesaplanması için aşağıdaki formüller kullanılacaktır ;

$$P = \frac{1}{2g} \rho_a v^2 C_D C_C \quad (2.2)$$

P : Rüzgar basıncı (t/m^2),

g : Yer çekimi ivmesi (m/s^2),

ρ_a : Hava yoğunluğu (t/m^3), ($1.222 \cdot 10^{-3} \text{ t/m}^3$)

v : Su hattı üzerindeki istenen yükseklikteki rüzgar hızı (m/s)

C_D : Sürtünme katsayısı, (=1.12)

C_C : Yüksekliğe bağlı korelasyon katsayısı (aşağıdaki formül sonuçlarından hangisi küçükse),

$$C_C = 1.0113 + 0.0046 Z \quad (2.3)$$

ya da,

$$C_C = 1.0488 - 0.0056 Z \quad (2.4)$$

Rüzgar hızı aşağıdaki şekilde hesaplanmalıdır;

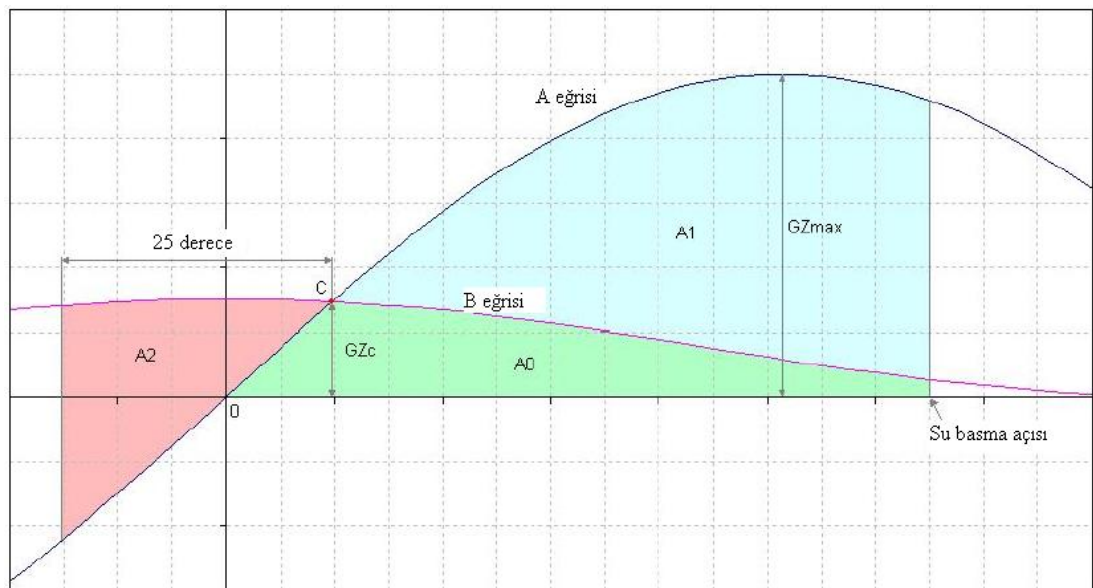
$$v = V \left(\frac{Z}{10} \right)^{1/7} \quad (2.5)$$

v : Z yüksekliğindeki rüzgar hızı (m/s),

V : Su hattından 10 metre yukarıdaki “nominal” rüzgar hızı (m/s)

Z : Su hattı üzerindeki yükseklik (m).

Yeterli stabilitenin kanıtı geminin doğrultucu kolu ile rüzgar meyil moment kolunun Şekil 2.2’de görülen karşılaştırılması ile kanıtlanacaktır.



Şekil 2.2: Doğrultucu ve meyil ettirici moment kolu eğrileri.

A eğrisi : Hasarsız doğrultucu moment kolu eğrisi,

B eğrisi : Rüzgar, kaldırma, dönme ya da güvertede toplanma sebebiyle oluşan meyil ettirici kol eğrisi,

C : Hasarsız denge noktası,

GZ_C : C noktasındaki GZ değeri,

GZ_{maks} : Maksimum GZ değeri,

Su basma açısı= Su basma açısı ya da 70° hangisi küçükse,

A_0 : A ve B eğrileri altındaki ortak alan,

A_1 : A ile B eğrilerinin arasında kalan alan,

A_2 : C açısından 25 derece geriden başlayan ve A ile B eğrileri arasında kalan alan,

A_3 : 0 dereceden başlayıp A eğrisi altında kalan alan (A_0+A_1)

Yeterli stabilitenin kanıtı için aşağıdaki kriterlerin sağlanması gerekmektedir ;

1. A_1 alanı, A_2 alanının 1.4 katından büyük olmalıdır,
2. C noktasındaki GZ değeri GZ_{maks} 'ın 0.6 katından küçük olmalıdır.

2.4.2 Buzlanma etkisini içeren yanal rüzgar ve dalga etkisinde stabilite değerlendirilmesi

Buzlanma oluşumunun muhtemel olduğu alanlarda çalışacak olan gemilerde buzlanma etkisi de göz önünde bulundurulmalıdır.

Buzlanma etkisi hesaplanırken ;

1. Bütün yatay güvertelerde, platformlarda 150 mm. homojen dağıtılmış buz kabul edilecektir ve bu buzun yoğunluğu 950 kg/m^3 olarak alınacaktır,
2. Buzun ağırlığı ve ağırlık merkezi doğrultma kolu eğrisi hesaplanırken hesaba katılacaktır,
3. Yanal rüzgar ve dalga etkisi hesaplanırken operasyonel rüzgar hızının %70'i alınacaktır,
4. Rüzgar meyil moment kolu eğrisi hesaplanırken buz kalınlığı yüzünden artan profil alanı göz ardı edilecektir,

5. Yalpa hareketi sebebiyle gemiye aktarılmış olan ekstra enerji 25°'lik geri dönüş açısı ile uygulanacaktır.

Yeterli stabilitenin kanıtı için Şekil 2.2'de belirtilen B eğrisi yukarıdaki şekilde etki ettirildikten sonra aşağıdaki kriterlerin sağlanması gerekmektedir ;

1. C noktasındaki meyil açısı değeri 30°'den küçük olmalıdır,
2. A₁ alanı, A₂ alanının 1.4 katından büyük olmalıdır,
3. C noktasındaki GZ değeri GZ_{maks}'ın 0.6 katından küçük olmalıdır.

2.4.3 Ağır yükler kaldırıldığında stabilite değerlendirmesi

Ağır yüklerin kaldırılması ile ilgili çalışma yapılırken geminin sahip olduğu kreynin ve kaldırma ekipmanının bu yükü kaldırmasında bir problem olmadığı kabulü yapılmaktadır.

Ağır yükün kaldırılması ile ilgili çalışılırken ağırlık yükleme kondisyonunda yer almalıdır ve başlangıta merkezde konumlandığı kabul edilmelidir.

Meyil ettirici kol aşağıdaki şekilde hesaplanmalıdır ;

$$\text{Meyil Ettirici Kol} = \frac{w(a \cos\theta + d \sin\theta)}{\Delta} \quad (2.6)$$

Burada ;

w : Kaldırılan ağırlık (ton),

a : Askı noktasının (kreyn bumunun en üst noktası) merkez hattın mesafesi (m),

d : Askı noktasının, ağırlığın orjinal pozisyonunun üstündeki mesafesi (m),

θ : Meyil açısı (derece),

Δ : Deplasman (ton).

Yeterli stabilitenin kanıtı için Şekil 2.2'de belirtilen B eğrisi yukarıdaki şekilde etki ettirildikten sonra aşağıdaki kriterlerin sağlanması gerekmektedir ;

1. C noktasındaki meyil açısı değeri 15°'den küçük olmalıdır,
2. A₁ alanı, A₃ alanının 0.4 katından büyük olmalıdır,
3. C noktasındaki GZ değeri GZ_{maks}'ın 0.6 katından küçük olmalıdır.

2.4.4 Yolcu toplanması durumunda stabilite değerlendirmesi

Mürettebat ağırığı geminin yükleme kondisyonunda gözönünde bulundurulmalıdır. Bununla beraber yolcuların ağırlığı ek ağırlık olarak kabul edilmelidir.

Doğrultucu moment kolunun hesabı yapılırken, bütün yolcular en üst güvertede ve ayakta kabul edilmelidir. Yolcuların moment kolu hesabı yapılırken, sancak ya da iskele tarafa en kötü durumu yaratacak şekilde hesap yapılır. Her bir yolcunun 0.25 m² işgal ettiği ve her birinin 80 kilogram olduğu kabul edilir.

Meyil ettirici kol aşağıdaki şekilde hesaplanmalıdır ;

$$Meyil\ Ettirici\ Kol = \frac{w a \cos\theta}{\Delta} \quad (2.7)$$

Burada ;

w : Yolcuların ağırlığı (ton),

a : Yolcuların toplanma anındaki ağırlık merkezinin merkez hattın mesafesi (m),

θ : Meyil açısı (derece),

Δ : Deplasman (ton).

Yeterli stabilitenin kanıtı için Şekil 2.2’de belirtilen B eğrisi yukarıdaki şekilde etki ettirildikten sonra aşağıdaki kriterlerin sağlanması gerekmektedir;

1. C noktasındaki meyil açısı değeri 15°’den küçük olmalıdır,
2. A₁ alanı, A₃ alanının 0.4 katından büyük olmalıdır,
3. C noktasındaki GZ değeri GZ_{maks}’ın 0.6 katından küçük olmalıdır.

2.4.5 Yüksek hızda dönüş durumunda stabilite değerlendirmesi

Durağan dönüş yarı çapı, taktik çapın yarısı olarak alınabilir. Eğer taktik çap bilinmiyor ise, muhrip sınıf gemiler için geminin kaimeler arası boyunun (LBP) 2.5 katı, yardımcı sınıf gemiler için kaimeler arası boyun 3.5 katı durağan dönüş yarı çapı olarak alınabilir.

Meyil ettirici kol aşağıdaki şekilde hesaplanmalıdır ;

$$Meyil Ettirici Kol = \frac{V^2 a \cos \theta}{g R} \quad (2.8)$$

Burada ;

V : Dönüşteki gemi hızı (yaklaşma hızının %65'i) (m/s),

a : KG-(draft /2) (m),

θ : Meyil açısı (derece),

g : Yer çekimi ivmesi (m/s^2),

R : Dönüş yarıçapı (m).

Yeterli stabilitenin kanıtı için Şekil 2.2'de belirtilen B eğrisi yukarıdaki şekilde etki ettirildikten sonra aşağıdaki kriterlerin sağlanması gerekmektedir;

1. C noktasındaki meyil açısı değeri 15° 'den küçük olmalıdır,
2. A_1 alanı, A_3 alanının 0.4 katından büyük olmalıdır,
3. C noktasındaki GZ değeri GZ_{maks} 'ın 0.6 katından küçük olmalıdır.

3. ALMAN ASKERİ GEMİLERİ İÇİN STABİLİTE KRİTERİ (BV 1030-1)

3.1 Genel

BV 1030-1, Alman askeri gemilerine uygulanan stabilite kriteridir. Bu kriter, Alman Loydu ve Alman Donanması Gemi İnşaa Endüstrisi tarafından düzenlenmiştir. Kurallar, tek gövdeli su üstü gemileri için geçerlidir. BV 1030-1, Türk Loydu Kurallarına da girmiştir ve Türk askeri gemilerine uygulanmaktadır.

Kurt Wendel, Federal Alman Donanması için stabilite kurallarının ilk taslağını 1961 yılında yazmıştır. Wendel, 1964 yılında BV 1033 olarak bilinen yeni sürümünü yayımlamıştır. Bu kuralların detaylı açıklamaları ve alt yapısı ise Arndt (1965) tarafından yapılmıştır. Onun makalesi İngiliz Gemi Araştırma Kurumu tarafından İngilizceye çevrilmiş ve BSRA'nın 5052 nolu çevirisi olarak yayımlanmıştır. BV 1033 olarak bilinen bu kuralların güncellenmiş bir versiyonu 1969 yılında yayımlanmıştır. Brandl (1981) Alman kurallarının Hollanda Kraliyet Donanması tarafından da benimsendiği belirtmiş, aynı zamanda bu kurallar Almanya'da yabancı donanmalar için inşa edilen bazı gemilerin dizaynında da kullanılmıştır. Kurallar 2001 yılında BV 1030-1 olarak nihai halini almıştır[1].

3.2 Operasyon Alanları

BV 1030-1'e göre inşa edilecek gemiler operasyon alanlarına göre aşağıdaki sınıflara ayrılmıştır;

1. Grup A: Sınırsız operasyon alanı (rüzgar hızı 90 knot)
2. Grup B: Limitli operasyon alanı (rüzgar hızı 70 knot)
3. Grup C: Maksimum 50 knot'a kadar rüzgar hızlarında seyir yapabilen gemiler
4. Grup D: Maksimum 40 knot'a kadar rüzgar hızlarında ve 1.5 m. dalga yüksekliğine kadar seyir yapabilen gemiler (Baltık denizinde karadan 20 deniz mili ve Kuzey denizinde adalardan 5 deniz mili kadar açılabilir.)

5. Grup E: Maksimum 20 knot'a kadar rüzgar hızlarında ve 1.0 m. dalga yüksekliğine kadar seyir yapabilen güçlü tekneler ve yolcu taşıyan gemiler (Baltık denizinde karadan 5 deniz milinden an açılabilir.)
6. Grup F: Maksimum 40 knot'a kadar rüzgar hızlarında liman operasyonları yapan gemiler ya da yüzer yapılar[4].

3.3 Yükleme Kondisyonları

Aşağıda listelenen yükleme kondisyonları, inşa edilecek askeri geminin stabilite değerlendirmesinin yapılabilmesi için minimum gereksinimlerdir. Farklı tipteki gemiler için gereksinimleri doğrultusunda ek yükleme kondisyonları çalışılabilir.

3.3.1 Yükleme kondisyonu 0: Boş gemi deplasmanı

Bu yükleme kondisyonu, dizayn ve yapım sınırları dahil, varsa tüm makina sistemlerindeki sıvılar, silahlar ve sensörler, sonar domları ve sabit balastlar dahil, meyil tecrübesine göre bulunan deplasman anlamındadır. Bu yük durumu, ilave olarak belirlenen mürettebatı ve bunların eşyalarını da içerir ancak kumanya, uçak ve benzerlerini içermez.

3.3.2 Yükleme kondisyonu 0V: Palamar manevrası deplasmanı

Bu kondisyon için “Boş Gemi Deplasmanı” esas alınır, ancak palamar manevrası veya havuzlama işlemleri sırasında stabilite ve trim için gerekli olduğu takdirde tanklardaki ballast ve yakıtları içerir.

3.3.3 Yükleme kondisyonu 1: Limit deplasman

Bu kondisyon, gemiye etki eden maksimum rüzgar kuvvetleri için stabilitenin yeterli olması gereken en olumsuz yükleme durumudur. Bu yük durumunda **0** yük durumu esas alınır ancak gerektiği takdirde ballast tankları doldurulur ve çeşitli tüketim malzemeleri ve malzemeler çizelge 3.1'de gösterildiği şekilde tamamen veya kısmen gemide yer alır. Destek malzemeleri ve sıvıları, en olumsuz yük durumuyla ilgili kapsamda gemide yer alırlar.

3.3.4 Y¼kleme kondisyonu 1A: m¼r sonu limit deplasmanı

Bu y¼kleme durumu, 1 y¼k durumunun aynısı olup bakım, değişimler, donanım iyileştirme ve ilaveleriyle ilgili m¼r s¼reci sınırlarını da kapsar.

3.3.5 Y¼kleme kondisyonu 1B: Buzlanma ilaveli limit deplasmanı

Bu y¼kleme durumu i¼in 1 y¼k durumu esas alınır ancak gemi üst yapılarının buzlanması ilave edilir.

3.3.6 Y¼kleme kondisyonu 1AB: Buzlanma ilaveli m¼r sonu limit deplasmanı

1AB “Buzlanma İlaveli m¼r Sonu Limit Deplasmanı” durumu 1A y¼k durumunun aynısı olup, gemi üst yapılarının buzlanması ilavesini de kapsar.

3.3.7 Y¼kleme kondisyonu 2: Muharebe deplasmanı

Muharebe Deplasmanı durumu dizayn deplasmanına eşittir. Bu y¼k durumu 0’ı esas alır, ancak t¼m t¼ketim maddeleri ve malzemeleri %100 oranında i¼erir, atık sular ile balast sularını i¼ermez.

3.3.8 Y¼kleme kondisyonu 2A: m¼r sonu muharebe deplasmanı

Bu y¼kleme durumu, 2 y¼k durumunun aynısı olup bakım, değişimler, donanım iyileştirme ve ilaveleriyle ilgili m¼r s¼reci sınırlarını da kapsar.

3.3.9 Y¼kleme kondisyonu 2B: Buzlanma ilaveli muharebe deplasmanı

Bu y¼kleme durumu i¼in 2 y¼k durumu esas alınır ancak gemi üst yapılarının buzlanması ilave edilir.

3.3.10 Y¼kleme kondisyonu 2AB: Buzlanma ilaveli m¼r sonu muharebe deplasmanı

2AB “Buzlanma İlaveli m¼r Sonu Muharebe Deplasmanı” durumu 2A y¼k durumunun aynısı olup gemi üst yapılarının buzlanması ilavesini de kapsar.

3.3.11 Y¼kleme kondisyonu 3: Orta deplasman

Orta Deplasman durumu, genelde botlar ve Yardımcı nitelerle ilgilidir. Bu y¼k durumu 0 y¼k durumunun aynısı olup, bakım, değişimler, donanım iyileştirme ve ilaveleriyle ilgili m¼r s¼reci sınırlarını ve ¼izelge 3.1’de belirtilen şekilde kısmi

tüketim maddeleri ve malzemelerini de kapsar. Balast suyu, stabilite bakımından gerekli ise dikkate alınacaktır.

3.3.12 Yükleme kondisyonu 4 : Özel limit deplasmanı

Özel Limit Deplasmanı durumu 1 yük durumunu esas alır ancak istisnai görevlerin yerine getirilmesi için gerekli ilave yükleri de kapsar. Bu görevler;

1. Asker nakliyesi,
2. İnsani yardımla ilgili malzemelerin nakliyesi'dir.

Kriz, savaş gibi ağır koşullarda, aşırı yük senaryoları için kabuller Askeri otorite tarafından yapılabilir.

3.3.13 Yükleme kondisyonu 4A: Ömür sonu özel limit deplasmanı

Bu yükleme durumu, 4 yük durumunun aynısı olup bakım, değişimler, donanım iyileştirme ve ilaveleriyle ilgili ömür süreci sınırlarını da kapsar.

3.3.14 Yükleme kondisyonu 4AB: Buzlanma ilaveli ömür sonu özel limit deplasmanı

4AB “Buzlanma İlaveli Ömür Sonu Özel Limit Deplasmanı” durumu 4A yük durumunun aynısı olup gemi üst yapılarının buzlanması ilavesini de kapsar.

3.3.15 Yükleme kondisyonu 5: Özel muharebe deplasmanı

Özel Muharebe Deplasmanı durumu 2 yük durumunu esas alır ancak stabilite için gerekli ise yakıtı en az %10 dolu olarak içerir, bakınız Çizelge 3.1. İlave özel yükler, yük durumu 4 ile aynı özellikte olup, yükleme yüzdesi, Askeri Otorite ile anlaşmaya bağlıdır.

3.3.16 Yükleme kondisyonu 5A: Ömür sonu özel muharebe deplasmanı

Bu yükleme durumu, 5 yük durumunun aynısı olup bakım, değişimler, donanım iyileştirme ve ilaveleriyle ilgili ömür süreci sınırlarını da kapsar.

3.3.17 Yükleme kondisyonu 5AB: Buzlanma ilaveli ömür sonu özel muharebe deplasmanı

5AB “Buzlanma İlaveli Ömür Sonu Özel Muharebe Deplasmanı” durumu 5A yük durumunun aynısı olup gemi üst yapılarının buzlanması ilavesini de kapsar.

3.3.18 Y¼kleme kondisyonu 6: Maksimum deplasman

Bu y¼kleme durumu, 2A y¼kleme kondisyonunun aynısı olup, deplasmanın %2 arttırılmış halidir.

3.3.19 Y¼kleme kondisyonu 6B: Buzlanma ilaveli maksimum deplasman

6B “Buzlanma İlaveli Maksimum Deplasman” durumu 6 y¼k durumunun aynısı olup gemi ¼st yapılarının buzlanması ilavesini de kapsar.

Çizelge 3.1: Yükleme durumlarında tankların doluluk oranları

	0	0V	1/1A/1B/1AB	2/2A/2B/2AB	3	4/4A/4AB	5/5A/5AB	6/6B
Yük durumları →	Boş gemi	Palamar manevrası	Limit	Muharebe	Orta	Özel limit	Özel muharebe	Maksimum
Yükler ↓	Tüm değerler olası maksimum spesifik yükün yüzdesidir (%)							
Boş gemi	100	100	100	100	100	100	100	100
Mürettebat	100	100	100	100	100	100	100	100
Tüketim malzemeleri kumanyalar	-	-	50/33	100	50	50/33	100	100
Tatlı su	-	-	10/50(1)	100	50	10/50(1)	100	100
Atık su	-	-	50	-	50	50	-	-
Gemi yakıtı	-	(2)	10	100	50	>10	100	100
Uçak yakıtı	-	-	10	100	-	>10	100	100
Yağlama yağı	-	-	50	100	100	50	100	100
Yangın söndürme köpükleri	-	-	100	100	100	100	100	100
Mühimmat	-	-	33	100	-	33	100	100
Uçak (taşınan)	-	-	100	100	-	100	100	100
Özel yükler	-	-	-	-	-	100	100	100
Destek/taşıma malzemeleri	-	-	(3)	100	(3)	(3)	100	100
Balast suyu	-	(2)	(2)	(3)	(2)	(2)	(2)	(2)
(1) 30 lt/gün/mürettebat'lık üretim varsa, tatlı suyun %50'si.								
(2) Stabilité için gerek olduğu takdirde.								
(3) En olumsuz yük koşuluna göre destek malzemeleri ve sıvıları.								

3.4 Moment Kolları

Stabilitenin değerlendirilmesi genel olarak moment kollarının belirlenmesi ve karşılaştırılması olarak tanımlanabilir. Moment kolu aşağıdaki şekilde hesaplanmalıdır;

$$\text{Moment Kolu} = \text{Moment (mt)} / \text{Deplasman (t)} \quad (3.1)$$

3.4.1 Doğrultucu moment kolu

Doğrultucu kol aşağıdaki şekilde tanımlanır;

$$\text{Doğrultucu Moment Kolu} = \text{Doğrultucu Moment (mt)} / \text{Deplasman (t)} \quad (3.2)$$

Doğrultucu moment kolları, su geçirmez olarak kapatılan gemi mahalleri için hesaplanmalıdır. Bu mahaller, denizde su geçirmez olarak kapatılabilen, perde güvertesine kadar gemi bünyesi ile üst yapılar ve güverte evleridir. Eğer perde güvertesi üzerindeki mahallerin boyu 0.05 L'yi geçmiyorsa, bunlar söz konusu hacme katılmayacaktır.

Doğrultucu kollar aşağıdaki durumlar için hesaplanmalıdır ;

- h_{SW} gemi sakin suda iken,
- h_C gemi dalga tepesinde iken,
- h_T gemi dalga çukurunda iken,
- h_{WV} gemi seyir durumunda, dalga tepesi ve dalga çukuru durumlarının ortalama değeri

Yukarıda tanımlanan yükleme kondisyonları için doğrultucu kollar ve diğer form parametreleri, gemi trimsiz durumda iken hesaplanmalıdır.

3.4.2 Meyil ettirici moment kolları

Meyil ettirici kol aşağıdaki şekilde tanımlanır ;

$$\text{Meyil Ettirici Kol} = \text{Meyil Ettirici Moment (mt)} / \text{Deplasman (t)} \quad (3.3)$$

Meyil ettirici kollar 10°, 20°, 30°, 45°, 60° ve 75° lik meyil açıları için hesaplanmalıdır. Bu etkiler aynı anda görülürse, fiili kol değerleri ilave edilmelidir.

3.4.2.1 Serbest sıvı yüzeyleri

Serbest sıvı yüzeylerinin, meyil ettirici momente katkısı, aşağıdaki k_F meyil ettirici kolu oluşturur ;

$$k_F = \frac{1}{\Delta} \sum (p_i b_{\varphi i}) \quad (3.4)$$

p_i : Serbest sıvı yüzeyli tanktaki sıvı kütlesi (t)

$b_{\varphi i}$: Dizayn su hattına paralel olarak ölçülen, geminin düşey durumunda göre, ağırlık merkezi değişimi (m)

3.4.2.2 Dönüş dairesi

k_D meyil ettirici kol, aşağıdaki şekilde hesaplanacaktır ;

Dönüş dairesi yarıçapı belli ise;

$$k_D = v_D^2 \frac{KG - 0.5T}{g.R_D} . \cos \varphi \text{ (m)} \quad (3.5)$$

Dönüş dairesi yarıçapı belli değil ise ;

$$k_D = \frac{c_D . v_{maks}^2 (KG - 0.5T)}{g.L} . \cos \varphi \text{ (m)} \quad (3.6)$$

v_D : Taktik dönüş dairesindeki (180°) ortalama hız, ancak 0.8 v_0 ’dan az olamaz (m/s)

v_{maks} : Maksimum devamlı hız (m/s)

KG : Kaide hattından ağırlık merkezinin mesafesi (m)

R_D : Taktik dönüş dairesi (180°) yarıçapı,

c_D : Dönüş dairesi hesabı ile ilgili katsayı

=0.3 , kesin değer seyir tecrübesinden elde edilecektir.

Φ : meyil açısı (°)

g : yerçekimi ivmesi , $9.81 \text{ (m/s}^2\text{)}$

3.4.2.3 Rüzgar

Yanal rüzgar basıncı nedeniyle oluşan k_w meyil ettirici kolu aşağıdaki şekilde hesaplanacaktır;

$$k_w = \frac{A_w (A_{w\Theta H} - 0.5T)}{\Delta \cdot g} \cdot p_w \cdot (0.25 + 0.75 \cos^3 \varphi) \text{ (m)} \quad (3.7)$$

A_w :Tüm üst yapılar, güverte evleri, direkler, silahlar, sensörler, vb. dahil ancak buzlanma tabakası hariç olmak üzere, geminin rüzgar kuvvetlerine maruz yanal alanı (m^2)

$A_{w\Theta H}$: A_w alanı merkezinin, kaide hattından düzsey mesafesi (m),

p_w :Rüzgar basıncı (kN/m^2)

$$= c_w \cdot v_w^2 \cdot \frac{\rho}{2} \quad (3.8)$$

= 0.30, yük durumu 0 ve 125 için,

C_w : sürüklenme katsayısı

=0.60 silindirler için,

=1.00 düz alanlar için,

= 1.70 düz ızgara elemanlar için,

= 1.30 silindirik ızgara elemanlar için,

v_w : Rüzgar hızı (m/s)

ρ : havanın yoğunluğu (t/m^3)

Bu meyil ettirici kuvvetin yönü, diğer meyil ettirici kuvvetlerle birlikte, en olumsuz yönde olacaktır.

Çizelge 3.2: Cw=1.20 için, çeşitli rüzgar hızlarında rüzgar basıncı.

Rüzgar hızı		Rüzgar basıncı
(kn)	(m/s)	(kN/m ²)
90	46	1.50
80	41	1.25
70	36	1.00
60	31	0.75
50	26	0.50
40	21	0.30
30	15	0.20
20	10	0.10
Ara değerler lineer enterpolasyonla bulunabilir		

3.4.2.4 Denizde ikmal

Eğer;

$$\frac{\sum Z_i a_i}{\Delta.g} > 0.05 \text{ m. ise} \quad (3.9)$$

Denizde ikmal nedeniyle oluşan yanal kuvvetlerden kaynaklanan meyil ettirici kollar dikkate alınmalıdır. k_Q meyil ettirici kolu aşağıdaki şekilde hesaplanacaktır;

$$k_Q = \frac{\sum Z_i (a_i \cdot \cos \varphi - b_i \cdot \sin \varphi)}{\Delta.g} \text{ (m)} \quad (3.10)$$

Z_i : İz halatının transfer vincindeki 3x nominal yedekleme kuvveti (kN)

a_i : 0.5.T'den itibaren, iz halatı sabitleme noktasının düşey mesafesi (m)

b_i : merkez hattı ile iz halatı sabitleme noktası arasındaki yatay mesafe (m)

φ : meyil açısı (°)

Aynı anda geminin bir bordasında görev yapan tüm ikmal sistemlerinin toplamı alınacaktır.

3.4.2.5 Yedekte çekme kuvvetleri

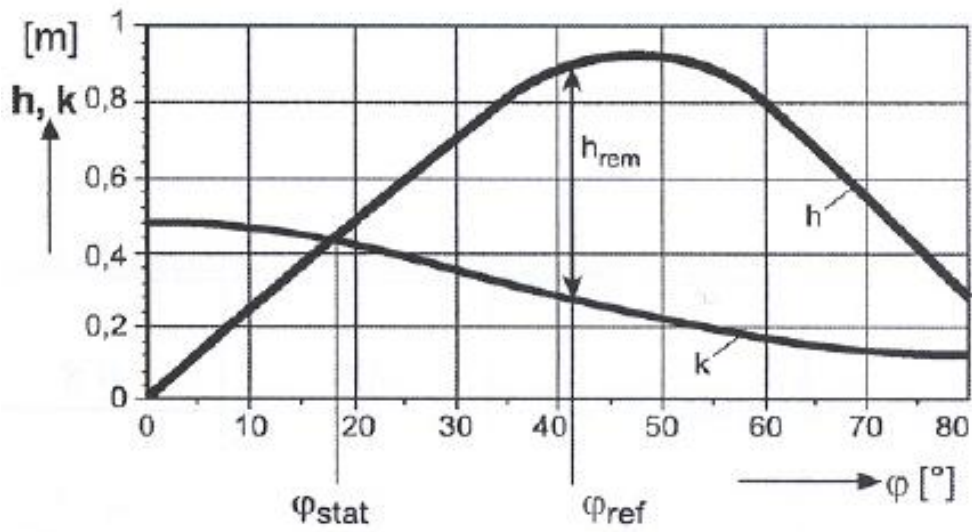
Askeri su üstü gemisi aynı zamanda yedekte çekme görevinde görüyorsa, yedekleme halatındaki çekme kuvvetinden kaynaklanan T meyil ettirici kol dikkate alınmalıdır.

3.5 Hasarsız Stabilit  Kriterleri

3.5.1 Stabilitenin kanıtı

Askeri otorite tarafından tanımlanan koşullardaki operasyonel görevlerini yerine getiren bir askeri geminin yeteri stabilitesi ile ilgili kanıt, doğrultucu kollar ile meyil ettirici kollar arasında karşılaştırma yolu ile sağlanacaktır.

Olası kombinasyonlar  izelge 3.3’de gösterilmektedir. Bu konudaki kriter, kalan doğrultucu kolun ve statik meyil açısının büyüklüğüdür. (bakınız şekil 3.1.)



şekil 3.1: Moment kolu eğrileri.

3.5.2 Gerekli doğrultucu kollar

Minimum doğrultucu kol, belirli bir meyil açısıyla ilişkili olup, ilgili referans açısında  l lecektir. Referans meyil açısı aşağıdaki şekilde tanımlanır;

$$\varphi_{ref} = 2.\varphi_{stat} + 5(^{\circ}) \quad (3.11)$$

Kalan doğrultucu kol h_{rem} , doğrultucu kol h ile meyil ettirici kol arasındaki farktır. (şekil 3.1’e bakınız). Bu ilişki, yukarıda belirtilen tüm yükleme durumları ve askeri otoritenin talep edeceği tüm yükleme durumları için için incelenmelidir.

Tüm yükleme durumları için, aşağıda belirtilen kalan doğrultucu kol h_{rem} değerlerine uyulmalıdır;

1. φ_{stat} meyil açısı 15° ’den küçük olmalıdır,

h_{rem} artık doğrultucu kol 0.1 m'den büyük olmalıdır. ($\varphi_{ref} = 35^\circ$ de)

2. φ_{stat} meyil açısı 15° 'den büyük olması durumunda,

Kalan doğrultucu kol aşağıdaki şekilde hesaplanmalıdır;

$$h_{rem} \geq 0.01.(\varphi_{stat} - 5)(m) \quad (\varphi_{ref} \text{ 'de}) \quad (3.12)$$

Çizelge 3.3: Hesaplanacak doğrultucu ve meyil ettirici kolların özeti.

Yük durumları		Gemi sakin suda		Gemi açık denizde	
		Doğrultucu kol	Meyil ettirici kol	Doğrultucu kol	Meyil ettirici kol
0	Boş gemi	h_{sw}	$k_F + k_W(40) (1)$	-	-
0V	Palamar manevrası				
1,1A,1B,1AB	Limit				
2,2A,2B,2AB	Muhabere				
4,4A,4AB	Özel limit				
5,5A,5AB	Özel muhabere	h_{sw}	$k_F + k_W(40) (1) + k_D$	-	-
6,6B	Maksimum				
1,1A,1B,1AB	Limit				
2,2A,2B,2AB	Muhabere				
4,4A,4AB	Özel limit				
5,5A,5AB	Özel muhabere	-	-	$h_T, h_C, h_{WV}(2)$	$k_F + k_W(90) (1)$
6,6B	Maksimum				$k_F + k_W(70) (1)$
1,1A,1B,1AB	Limit				$k_F + k_W(40) (1)$
2,2A,2B,2AB	Muhabere				
4,4A,4AB	Özel limit				
5,5A,5AB	Özel muhabere	h_{sw}	$k_F + k_W(20) (1) + k_D$ $k_F + k_W(20) (1) + k_P$	-	-
6,6B	Maksimum				
3	Orta				
0,0V hariç tüm yük durumları	Dönme dairesi				
0,0V hariç tüm yük durumları	Yedekleme kuvvetleri				
0,0V hariç tüm yük durumları	Denizde ikmal				

(1) Parantez içindeki değerler, sınırsız sefer yapan askeri gemiler için önerilen rüzgar hızlarını (kn) ifade eder (maksimum statik meyille ilgili istekler için çizelge 3.4'e bakınız)

(2) h_T ve h_C 'nin daha olumsuz olan değeri kullanılmalıdır.

(3) Sadece sınırlı sefer yapan botlar için.

(4) Bu operasyon sırasındaki meyil 6° 'i aşmamalıdır.

3.5.3 Maksimum meyil açıları

Statik meyil açısı φ_{stat} Çizelge 3.4’de belirtilen değerleri aşmamalıdır.

Çizelge 3.4: Çeşitli rüzgar açıları için statik meyil açısı.

Rüzgar hızı (kn)	40	70	90
Meyil açısı φ_{stat} (°)	15	20	25

Dönüş dairesi manevraları sırasında statik meyil açısı φ_{stat} , 40 kn’a kadar olan rüzgar hızlarında 15°’yi geçmeyecektir.

3.6 Hesaplama Esasları

3.6.1 Gemi sakin suda iken

Sakin su çapraz eğrilerinin hesaplanmasında, su geçirmez olarak kapatılabilen tüm mahaller hesaba katılır. Çapraz eğriler, $\varphi = 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ ve 75° ’lik meyil açılarında, serbest trim ve batma da hesaplanmalıdır. Hesaplamalar asgari olarak “Boş Gemi”den “Özel Muharebe” durumuna kadar deplasman aralığı için yapılmalıdır.

3.6.2 Gemi açık denizde iken

3.6.1’de tanımlanan meyil açıları ve deplasman aralığı dikkate alınarak, geminin aynı su geçmez mahalleri için, açık deniz çapraz eğrileri hesaplanmalıdır.

Geminin, λ boyu L ’ye ve yüksekliği

$$H = \frac{\lambda}{(10 + 0.05 * \lambda)} \quad (3.13)$$

eşit olan sinüsoidal bir dalga üzerinde kararlı olarak yüzdüğü kabul edilmelidir.

Dalga tepesi/çukuru, maksimum alanlı enine kesite yerleştirilecektir. Çapraz eğrilerin hesaplanmasında, geminin trimsiz olduğu kabul edilecektir.

4. İNGİLİZ ASKERİ GEMİLERİ İÇİN STABİLİTE KRİTERİ (NES 109)

4.1 Genel

İngiliz Kraliyet donanmasının stabilite standardı, 1962 yılında Sarchin ve Goldberg tarafından yayımlanan kriterlerden geliştirilmiştir. İlk İngiliz yayını 1980 yılında basılan NES (Naval Engineering Standard) 109'dur. Güncel ve geçerli sürümü 4. baskıdır (MOD, 1999a). İngiliz Standartları, Savunma Bakanlığı (MOD) tarafından yayımlanmış olup askeri amaçlı gemilere, askeri rolü olmayan ancak MOD ile dizayn edilen gemilere ve yardımcı sınıfı gemilere uygulanabilmektedir. NES 109 standardının iki bölümü vardır; birincisi klasik gemilerle ilgili, ikincisi ise özel gemilerle ilgilidir[6].

4.2 Operasyon Alanları

Gemiler karşılaşabilecekleri rüzgar hızlarına göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır;

Tip A: Okyanus aşırı sefer yapan ve burada karşılaşılacak hava koşullarına dayanıklılık gösterebilen gemilerdir. Bu tip, operasyon filosu ile hareket eden tüm gemileri kapsar. Rüzgar hızı 90 knot olarak kabul edilmektedir.

Tip B: Ekstrem durumlarla karşılaşması beklenmeyen ve okyanus aşırı ya da kıyısız sefer yapan gemilerdir. Rüzgar hızı 70 knot olarak kabul edilmektedir.

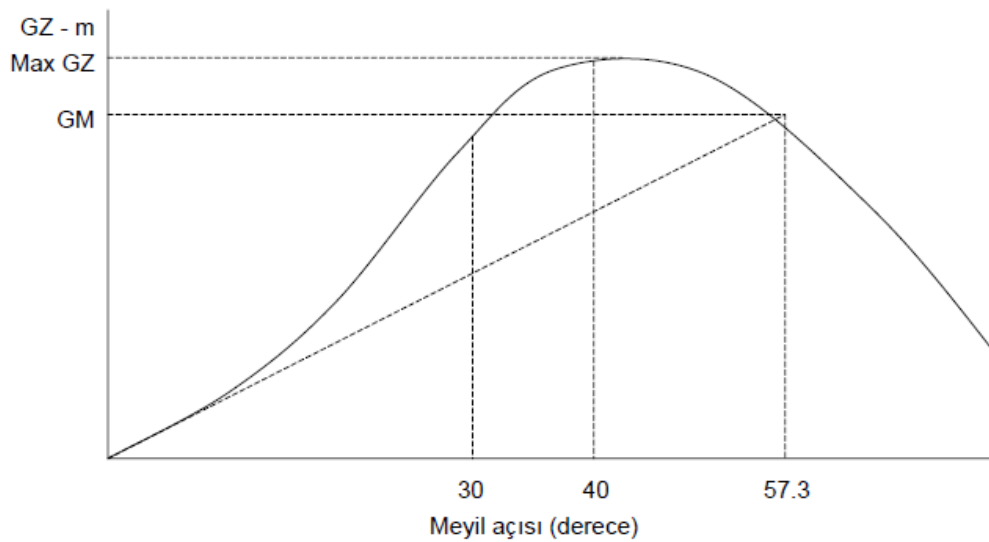
Tip C: Rüzgar kuvveti 8 olduğunda korunaklı demirleme alanlarına geri çağırılacak olan yakın sahil gemileri ve liman gemileri. Rüzgar hızı 50 knot olarak kabul edilmektedir.

4.3 Moment Kolları ve Stabilite Kriterleri

Kurala göre, rüzgar, dönme, ve yedekleme gibi yatırıcı moment kolları ayrı ayrı hesaplanır ve stabilite kontrolü her bir yatırıcı moment koluna göre diğerlerinden bağımsız olarak yapılır. Stabilite kontrolleri sakin su, dalga tepesi ve çukuru gibi ayrı deniz durumları için yapılmayıp sadece sakin su durumu için hesap yapılmaktadır.

4.3.1 MOD standartlarına göre dizayn edilmiş askeri rolü olan gemilerin stabilite kriterleri

Bu bölümdeki stabilite kriterleri, askeri rolü olan ve askeri standartlara göre dizayn edilmiş gemilere uygulanan kriterleri içermektedir. Askeri rolü olmayan gemilere uygulanan stabilite kriterleri tezin konusunun dışında olduğundan burada belirtilmemiştir. Şekil 4.1’de, hesaplanması istenen GZ eğrisi görülmektedir.



Şekil 4.1: NES 109’a göre minimum kabul edilebilir GZ eğrisi.

Bu GZ eğrisine göre istenilen stabilite kriterleri aşağıda belirtilmiştir;

1. 30°’ye kadar GZ eğrisi altında kalan alan 0.080 m.rad’dan büyük olmalıdır,
2. 40°’ye kadar GZ eğrisi altında kalan alan 0.133 m.rad’dan büyük olmalıdır,
3. 30°’den 40°’ye kadar GZ eğrisi altında kalan alan 0.048 m.rad’dan büyük olmalıdır,
4. Maksimum GZ değeri 0.3 m.’den büyük olmalıdır,

5. Maksimum GZ değerinin oluştuğu açı 30°'nin altında olmamalıdır,
6. GM (serbest yüzey düzeltmesi yapılmış) değeri 0.3 m'den büyük olmalıdır,
7. GZ eğrisinin uzanımı olabildiğince büyük açılara kadar olmalıdır.

Eğer GZ eğrisi iki adet tepeye sahipse ve su basma açısı çok büyük bir açıda oluşuyorsa GZ eğrisi 70°'de kesilmelidir. Ayrıca maksimum GZ değerin oluştuğu açı ilk tepe noktasına göre elde edilmelidir. Eğer 50°'ye kadar maksimum GZ değeri oluşmamışsa, maksimum GZ değerin oluştuğu açı 50° olarak kabul edilmelidir.

4.3.2 Rüzgar yatırıcı moment kolu ve stabilite kriterleri

Yanal rüzgar basıncı nedeniyle oluşan meyil ettirici moment kolu aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır;

$$Moment\ Kolu = \frac{0.0195 V^2 A z \cos^2 \varphi}{1000 \Delta} \quad (4.1)$$

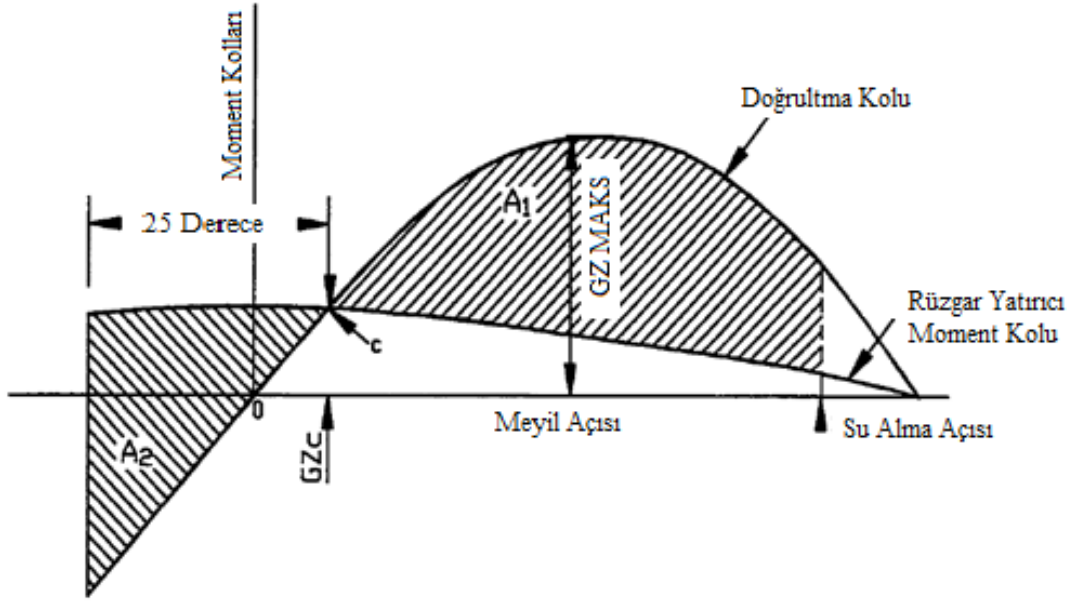
A : Tüm üst yapılar, güverte evleri, direkler, silahlar, sensörler, vb. dahil ancak buzlanma tabakası hariç olmak üzere, geminin rüzgar kuvvetlerine maruz yanal alanı (m²)

z: “A” yanal alanının merkezinin su çekiminin yarısına olan mesafedir.

V: Rüzgar hızı (knot)

Δ: Deplasman (ton)

φ: Meyil açısı (derece)



Şekil 4.2: NES 109'a göre rüzgar sebebiyle meyil ettirici kol.

Kurala göre rüzgar basıncı altında gemi, tüm yükleme durumları için aşağıdaki kriterleri sağlamalıdır;

1. Rüzgar nedeniyle oluşan meyil açısı 30° 'i geçmemelidir,
2. C noktasındaki GZ değeri (GZ_c), maksimum GZ değerinin (GZ_{maks}) %60'ından küçük olmalıdır,
3. Şekil 4.2'de gösterilen A_1 alanı, A_2 alanının 1.4 katından büyük olmalıdır.

4.3.3 Buzlanma durumunda yatırıcı moment kolu ve stabilite kriterleri

Buzlanma durumundaki stabilitenin kanıtlanması gerekmektedir. Aksi durumda kullanıcı kılavuzunda buzlanmanın olduğu alanlara girilmemesi açıkça belirtilmelidir.

Buzlanma ile ilgili kabuller aşağıdaki gibidir;

1. Bütün yatay güvertelerde ve platformlarda 150 mm buz bulunduğu kabul edilecektir. Buzun yoğunluğu 950 kg/m^3 alınmalıdır.
2. GZ eğrisi hesaplanırken buzun ağırlığı ve ağırlık merkezi de göz önünde bulundurulmalıdır.

3. Rüzgar moment kolu hesaplanırken, buz kalınlığının rüzgar profiline etkisi göz ardı edilecektir ancak buzun ağırlığı geminin deplasmanına eklenecektir.

Bu şartlar altında Şekil 4.2’de ki GZ eğrisi göz önünde bulundurulduğunda geminin sağlaması gereken stabilite kriterleri;

1. Rüzgardan dolayı oluşan moment kolu eğrisi, operasyon alanları kısmında belirtilen rüzgar hızlarının %70’i alınarak hesaplanmalıdır,
2. Oluşan meyil açısı 30°’i geçmemelidir,
3. C noktasındaki GZ değeri (GZ_c), maksimum GZ değerinin (GZ_{maks}) %60’ından küçük olmalıdır,
4. Şekil 4.2’de gösterilen A_1 alanı, A_2 alanının 1.4 katından büyük olmalıdır.
5. 30°’ye kadar GZ eğrisi altında kalan alan 0.051 m.rad’dan büyük olmalıdır,
6. 40°’ye kadar GZ eğrisi altında kalan alan 0.085 m.rad’dan büyük olmalıdır,
7. 30°’den 40°’ye kadar GZ eğrisi altında kalan alan 0.030 m.rad’dan büyük olmalıdır,
8. Maksimum GZ değeri 0.24 m.’den büyük olmalıdır,
9. Maksimum GZ değerinin oluştuğu açı 30°’nin altında olmamalıdır,
10. GM (serbest yüzey düzeltmesi yapılmış) değeri 0.15 m’den büyük olmalıdır.

4.3.4 Yüksek hızda dönüşte yatırıcı moment kolu ve stabilite kriterleri

Yüksek hızda dönüş nedeniyle oluşan meyil ettirici moment kolu aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır;

$$Moment\ Kolu = \frac{V^2 h \cos \varphi}{g R} \quad (4.2)$$

V: Dönüşteki hız (yaklaşma hızının %65’i) (m/s)

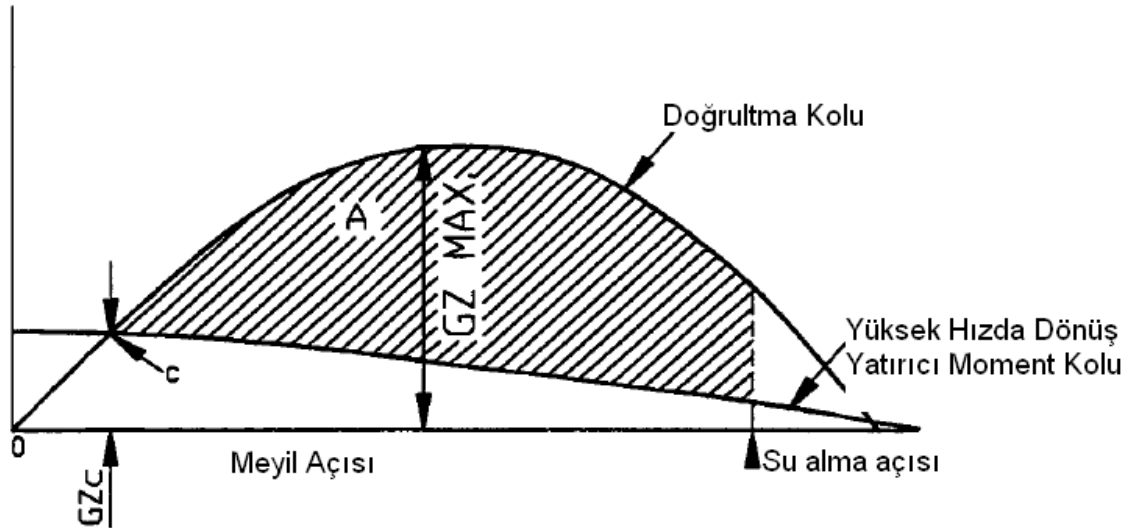
h: Geminin ağırlık merkezi ile yarı draft arasındaki mesafe (m)

R: Dönüş yarıçapı (m)

φ : Meyil açısı (derece)

g : yer çekimi ivmesi (m/s^2)

Dönüş yarıçapının olmaması durumunda savaş gemileri için $2.5 L_{BP}$, yardımcı sınıf gemiler için $3.5 L_{BP}$ değeri kabul edilebilir.



Şekil 4.3: NES 109'a göre yüksek hızda dönüş sebebiyle meyil ettirici kol.

Kurala göre yüksek hızda dönüş durumunda gemi, tüm yükleme durumları için aşağıdaki kriterleri sağlamalıdır;

1. Yüksek hızda dönüş nedeniyle oluşan meyil açısı 20° 'i geçmemelidir,
2. C noktasındaki GZ değeri (GZ_c), maksimum GZ değerinin (GZ_{maks}) %60'ından küçük olmalıdır,
3. Şekil 4.3'de belirtilen A alanı, GZ eğrisi altında kalan toplam alanın %40'ından büyük olmalıdır.

4.3.5 Ağır yüklerin kaldırılmasında moment kolu ve stabilite kriterleri

Ağır yüklerin kaldırılmasının etkileri değerlendirilirken, aşağıdaki konular göz önünde bulundurulmalıdır;

1. Ağırlığın başlangıç durumunda en üst güvertede ve merkezde olduğu kabul edilecektir,

$$Moment\ Kolu = \frac{w(a \cos\theta + d \sin\theta)}{\Delta} \quad (4.3)$$

w: kaldırılan ağırlık (ton)

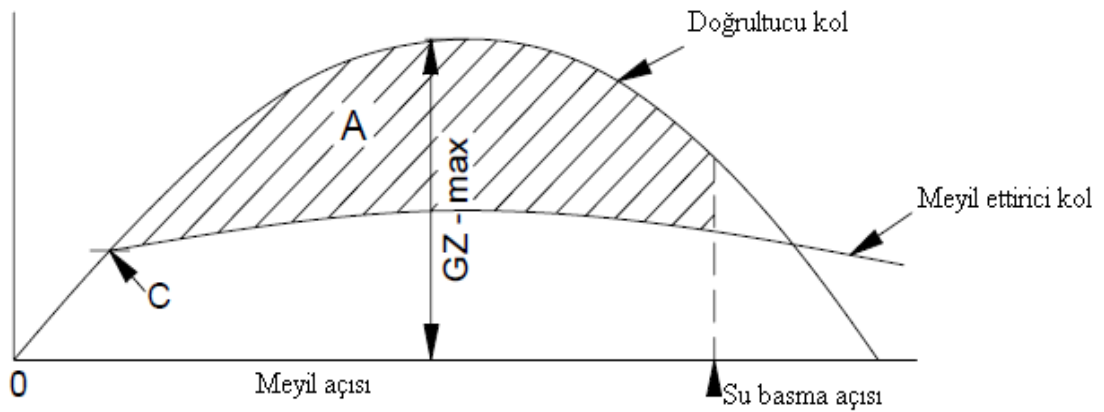
a: askı noktasının (kaldırma kolunun en üst noktası) gemi merkezinden kolu (m)

d: askı noktasının güverte üzerinden yüksekliği (m)

θ : meyil açısı (derece)

Δ : w ağırlığını da içeren deplasman (ton)

2. Jib ya da bomun bütün muhtemel pozisyonları göz önünde bulundurulmalıdır.



Şekil 4.4: NES 109'a göre ağır yüklerin kaldırılması sebebiyle meyil ettirici kol.

Kurala göre ağır yüklerin kaldırılması durumunda gemi, tüm yükleme durumları için aşağıdaki kriterleri sağlamalıdır;

1. Kaldırılan ağırlık sebebiyle oluşan meyil açısı 15° 'yi geçmemelidir (ya da kaldırma ekipmanı operasyonel kısıtları, hangisi küçükse)
2. C noktasındaki GZ değeri (GZ_c), maksimum GZ değerinin (GZ_{maks}) %50'siden küçük olmalıdır,
3. Şekil 4.4'te belirtilen A alanı, GZ eğrisi altında kalan toplam alanın %50'sinden büyük olmalıdır.

4.3.6 Yolcuların toplanması durumunda moment kolu ve stabilite kriterleri

Yolcuların bir bordada toplanması nedeniyle oluşan meyil ettirici moment kolu aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır;

1. Geminin normal çalışma durumunun üyesi olmayan herkes yolcudur.

$$Moment\ Kolu = \frac{w a \cos \theta}{\Delta} \quad (4.4)$$

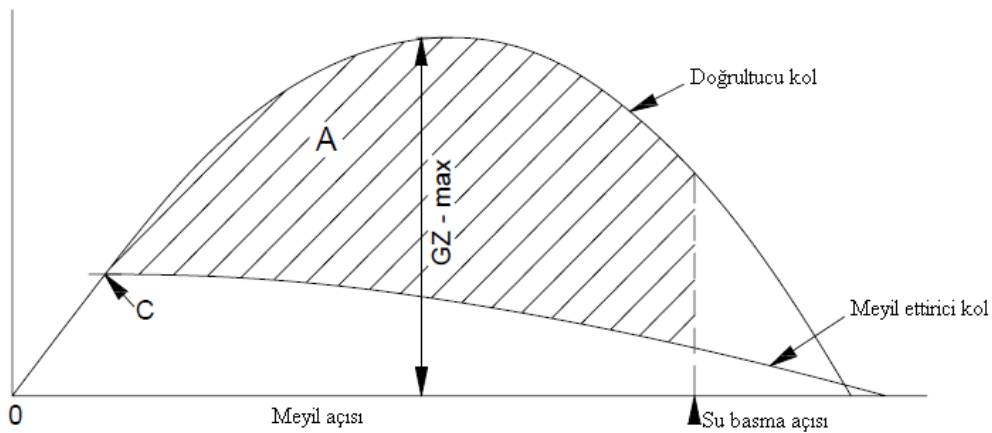
w: yolcu ağırlığı (en az 80 kg alınmalıdır, eğer ekipman taşıyorlarsa daha fazla alınabilir) (ton)

a: yolcuların bordaya toplanması durumundaki meyil ettirici kol (merkezden mümkün olan en uzakta ve her birinin 0.2 m² yer kapladığı kabulü ile) (m)

θ : meyil açısı (derece)

Δ : deplasman (ton)

2. GZ eğrisi hesaplanırken bütün yolcuların en üst güvertede ayakta olduğu kabul edilecektir.
3. Eğer yolcu sayısı tanımlanmadıysa müsait olan güverte alanlarına metre kareye 2.5 kişi kabul edilecektir.
4. Eğer can salı var ise tam yüklü halde iken oluşturacağı ekstra yatırıcı momentte göz önünde bulundurulmalıdır.



Şekil 4.5: NES 109'a göre yolcuların bordaya toplanması sebebiyle meyil ettirici kol.

Kurala göre yolcuların bordaya toplanması durumunda gemi, tüm yükleme durumları için aşağıdaki kriterleri sağlamalıdır;

1. Yolcu toplanması sebebiyle oluşan meyil açısı 10° 'yi geçmemelidir,
2. C noktasındaki GZ değeri (GZ_c), maksimum GZ değerinin (GZ_{maks}) %60'ından küçük olmalıdır,
3. Şekil 4.5'te belirtilen A alanı, GZ eğrisi altında kalan toplam alanın %40'ından büyük olmalıdır.

4.4 Yükleme Kondisyonları

4.4.1 Temel kondisyon

Gemi tamamlandığında ve sefere hazır olduğunda, basınç tankı ve sistem sıvılarını içeren ancak herhangi bir yük, depo tanklarındaki sıvılar, erzak, mürettebat ya da mühimmatı içermeyen yükleme kondisyonudur.

4.4.2 Derin kondisyon

Geminin tamamıyla sefere hazır olduğu, bütün mürettebat, kumanya, mühimmat ve yakıt tanklarının tam dolu olduğu yükleme kondisyonudur.

4.4.3 Boş gemi kondisyonu

Gemini denizdeki en hafif olduğu yükleme kondisyonudur. Ekipman ve mürettebat ağırlığı tam olarak alınır, ancak yakıt, tatlı su ve kumanya az miktarda alınır.

4.4.4 Boş gemi sefer kondisyonu

Bu kondisyon, boş gemi kondisyonunun denizdeki servisi sırasında stabilite kriterlerini sağlaması için sıvılara doluluk sınırlaması getirilerek revize edilmesiyle elde edilen yükleme kondisyonudur.

4.4.5 Boş gemi liman kondisyonu

Bu kondisyon, boş gemi kondisyonunun denizdeki servisi sırasında stabilite kriterlerini sağlaması için sıvılara doluluk sınırlaması getirilerek revize edilmesiyle elde edilen yükleme kondisyonudur.

Çizelge 4.1: Yükleme durumlarında tankların doluluk oranları.

Tank	Derin Kondisyon	Basic Kondisyon	Boş gemi Kondisyonu	Boş gemi Sefer Kondisyonu	Boş gemi Liman Kondisyonu
Dizel Yakıt Tankları	%95	-	-	*	*
Yakıt dinlendirme tankı	%100	-	-	%100	*
Servis yakıt tankı	çalışma seviyesinde	çalışma seviyesinde	çalışma seviyesinde	çalışma seviyesinde	çalışma seviyesinde
Kargo yakıt tankları	%95	-	-	*	*
Besleme Suyu:					
Ana	%95	%95	%95	%95	%95
Yardımcı	%95	%95	%95	%95	%95
Rezerv	%95	-	-	*	*
Taşıntı	%95	-	-	*	*
Uçak Yakıtı	%95	-	-	*	*
Yağlama Yağı Depo Tankları	%95	*	%95	%95	%95
Yağlama Yağı Tahliye Tankları	%95	*	%95	%95	%95
Tatlı Su Tankları	%95	-	-	*	*
Çeşitli tahliye tankları	-	-	-	-	-
Balast tankları	**	-	**	*	*
Sewage, siyah ve gri su tankları	çalışma seviyesinde	-	çalışma seviyesinde	çalışma seviyesinde	çalışma seviyesinde
Tatlı Su Sistemleri	Dolu	Dolu	Dolu	Dolu	Dolu
Tuzlu Su Sistemleri	Dolu	Dolu	Dolu	Dolu	Dolu
Çeşitli sistemler ve tanklar	çalışma seviyesinde	çalışma seviyesinde	çalışma seviyesinde	çalışma seviyesinde	çalışma seviyesinde
* Minimum stabilite kriterini sağlamak için yüklenen					
** Spesifik operasyonel gereksinimleri karşılaması için dizayn edilmiş					

Çizelge 4.2: Yükleme durumlarında değişken yüklerin tanımları.

Öğe	Temel Kondisyon	Derin Kondisyon	Boş gemi, Boş gemi sefer, Boş gemi liman kondisyonları
Ekipman Stoğu Örneğin; Askeri ekipmanlar, Güverte ekipmanları	0	100	50
Erzak Stoğu Örneğin; Kuru erzak, Soğutulmuş erzak	0	100	10
<u>Diğerleri</u>			
Uçak	0	100	Uygun olan en az
Komando Grubu	0	100	Uygun olan en az
Komando araçları	0	100	Uygun olan en az
Komando mühimmatları	0	100	Uygun olan en az
Mühimmat	0	100	Uygun olan en az
Mürettebat ve Eşyaları	0	100	100

5. TİCARİ GEMİLER İÇİN STABİLİTE KRİTERİ (2008 IS CODE)

5.1 Genel

Ticari gemiler için uygulanan kuralların temeli, 1948’de Uluslararası Denizcilik Danışma Örgütü (IMCO-Inter-Governmental Maritime Consultative Organization) ismiyle kurulmuş olan ve 1982’de ismini Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO-International Maritime Organization) olarak değiştirilen kurum tarafından oluşturulan kurallara dayanmaktadır.

Bu kodun amacı, gemilerin güvenli şekilde seyir yapması, gemilerdeki riskin azaltılması, gemilerdeki personelin can güvenliğinin sağlanması ve çevrenin korunması için zorunlu ve tavsiye niteliğinde stabilite kriterlerinin sunulmasıdır.

Kod iki bölümden oluşmaktadır. Kısım A, kodun uygulandığı gemiler için zorunlu, Kısım B ise tavsiye niteliğindedir. Ancak tavsiye niteliğindeki Kısım B’de klas kuruluşları ve bayrak devletleri tarafından zorunluymuş gibi uygulanmaktadır.

Bu kurallar aksi belirtilmedikçe 24 m. üzerindeki aşağıdaki gemi tiplerine ve deniz araçlarına uygulanmaktadır;

- Kargo gemieri,
- Güvertesinde kereste taşıyan kargo gemileri,
- Yolcu gemileri,
- Balıkçı gemileri
- Özel amaçlı gemiler
- Açık deniz destek gemileri,
- Açık deniz sondaj gemileri,
- Pontonlar, ve
- Konteyner gemileri[7].

5.2 Hesaplama Esasları ve Yükleme Kondisyonları ile İlgili Kabuller

Hidrostatik ve çapraz eğriler, yükleme kondisyonundaki trim ve meyili göz önünde bulundurularak hesaplanmalıdır. Hesaplarda güverte kaplamasının üst yüzeyine kadar olan kısım dikkate alınacaktır. Takıntılar ve kinistin sandıkları da hidrostatikler ve çapraz eğriler hesaplanırken gözönünde bulundurulmalıdır. Eğer iskele-sancak asimetri var ise en olumsuz doğrultma kolu değerini veren tarafın değeri kullanılmalıdır.

1966 Yükleme Sınırı Konvansiyonu 3(10) b kuralını sağlayan üst yapılar da hesaba katılabilirler. Ancak, bu üst yapıların hesaba katılabilmesi için hem bir üst güverteye kaçışının bulunması, hem de bu üst yapıda 0.16 m^2 'den büyük pencere bulunmaması gerekmektedir.

Ayrıca yükleme kondisyonu oluşturulurken serbest yüzey etkisi de 5.2.1'de anlatıldığı şekilde uygulanmalıdır.

5.2.1 Tanklardaki sıvıların serbest yüzey etkisinin hesaplanması

Bütün yükleme kondisyonları için başlangıç metasantr yüksekliği ve doğrultucu moment kolu tanklardaki sıvıların serbest yüzey etkileri sebebiyle düzeltilmelidir.

Tankın doluluk oranı %98'den az ise serbest yüzey etkisi hesaplanarak dikkate alınmalıdır. Ancak, doluluk oranı %98 ya da daha fazla ise serbest yüzey etkisinin dikkate alınmasına gerek yoktur. Serbest yüzey etkisinin $M_{fs}/\Delta_{min} < 0.01 \text{ m}$. (M_{fs} : serbest yüzey momenti, Δ_{min} : kargosuz minimum ortalama servis draftındaki deplasman) olan küçük tanklar için hesaplanmasına gerek bulunmamaktadır. Ancak, kargo tankları %98 dolu olsa bile bu tanklar için serbest yüzey etkisi hesaplanmalıdır. Bu bağlamda, başlangıç metasantr yüksekliğindeki düzeltme 5 derece meyil açısındaki sıvı yüzeyinin atalet momentinin deplasmana bölünmesi ile elde edilmelidir. Doğrultucu moment kolu üzerindeki düzeltme ise sıvı kargonun gerçek kayma momentinin hesaplanması ile elde edilmelidir.

Serbest yüzey etkisi hesaplanırken tanklar iki kategoriye ayrılmaktadır.

- doluluk oranı sabit tanklar (örneğin sıvı kargo ya da balast): bu tanklar için serbest yüzey düzeltmesi gerçek doluluk oranına göre hesaplanmalıdır.

- doluluk oranı değişen tanklar (örneğin yakıt, su gibi tüketim tankları): bu tanklar için serbest yüzey etkisi değişim olan doluluk oranları arasında oluşan maksimum değer alınarak hesaplanmalıdır.

Tüketim tanklarındaki serbest yüzey etkisi hesaplanırken her bir grup için en azından bir merkez ya da sancak iskele tank için serbest yüzey etkisi maksimum alınmalıdır.

Eğer balast tanklarının doluluk oranı sefer sırasında değiştirilecek ise bu tanklar için serbest yüzey etkisi de değişim olan doluluk oranları arasında oluşan maksimum değer alınarak hesaplanmalıdır.

5.3 Yükleme Kondisyonları

5.3.1 Tam yüklü kalkış

Bu yükleme kondisyonunda kargo bölgesi homojen olarak tam doldurulur ve yakıt ve su vb. tüketim tankları tam dolu olarak alınır ve mürettebat ve etkileri ile kumanya ağırlığı hesaba katılır. Yükleme kondisyonu, yaz yüklü su hattına ulaşacak şekilde yük yoğunluğu sečilerek elde edilir.

5.3.2 Tam yüklü varış

Bu yükleme kondisyonunda kargo bölgesi homojen olarak tam doldurulur ve yakıt ve su vb. tüketim tankları %10 dolu kabul edilir.

5.3.3 Balastlı kalkış

Bu yükleme kondisyonunda kargo bölgesi boş olarak alınır ve yakıt ve su vb. tüketim tankları tam dolu olarak alınır ve mürettebat ve etkileri ile kumanya ağırlığı hesaba katılır.

5.3.4 Balastlı varış

Bu yükleme kondisyonunda kargo bölgesi boş olarak alınır ve yakıt ve su vb. tüketim tankları %10 dolu kabul edilir.

5.4 Stabilit  Kriterleri

Aşaşıda belirtilecek stabilit  kriterleri gemiye ait bütün yükleme kondisyonlarına uygulanmalıdır.

5.4.1 Doğrultucu moment kolu (GZ) eğrisine bağlı kriterler

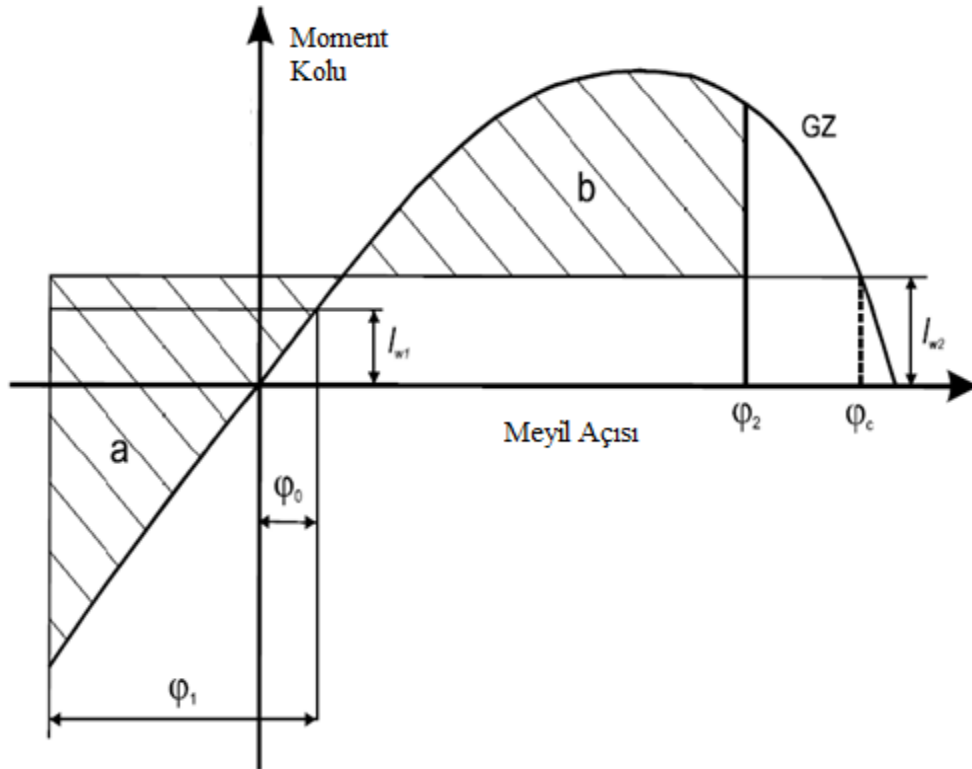
Gemilerin başlangıç metasentr yüksekliği ve doğrultucu moment kolu eğrisi altında kalan alan değerleri için bazı kriterleri içermektedir. Bu kurallarda bahsedilen su dolum açısı, tekne, üst yapı veya güverte evleri üzerinde su geçmez (weathertight) şekilde kapatılamayan bir açıklığın su içine girmeye başladığı en küçük meyil açısını ifade etmektedir.

1. 30 'ye kadar GZ eğrisi altında kalan alan 0.055 m.rad'dan b   k olmalıdır,
2. 40 'ye ya da su dolum açısına (40 'den küçük ise) kadar GZ eğrisi altında kalan alan 0.090 m.rad'dan b   k olmalıdır,
3. 30  ile 40  arasında ya da su dolum açısına (40 'den küçük ise) kadar GZ eğrisi altında kalan alan 0.030 m.rad'dan b   k olmalıdır,
4. 30  ya da daha b   k bir a ıdaki GZ değeri 0.2 m.'den b   k olmalıdır,
5. Maksimum doğrultucu moment kolu değeri 25 'den b   k bir açıda oluşmalıdır. Eğer GZ eğrisi iki maksimumu olacak şekilde ise ilki 25 'den b   k bir açıda oluşmalıdır. 25  değeri bazı gemi tipleri için uygulanabilir olmayabilir. Bunun için idareler $B/D \geq 2.5$ olan gemiler için 25  değerini 15 'ye düşürebilirler. Bu durumda; maksimum doğrultucu moment kolu değeri 15 'de oluşuyorsa, 15 'ye kadar GZ eğrisi altında kalan alan 0.070 m.rad'dan b   k olmalıdır, maksimum doğrultucu moment kolu değeri 30 'de oluşuyorsa, 30 'ye kadar GZ eğrisi altında kalan alan 0.055 m.rad'dan b   k olmalıdır. Eğer maksimum doğrultucu moment kolu değeri 15  ile 30  arasında oluşuyorsa bu açıya kadar ki GZ eğrisi altında kalan alan değeri $0.055 + 0.001 \cdot (30^\circ - \phi_{\text{maks}})$ formülünde elde edilen değerden az olmamalıdır,
6. Başlangıç metasentr yüksekliği (GM_0) değeri 0.15 m.'den b   k olmalıdır.

5.4.2 Hava kriteri

Gemiler, yalpa ve rüzgarın bileşik etkisi altında tüm yükleme durumlarında bu kriterin gereklerini karşılamalıdır. Kritere göre:

1. Şekil 5.1’de gösterilen “b” alanı “a” alanına eşit veya daha büyük olmalıdır.
2. Durağan rüzgar etkisi altında geminin yaptığı meyil açısı 16° veya güverte kenarı suya girme açısının % 80’inden (hangisi küçükse) büyük olmamalıdır.



Şekil 5.1: Hava kriterinin hesaplanması.

Burada;

φ_0 : Durağan rüzgar altında geminin meyil açısı,

φ_1 : Dalga etkisinden dolayı rüzgar tarafındaki meyil açısı,

φ_2 : Su alma açısı, 50° ya da φ_c (GZ eğrisi ile l_{w2} eğrisinin ikinci kesişim açısı)

Rüzgar moment kolları aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$l_{w1} = \frac{P * A * Z}{1000 * g * \Delta} \quad (5.1)$$

ve,

$$l_{w2} = 1.5 * l_{w1} \quad (5.2)$$

Burada;

P : Rüzgar Basıncı (504 Pa), P değeri kısıtlı seferler için idareler tarafından azaltılabilmektedir,

A : Gemi ve güverte yükünün su hattı üzerindeki projeksiyon alanıdır (m²),

Z : A alanının alan merkezinin sualtı yanal alanın merkezine ya da yaklaşık olarak draft değerinin yarısına olan düşey mesafesi (m),

Δ : Deplasman (ton),

g : yer çekimi ivmesi, 9.81 m/s².

φ_1 açısı aşağıdaki formül ile hesaplanır;

$$\varphi_1 = 109 * k * X_1 * X_2 * \sqrt{r * s} \quad (5.3)$$

Burada;

X_1 : Çizelge 5.1'e göre hesaplanan katsayıdır,

Çizelge 5.1 : X_1 katsayısı.

B/d	≤2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	≥3.5
X_1	1.00	0.98	0.96	0.95	0.93	0.91	0.90	0.88	0.86	0.84	0.82	0.80

X_2 : Çizelge 5.2'ye göre hesaplanan katsayıdır,

Çizelge 5.2 : X_2 katsayısı.

C_B	≤0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	≥0.70
X_2	0.75	0.82	0.89	0.95	0.97	1.00

k :Aşağıdaki gibi hesaplanan katsayıdır,

=1.0, yuvarlak karinalı ve yalpa omurgası olmayan gemiler için,

=0.7, yuvarlak karinalı olmayan gemiler için,

:Çizelge 5.3'e göre elde edilen değer, yuvarlak karinalı ve yalpa omurgası olan gemiler için.

Çizelge 5.3 : k katsayısı.

$(A_k \cdot 100)/(L_{WL} \cdot B)$	0.0	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	≥ 4.0
k	1	0.98	0.95	0.88	0.79	0.74	0.72	0.70

r = $0.73 + 0.6 \cdot (KG - d) / d$

d : geminin ortalama kalıp draftı (m),

s : geminin T yalpa periyoduna göre çizelge 5.4'ten hesaplanan katsayıdır.

Çizelge 5.4 : s katsayısı.

T	≤ 6	7	8	12	14	16	18	≥ 20
s	0.100	0.098	0.093	0.065	0.053	0.044	0.038	0.035

T = $(2 \cdot C \cdot B) / (\sqrt{GM})$ (s)

C = $0.373 + 0.023 \cdot (B/d) - 0.043 \cdot (L_{WL}/100)$

B : Geminin kalıp genişliği (m),

L_{WL} : Geminin su hattı boyu (m),

C_B : Blok katsayısı,

GM : Serbest yüzey düzeltmesi yapılmış olan metasantr değeri (m),

A_k : Yalpa omurgaların toplam alanı (m^2),

5.4.3 Yolcu gemileri için ek kriterler

5.4.3.1 Dönmeden dolayı oluşan meyil

Aşağıdaki formüle göre hesaplanacak olan meyil ettirici moment gemiye etki ettirildiğinde geminin yapacağı meyil açısı 10°'yi geçmemelidir.

$$M_R = 0.200 * \frac{v_0^2}{L_{WL}} * \Delta * (KG - \frac{d}{2}) \quad (5.4)$$

Burada;

M_R : Meyil ettirici moment (kNm),

v_0 : servis hızı (m/s),

L_{WL} : geminin su hattı boyu (m),

Δ : deplasman (ton),

d : Ortalama draft (m),

KG : Geminin ağırlık merkezinin düşey bileşeni (m).

5.4.3.2 Yolcu toplanmasından dolayı oluşan meyil

Yolcuların bir bordaya toplanması sebebiyle oluşacak meyil açısı 10°'i aşmamalıdır.

Yolcuların bir bordaya toplanması sırasındaki kabuller aşağıdaki gibidir;

1. Her bir yolcunun ağırlığı minimum 75 kilogram alınmalıdır. Bu ağırlık idareler tarafından arttırılabilir.
2. Yolcuların ağırlık merkezinin yüksekliği;
 - a. Ayaktaki yolcular için bulunduğu güverteden 1 metre,
 - b. Oturan yolcular için koltuktan 0.3 metre alınmalıdır.
3. Yolcu toplanması moment kolu hesaplanırken, yolcuların bir bordaya doğru oluşabilecek en büyük moment kolunu oluşturacak şekilde toplanacağı kabul edilecektir. Bu durum hesaplanırken 1 metrekareye 4 kişinin sığıldığı kabul edilecektir[8].

6. STABİLİTE KRİTERLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

6.1 Genel

Bu bölümde, Askeri Gemi Kodunda (ANEP 77) yer alan stabilite kriterleri ile önceki bölümlerde anlatılan Alman askeri gemilerine uygulanan BV 1030-1, İngiliz askeri gemilerine uygulanan NES 109 ve ticari gemilere uygulanan 2008 IS Code stabilite kriterleri karşılaştırılacaktır. Karşılaştırmanın yapılacağı kriterler Çizelge 6.1’de verilmiştir. Bu çizelgede BV 1030-1 için bütün kriterlerde uygulaması yok yazmasının sebebi, BV 1030-1’e göre hesap yapılırken, gemiye uygulanacak olan tüm moment kollarının (rüzgar, serbest su yüzeyi, dönme vb.) toplanarak tek bir moment eğrisi hesaplanması ve bu eğrinin gemiye uygulanmasıdır. Ayrıca BV 1030-1’e göre hesap yapılırken geminin trimsiz olduğu varsayımı yapılmaktadır ve gemi hem sakin suda hem de dalga tepesi ve dalga çukurunda hesaplanmaktadır. Ancak dalga tepesindeki değerler en kötü durumu yansıttığı için burada sadece dalga tepesindeki değerler verilecektir.

Karşılaştırmanın yapılacağı gemiler okyanus aşırı sefer yapan bir genel kargo gemisi, muharip tipteki bir savaş gemisi ve yardımcı sınıftaki bir askeri gemidir. Gemilerin genel özellikleri Çizelge 6.2’de verilmiştir. Karşılaştırmanın yapılacağı yükleme koşulları genel kargo gemisi için Çizelge 6.3’te, muharip tipteki savaş gemisi için Çizelge 6.4’te, yardımcı sınıf askeri gemi için de Çizelge 6.5’te verilmektedir. Bu karşılaştırmada, ilgili yükleme koşulu için doğrultucu ve yatırıcı moment kolu değerleri verildikten sonra, her bir kodun gereği olan kriterler hesaplanarak çizelgelerde belirtilecektir.

Çizelge 6.1: Karşılaştırılacak kriterler.

Kriterler	ANEP 77	BV 1030-1	NES 109	2008 IS CODE
Doğrultucu moment koluna bağlı kriterler				
0° ile 30° arasındaki alan	N/A	N/A	$\geq 0.080 \text{ m.rad}$	$\geq 0.055 \text{ m.rad}$
0° ile 40° arasındaki alan	N/A	N/A	$\geq 0.133 \text{ m.rad}$	$\geq 0.090 \text{ m.rad}$
30° ile 40° arasındaki alan	N/A	N/A	$\geq 0.048 \text{ m.rad}$	$\geq 0.030 \text{ m.rad}$
Maksimum doğrultucu moment kolu	N/A	N/A	$\geq 0.30 \text{ m}$	$\geq 0.20 \text{ m}$
Maksimum doğrultucu moment kolunun oluştuğu açı	N/A	N/A	$\geq 30^\circ$	$\geq 30^\circ$
GM değeri	N/A	N/A	$\geq 0.30 \text{ m}$	$\geq 0.15 \text{ m}$
Rüzgar momenti uygulandığında				
GZ(denge)/GZ(maks)	≤ 0.6	N/A	≤ 0.6	N/A
A_1/A_2	≥ 1.4	N/A	≥ 1.4	≥ 1.0
Denge açısı	N/A	N/A	$\leq 30^\circ$	$\leq 16^\circ$
Rüzgar tarafındaki meyil açısı	25°	N/A	25°	Formül ile hesaplanıyor.
Yolcu toplanması momenti uygulandığında				
GZ(denge)/GZ(maks)	≤ 0.6	N/A	≤ 0.6	N/A
A_1/GZ eğrisi altında kalan alan	≥ 0.4	N/A	≥ 0.4	N/A
Denge açısı	$\leq 15^\circ$	N/A	$\leq 10^\circ$	$\leq 10^\circ$
Dönme momenti uygulandığında				
GZ(denge)/GZ(maks)	≤ 0.6	N/A	≤ 0.6	N/A
A_1/GZ eğrisi altında kalan alan	≥ 0.4	N/A	≥ 0.4	N/A
Denge açısı	$\leq 15^\circ$	N/A	$\leq 20^\circ$	$\leq 10^\circ$

Çizelge 6.2 : Gemilerin genel özellikleri.

Genel özellikler	Genel kargo	Askeri gemi 1	Askeri gemi 2
LOA	98.17 m.	123.42 m.	59.506 m.
LBP	89.95 m.	110.00 m.	52.00 m.
B	18.80 m.	16.56 m.	11.30 m.
D	12.90 m.	10.50 m.	6.00 m.
T	8.77 m.	7.98 m.	4.00 m.
Δ	11253 t	5301 t.	1429 t.
Hız	12 knot	16 knot	18 knot

Çizelge 6.3 : Genel kargo gemisinin yükleme kondisyonları.

Ağırlık grubu	Tam yüklü kalkış	Tam yüklü varış
Kargo	7783.2 t.	7783.2 t.
Balast	363.8 t.	363.8 t.
Dizel Yakıt	85 t.	8.7 t.
Ağır yakıt	453.6 t.	46.3 t.
Yağ	29.2 t.	3 t.
Tatlı su	249.4 t.	25.4 t.
Diğer tanklar	1.8 t.	21.6 t.
Diğer ağırlıklar	10 t.	5.7 t.
Deplasman	11235.4 t.	10516.3 t.
Draft	8.759 m.	8.281 m.
Serbest yüzey düzeltmesi	0.200 m	0.213 m.

Çizelge 6.4 : Muharip tip savaş gemisinin yükleme kondisyonları.

Ağırlık grubu	Tam yüklü kalkış	Tam yüklü varış
Kargo	380 t.	380
Balast	-	-
Dizel Yakıt	1028.9 t.	105.1 t.
Helikopter yakıtı	64.4 t.	6.6 t.
Yağ	51 t.	5.2 t.
Tatlı su	812.8 t.	83 t.
Diğer tanklar	31.8 t.	313.4 t.
Cephane	55.5 t.	55.5 t.
Deplasman	5285 t.	3808.6 t.
Draft	7.976 m.	6.917 m.
Serbest yüzey düzeltmesi	0.329 m.	0.486 m.

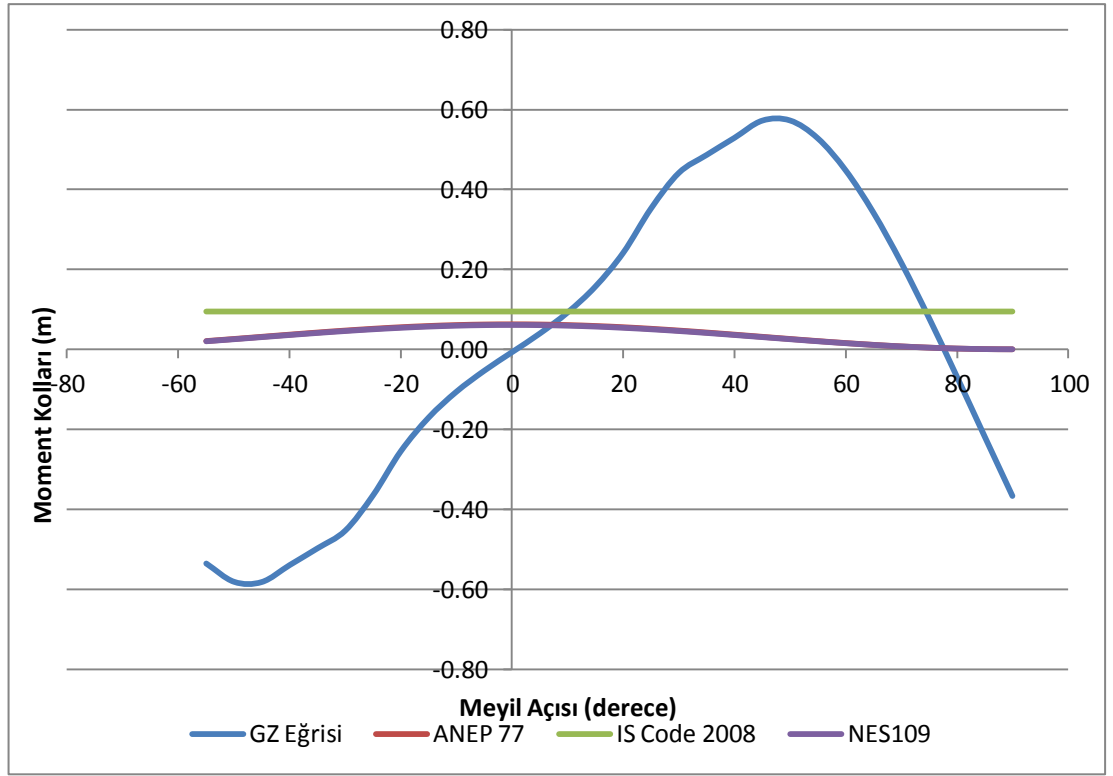
Çizelge 6.5 : Yardımcı sınıf askeri geminin yükleme koşulları.

Ağırlık grubu	Tam yüklü kalkış	Tam yüklü varış
Kargo	14 t.	14 t.
Balast	-	-
Dizel Yakıt	202 t.	20.6 t.
Yağ	12 t.	1.2 t.
Tatlı su	38.6 t.	4 t.
Diğer tanklar	6.2 t.	61 t.
Cephane	17.5 t.	17.5 t.
Deplasman	1424.4 t.	1206.6 t.
Draft	4.00 m.	3.544 m.
Serbest yüzey düzeltmesi	0.129 m.	0.154 m.

Yükleme koşullarında meyil ettirici moment kolları hesaplanırken bazı kabullerin yapılması gerekmektedir. Örneğin, yanal rüzgar ve dalga etkisiyle oluşan meyil ettirici moment kolu hesaplanırken, eğer gemi okyanus aşırı sefer yapıyor ise Askeri Gemi Kodu ANEP 77'ye göre rüzgar hızının 100 knot, Alman askeri gemi kuralları BV 1030-1'e göre 90 knot, İngiliz askeri gemi kuralları NES 109'a göre 90 knot ve ticari gemilere uygulanan 2008 IS Code'a göre de yaklaşık 62 knot (2008 IS Code'de rüzgar hızı 26 m/s^2 olarak verilmiştir ve dalga etkisinin hesaba katılması için bu değer kök 1.5 ile çarpılarak arttırılmaktadır.) alınması gerekmektedir. Kriterlerin karşılaştırılabilmesi için bütün kodların uygulamasında rüzgar hızı, genel kargo gemisinde ve muharip sınıf savaş gemisinde 70 knot, yardımcı sınıf askeri gemide 50 knot alınarak hesaplamalar yapılacaktır. Genel kargo gemisinde yüksek hızda dönüş ve yolcu toplanması, stabilite açısından kritik bir önem taşımadığından dolayı genel kargo gemisi için dönmeden ve yolcu toplanmasından dolayı oluşan meyil ile ilgili kriterler hesaplanmamıştır.

6.2 Genel Kargo Gemisi

Şekil 6.1'de genel kargo gemisi için tam yüklü kalkış durumundaki doğrultucu moment kolu, ANEP 77'ye, NES 109'a ve 2008 IS Code'a göre hesaplanmış olan rüzgar moment kolları görülmektedir. Çizelge 6.6'da bu moment kolu değerleri verilmektedir.



Şekil 6.1: Genel kargo gemisi için tam yüklü kalkışta moment kolu eğrileri.

Çizelge 6.6 : Genel kargo gemisi için tam yüklü kalkışta moment kolu değerleri.

Meyil (derece)	GZ(m)	ANEP 77'ye göre rüzgar meyil moment kolu (m)	NES 109'a göre rüzgar meyil moment kolu (m)	2008 IS Code'a göre rüzgar meyil moment kolu (m)
-55	-0.5358	0.0208	0.0201	0.0949
-50	-0.5816	0.0261	0.0253	0.0949
-45	-0.5821	0.0316	0.0306	0.0949
-40	-0.5398	0.0371	0.0359	0.0949
-35	-0.4979	0.0424	0.0411	0.0949
-30	-0.4536	0.0474	0.0459	0.0949
-25	-0.3652	0.0520	0.0503	0.0949
-20	-0.2549	0.0559	0.0540	0.0949
-15	-0.1709	0.0590	0.0571	0.0949
-10	-0.1062	0.0614	0.0594	0.0949
-5	-0.0537	0.0628	0.0607	0.0949
0	-0.0072	0.0633	0.0612	0.0949
5	0.0394	0.0628	0.0607	0.0949
10	0.0921	0.0614	0.0594	0.0949
15	0.157	0.0590	0.0571	0.0949
20	0.2414	0.0559	0.0540	0.0949
25	0.3522	0.0520	0.0503	0.0949
30	0.4411	0.0474	0.0459	0.0949
35	0.4861	0.0424	0.0411	0.0949
40	0.5288	0.0371	0.0359	0.0949
45	0.5719	0.0316	0.0306	0.0949
50	0.5723	0.0261	0.0253	0.0949
55	0.5276	0.0208	0.0201	0.0949
60	0.4477	0.0158	0.0153	0.0949
65	0.3418	0.0113	0.0109	0.0949
70	0.2167	0.0074	0.0072	0.0949
75	0.0784	0.0042	0.0041	0.0949
80	-0.068	0.0019	0.0018	0.0949
85	-0.2179	0.0005	0.0005	0.0949
90	-0.3669	0.0000	0.0000	0.0949

Rüzgar ve dalga sebebiyle oluşan meyil moment kolu değerleri incelendiğinde ANEP 77 ile NES 109'un değerlerinin çok yakın olduğu görülmektedir. Bununla birlikte aynı rüzgar hızı (rüzgar basıncı) ele alındığında 2008 IS Code hava kriterinin daha katı olduğu görülmektedir.

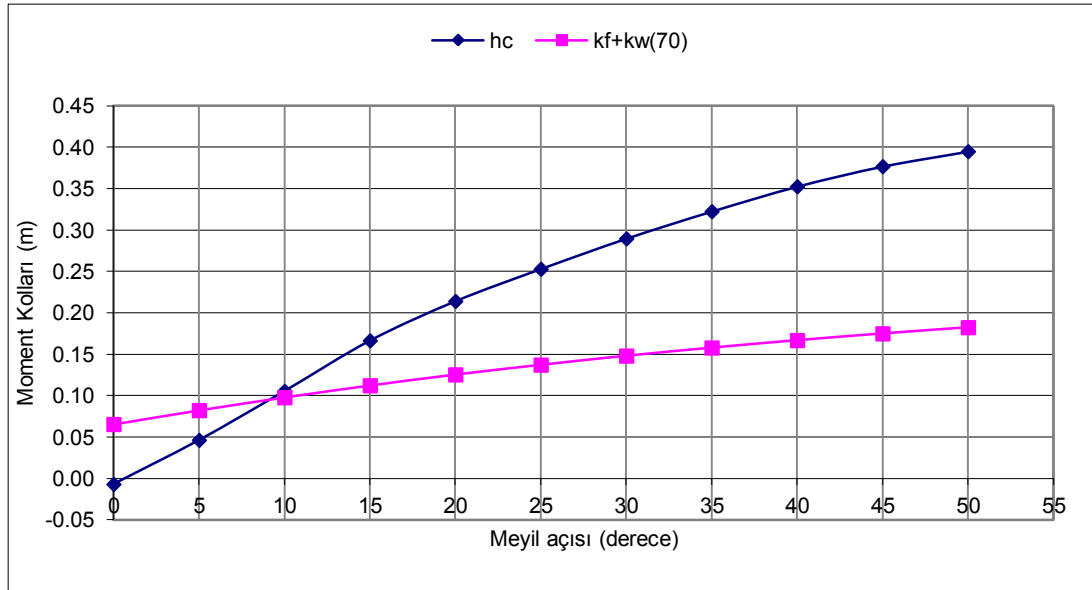
ANEP77 , NES109 ve 2008 IS Code'a göre hesaplanması gereken kriterler ve sonuçları Çizelge 6.7'de verilmektedir.

Çizelge 6.7: ANEP 77, NES 109 ve 2008 IS Code kriterleri için sonuçlar.

Kriterler	ANEP 77	NES 109	2008 IS CODE
Doğrultucu moment koluna bağlı kriterler			
0° ile 30° arasındaki alan	-	0.096 m.rad	0.096 m.rad
0° ile 40° arasındaki alan	-	0.181 m.rad	0.181 m.rad
30° ile 40° arasındaki alan	-	0.085 m.rad	0.085 m.rad
Maksimum doğrultucu moment kolu	-	0.578 m.	0.578 m.
Maksimum doğrultucu moment kolunun oluştuğu açı	-	47.54°	47.54°
GM değeri	-	0.523 m.	0.523 m.
Rüzgar momenti uygulandığında			
GZ(denge)/GZ(maks)	0.107	0.107	-
A ₁ /A ₂	3.57	3.57	5.12
Denge açısı	-	7.37°	7.37°
Rüzgar tarafındaki meyil açısı	25°	25°	16.48°

Çizelge 6.7’de yer alan sonuçlara göre genel kargo gemisinin tam yüklü kalkış kondisyonu ANEP 77, NES 109 ve 2008 IS Code’a göre bütün kriterleri sağlamaktadır.

BV 1030-1 kurallarına göre trimsiz olarak hesaplanmış doğrultucu ve meyil ettirici kollar Şekil 6.2’de görülmektedir. Burada verilen KN değerleri ve buna karşılık gelen doğrultucu kol (hc) değerleri, serbest yüzey düzeltmesi ve rüzgar sebebiyle oluşan yatırıcı moment kolları değerleri Çizelge 6.8’de verilmektedir.



Şekil 6.2: Genel kargo gemisinin tam yüklü kalkış kondisyonu için BV 1030-1'e göre doğrultucu ve meyil ettirici kollar.

Çizelge 6.8: Genel kargo gemisi için BV1030-1'e göre moment kolları.

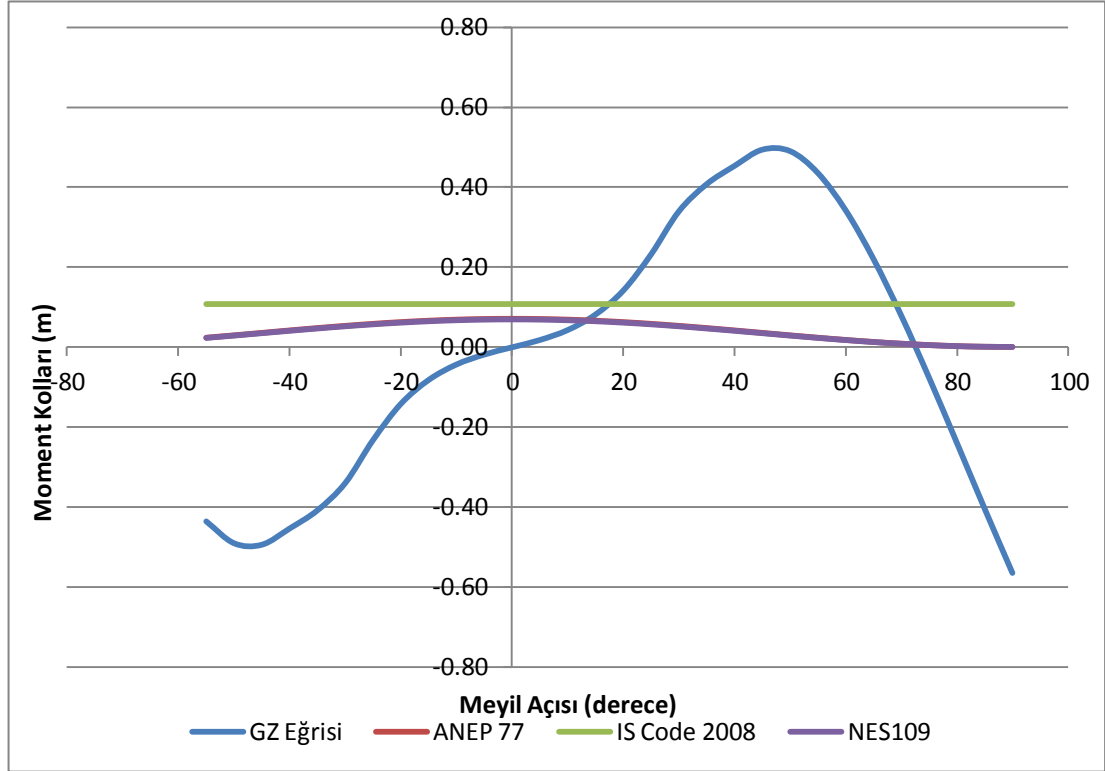
Meyil Açısı derece	KN m	hc m	kf m	kw(70) m	kf+kw m	artık kol m
0	0	-0.0070	-0.0007	0.066	0.065	-0.072
5	0.697	0.0462	0.0167	0.065	0.082	-0.036
10	1.395	0.1054	0.0339	0.064	0.098	0.008
15	2.085	0.1663	0.0510	0.061	0.112	0.054
20	2.747	0.2139	0.0677	0.058	0.125	0.089
25	3.381	0.2528	0.0837	0.053	0.137	0.116
30	3.989	0.2894	0.0993	0.049	0.148	0.141
35	4.565	0.3223	0.1140	0.044	0.158	0.165
40	5.106	0.3524	0.1279	0.039	0.167	0.186
45	5.605	0.3767	0.1408	0.034	0.175	0.202
50	6.058	0.3947	0.1526	0.030	0.182	0.212

Çizelge 6.8'de verilen artık kol değeri doğrultucu moment kolu olan hc değerinden birleşik yatırıncı moment kolu olan kf+kw'nin çıkarılması ile elde edilmiştir.

Buna göre denge açısı 9.12 derecede oluşmaktadır. Buna bağlı olarak 35 derecedeki artık kolun 0.1 m.'den büyük olması gerekmektedir ve Çizelge 6.8'de görüldüğü üzere 35 derecedeki artık kol değeri 0.165 m.'dir.

Sonuç olarak genel kargo gemisinin tam yüklü kalkış kondisyonu ANEP 77, NES 109, BV 1030-1 ve 2008 IS Code gerekliliklerinin tümünü sağlamaktadır.

Şekil 6.3'te genel kargo gemisi için tam yüklü varış durumundaki doğrultucu moment kolu, ANEP 77'ye, NES 109'a ve 2008 IS Code'a göre hesaplanmış olan rüzgar moment kolları görülmektedir. Çizelge 6.9'da da bu moment kolu değerleri verilmektedir.



Şekil 6.3: Genel kargo gemisi için tam yüklü varışta moment kolu eğrileri.

Çizelge 6.9: Genel kargo gemisi için tam yüklü varışta moment kolu değerleri.

Meyil (derece)	GZ(m)	ANEP 77'ye göre rüzgar meyil moment kolu (m)	NES 109'a göre rüzgar meyil moment kolu(m)	2008 IS Code'a göre rüzgar meyil moment kolu (m)
-55	-0.4359	0.0233	0.0226	0.1071
-50	-0.4906	0.0293	0.0284	0.1071
-45	-0.4943	0.0355	0.0343	0.1071
-40	-0.4537	0.0416	0.0403	0.1071
-35	-0.4082	0.0476	0.0460	0.1071
-30	-0.3401	0.0532	0.0515	0.1071
-25	-0.2326	0.0583	0.0564	0.1071
-20	-0.1422	0.0626	0.0606	0.1071
-15	-0.0824	0.0662	0.0640	0.1071
-10	-0.0437	0.0688	0.0666	0.1071
-5	-0.0189	0.0704	0.0681	0.1071
0	-0.0007	0.0709	0.0686	0.1071
5	0.0175	0.0704	0.0681	0.1071
10	0.0424	0.0688	0.0666	0.1071
15	0.0811	0.0662	0.0640	0.1071
20	0.141	0.0626	0.0606	0.1071
25	0.2314	0.0583	0.0564	0.1071
30	0.339	0.0532	0.0515	0.1071
35	0.4071	0.0476	0.0460	0.1071
40	0.4527	0.0416	0.0403	0.1071
45	0.4934	0.0355	0.0343	0.1071
50	0.4898	0.0293	0.0284	0.1071
55	0.4352	0.0233	0.0226	0.1071
60	0.342	0.0177	0.0172	0.1071
65	0.2204	0.0127	0.0123	0.1071
70	0.0788	0.0083	0.0080	0.1071
75	-0.0764	0.0048	0.0046	0.1071
80	-0.2393	0.0021	0.0021	0.1071
85	-0.4041	0.0005	0.0005	0.1071
90	-0.5649	0.0000	0.0000	0.1071

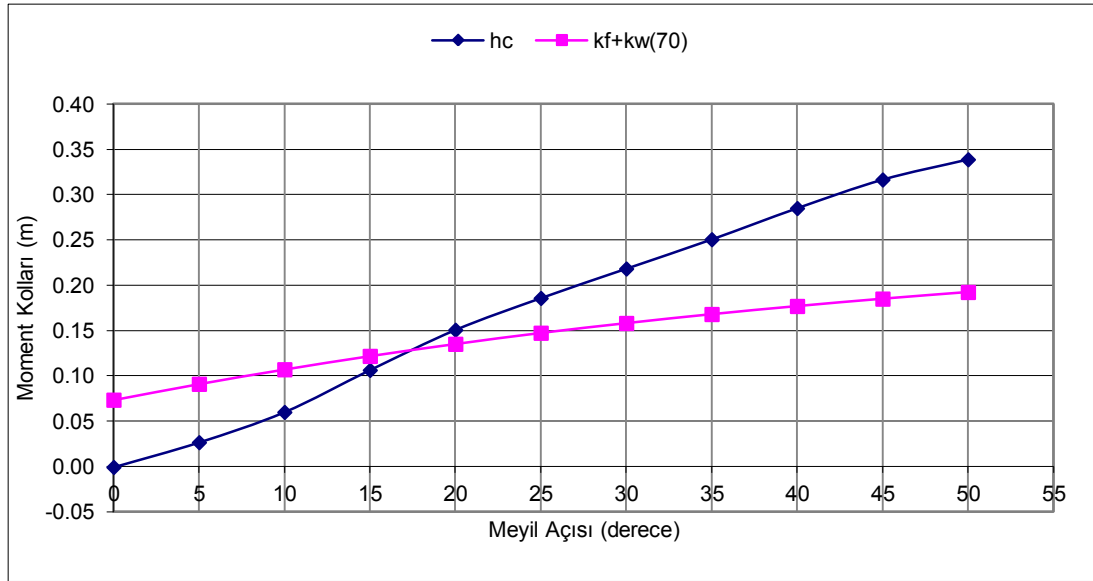
ANEP77 , NES109 ve 2008 IS Code'a göre hesaplanması gereken kriterler ve sonuçları Çizelge 6.10'da verilmektedir.

Çizelge 6.10: ANEP 77, NES 109 ve 2008 IS Code kriterleri için sonuçlar.

Kriterler	ANEP 77	NES 109	2008 IS CODE
Doğrultucu moment koluna bağlı kriterler			
0° ile 30° arasındaki alan	-	0.059 m.rad	0.059 m.rad
0° ile 40° arasındaki alan	-	0.129 m.rad	0.129 m.rad
30° ile 40° arasındaki alan	-	0.070 m.rad	0.070 m.rad
Maksimum doğrultucu moment kolu	-	0.499 m.	0.499 m.
Maksimum doğrultucu moment kolunun oluştuğu açı	-	47.11°	47.11°
GM değeri	-	0.196 m.	0.196 m.
Rüzgar momenti uygulandığında			
GZ(denge)/GZ(maks)	0.134	0.134	-
A ₁ /A ₂	6.72	6.72	5.39
Denge açısı	-	13.94°	13.94°
Rüzgar tarafındaki meyil açısı	25°	25°	16.98°

Çizelge 6.10'da yer alan sonuçlara göre genel kargo gemisinin tam yüklü varış kondisyonu ANEP 77 ve 2008 IS Code gereklerini sağlamasına rağmen NES 109'da bulunan GZ eğrisi altında 0° ile 30° arasında kalan alan, 0° ile 40° arasında kalan alan ve 0.30 m. minimum GM değeri kriterlerini sağlamamaktadır.

BV 1030-1 kurallarına göre trimsiz olarak hesaplanmış doğrultucu ve meyil ettirici kollar Şekil 6.4'te görülmektedir. Burada verilen KN değerleri ve buna karşılık gelen doğrultucu kol (hc) değerleri, serbest yüzey düzeltmesi ve rüzgar sebebiyle oluşan yatırımcı moment kolları değerleri Çizelge 6.11'de verilmektedir.



Şekil 6.4: Genel kargo gemisinin tam yüklü varış kondisyonu için BV 1030-1'e göre doğrultucu ve meyil ettirici kollar

Çizelge 6.11: Genel kargo gemisi için BV 1030-1'e göre moment kolları.

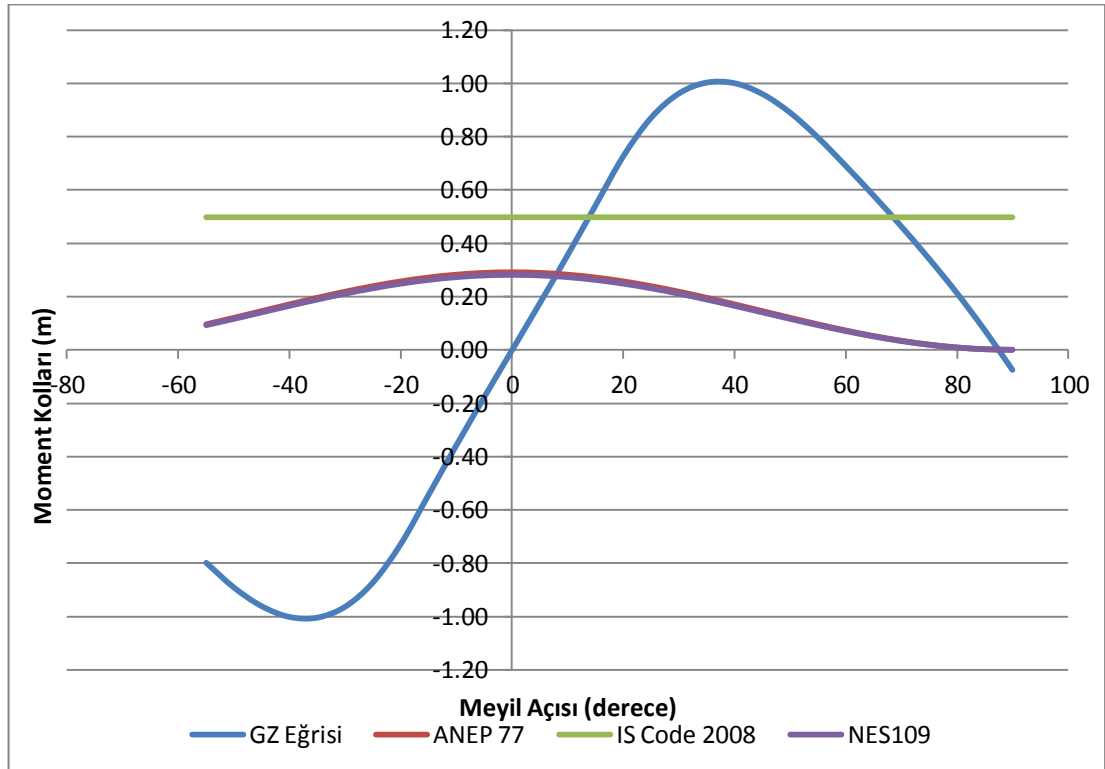
Meyil Açısı derece	KN m	hc m	kf m	kw(70) m	kf+kw m	artık kol m
0	0	-0.0010	-0.0001	0.073	0.0733	-0.0743
5	0.688	0.0264	0.0181	0.073	0.0909	-0.0645
10	1.377	0.0598	0.0360	0.071	0.1069	-0.0471
15	2.069	0.1062	0.0537	0.068	0.1216	-0.0155
20	2.744	0.1505	0.0710	0.064	0.1350	0.0155
25	3.39	0.1856	0.0879	0.059	0.1472	0.0384
30	4.009	0.2181	0.1039	0.054	0.1580	0.0601
35	4.599	0.2505	0.1193	0.049	0.1679	0.0826
40	5.158	0.2849	0.1337	0.043	0.1768	0.1081
45	5.677	0.3164	0.1471	0.038	0.1849	0.1315
50	6.146	0.3387	0.1593	0.033	0.1923	0.1465

Şekil 6.4'te görülen moment kollarına göre denge açısı 17.50 derecede oluşmaktadır. Bu durumda meyil açısı 15 dereceden büyük açıda oluştuğu için 40 (17.5*2+5) derecedeki artık kol değerinin 0.125 m.'den büyük olması gerekmektedir. Çizelge 6.11'de görüldüğü üzere 40 derecedeki artık kol değeri 0.1081 m.'dir.

Sonuç olarak genel kargo gemisinin tam yüklü varış kondisyonu ANEP 77, 2008 IS Code gerekliliklerini sağlamaktadır ancak BV1030-1 gerekliliği ve NES 109 gerekliliklerinin bazıları sağlanamamaktadır.

6.3 Muharip Tip Savaş Gemisi

Şekil 6.5'te muharip tipteki savaş gemisi için tam yüklü kalkış durumundaki doğrultucu moment kolu, ANEP 77'ye, NES 109'a ve 2008 IS Code'a göre hesaplanmış olan rüzgar moment kolları görülmektedir. Çizelge 6.12'de de bu moment kolu değerleri verilmektedir. Ayrıca Şekil 6.6'da muharip tipteki savaş gemisi için doğrultucu moment kolu, ANEP 77'ye, NES 109'a ve 2008 IS Code'a göre hesaplanmış olan dönüş ve yolcu toplanması durumundaki yatırıcı moment kolları görülmektedir. Bu moment kollarına ait değerler Çizelge 6.13'te verilmektedir. Yolcu toplanması ile ilgili kriter hesaplanırken bazı kabullerin yapılması gerekmektedir. Çünkü kodlara göre yolcu, geminin normal operasyonu sırasındaki mürettebat haricindeki kişilerdir. Bu durumda bir savaş gemisi için yolcu tanımı yapmak mümkün değildir. Ancak burada moment değeri ve kriterlerin hesaplanabilmesi için toplam 750 kişi olan mürettebat sayısı yolcu olarak kabul edilerek ve toplanma moment kolu da gemi genişliğinin yarısı olarak kabul edilerek en kötü durum senaryosu oluşturulmuştur.



Şekil 6.5: Muharip tip savaş gemisi için tam yüklü kalkışta moment kolu eğrileri.

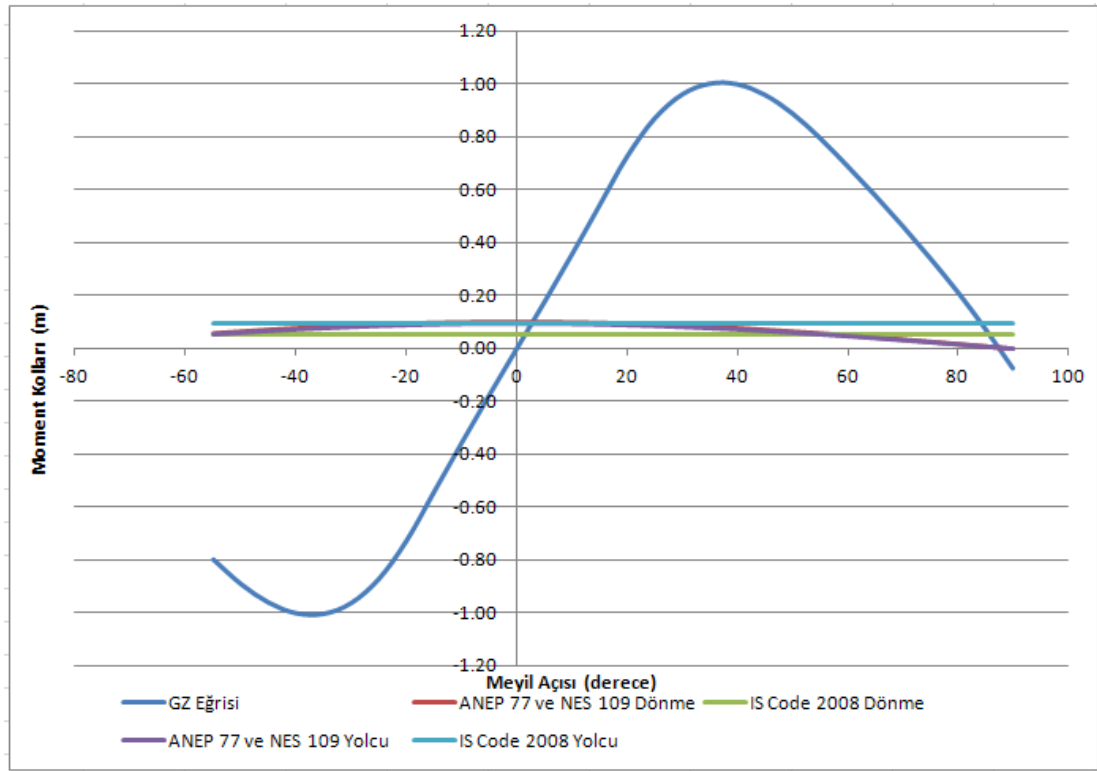
Çizelge 6.12 : Muharip tip savaş gemisi için tam yüklü kalkışta moment kolu değerleri.

Meyil (derece)	GZ(m)	ANEP 77'ye göre rüzgar meyil moment kolu (m)	NES 109'a göre rüzgar meyil moment kolu(m)	2008 IS Code'a göre rüzgar meyil moment kolu (m)
-55	-0.7978	0.0960	0.0929	0.4984
-50	-0.8909	0.1206	0.1166	0.4984
-45	-0.9609	0.1459	0.1411	0.4984
-40	-1.001	0.1712	0.1656	0.4984
-35	-1.0034	0.1958	0.1894	0.4984
-30	-0.9624	0.2188	0.2117	0.4984
-25	-0.8712	0.2397	0.2318	0.4984
-20	-0.727	0.2576	0.2492	0.4984
-15	-0.5426	0.2722	0.2633	0.4984
-10	-0.3568	0.2830	0.2737	0.4984
-5	-0.1766	0.2896	0.2801	0.4984
0	-0.0004	0.2918	0.2822	0.4984
5	0.1759	0.2896	0.2801	0.4984
10	0.3562	0.2830	0.2737	0.4984
15	0.542	0.2722	0.2633	0.4984
20	0.7264	0.2576	0.2492	0.4984
25	0.8709	0.2397	0.2318	0.4984
30	0.9622	0.2188	0.2117	0.4984
35	1.0032	0.1958	0.1894	0.4984
40	1.0009	0.1712	0.1656	0.4984
45	0.9608	0.1459	0.1411	0.4984
50	0.8908	0.1206	0.1166	0.4984
55	0.7977	0.0960	0.0929	0.4984
60	0.6912	0.0729	0.0706	0.4984
65	0.5802	0.0521	0.0504	0.4984
70	0.4641	0.0341	0.0330	0.4984
75	0.3427	0.0195	0.0189	0.4984
80	0.2144	0.0088	0.0085	0.4984
85	0.0751	0.0022	0.0021	0.4984
90	-0.0742	0.0000	0.0000	0.4984

Şekil 6.6'da dönüşten dolayı oluşan moment kolunun ANEP 77 ve NES 109'a göre tek değer verilmesinin sebebi formüller ve kabullerinin aynı olmasıdır. Her iki kodda da eğer dönüş dairesi çapı bilinmiyorsa bunun yerine 2.5 LBP (muharip tipteki savaş gemileri için) değerinin alınması kabulü yapılmaktadır. Buna karşılık 2008 IS Code'da ise dönüş dairesi yarı çapı bilinmiyorsa bunun yerine 5 LWL boyunun

alınması kabulü yapılmaktadır. BV 1030-1’de ise 3.33 LWL kabulü yapılmaktadır. Diğer kodlardan farklı olarak BV 1030-1’e göre hesap yaparken, dönüşten dolayı oluşan meyil, sakin suda hesap yaparken dikkate alınmakta ancak dalga tepesi ya da dalga çukurunda hesap yaparken sadece serbest yüzey etkisi ve rüzgar sebebiyle oluşan meyil göz önünde bulundurulmaktadır. Burada sunulan değerlerde en kötü durum gösterildiği ve sakin su değerleri değil sadece dalga tepesi değerleri verildiği için dönüş sebebiyle oluşacak meyilin etkisi görülememektedir. Ancak sakin sudaki KN değerlerinin dalga tepesindeki KN değerlerinden olan farkı, dönüş sebebiyle oluşan yatırıcı moment kolu değerlerinden çok daha fazla olduğu da hesaplar yapılarak görülmüştür.

Şekil 6.6’da yolcu toplanması moment kolu ANEP 77 ve NES 109 için tek olarak verilmiştir çünkü her ikisindeki hesaplama yöntemi aynıdır. BV 1030-1’de yolcu toplanması ile ilgili bir istek bulunmamaktadır.



Şekil 6.6: Muharip tip savaş gemisi için tam yüklü kalkışta moment kolu eğrileri.

Çizelge 6.13 : Muharip tip savaş gemisi için tam yüklü kalkışta moment kolu değerleri.

Meyil (derece)	ANEP 77 ve NES 109 dönüş meyil moment kolu (m)	2008 IS Code dönüş meyil moment kolu (m)	ANEP 77 ve NES 109 yolcu toplanması moment kolu (m)	2008 IS Code yolcu toplanması moment kolu (m)
-55	0.0585	0.0511	0.0539	0.094
-50	0.0655	0.0511	0.0604	0.094
-45	0.0721	0.0511	0.0665	0.094
-40	0.0781	0.0511	0.0720	0.094
-35	0.0835	0.0511	0.0770	0.094
-30	0.0883	0.0511	0.0814	0.094
-25	0.0924	0.0511	0.0852	0.094
-20	0.0958	0.0511	0.0883	0.094
-15	0.0984	0.0511	0.0908	0.094
-10	0.1004	0.0511	0.0926	0.094
-5	0.1015	0.0511	0.0937	0.094
0	0.1019	0.0511	0.0940	0.094
5	0.1015	0.0511	0.0937	0.094
10	0.1004	0.0511	0.0926	0.094
15	0.0984	0.0511	0.0908	0.094
20	0.0958	0.0511	0.0883	0.094
25	0.0924	0.0511	0.0852	0.094
30	0.0883	0.0511	0.0814	0.094
35	0.0835	0.0511	0.0770	0.094
40	0.0781	0.0511	0.0720	0.094
45	0.0721	0.0511	0.0665	0.094
50	0.0655	0.0511	0.0604	0.094
55	0.0585	0.0511	0.0539	0.094
60	0.0510	0.0511	0.0470	0.094
65	0.0431	0.0511	0.0397	0.094
70	0.0349	0.0511	0.0322	0.094
75	0.0264	0.0511	0.0243	0.094
80	0.0177	0.0511	0.0163	0.094
85	0.0089	0.0511	0.0082	0.094
90	0.0000	0.0511	0.0000	0.094

ANEP77 , NES109 ve 2008 IS Code’a göre hesaplanması gereken kriterler ve sonuçları Çizelge 6.14’te verilmektedir.

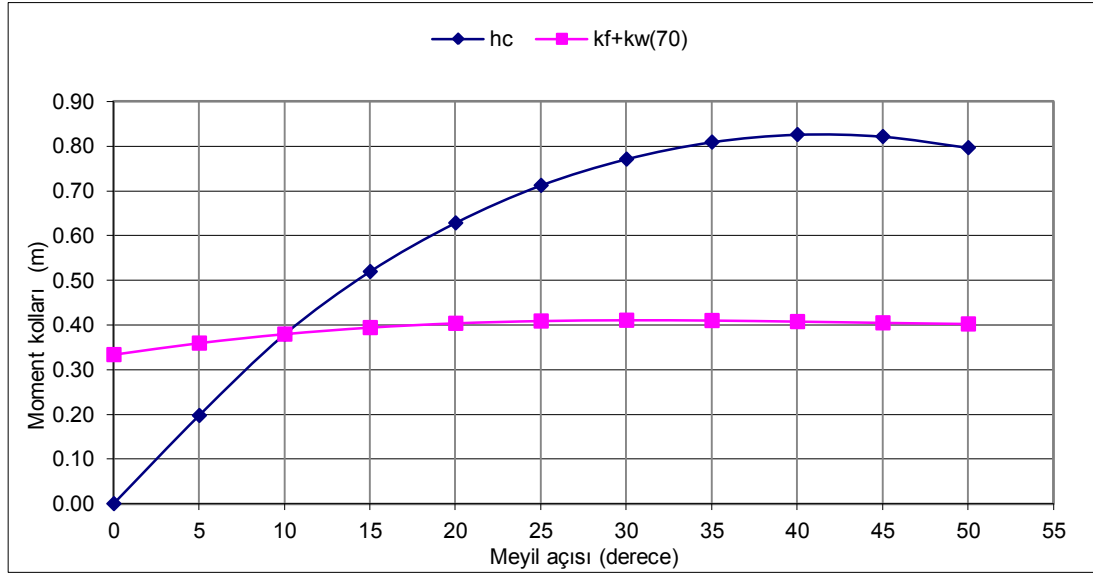
Çizelge 6.14: ANEP 77, NES 109 ve 2008 IS Code kriterleri için sonuçlar.

Kriterler	ANEP 77	NES 109	2008 IS CODE
Doğrultucu moment koluna bağlı kriterler			
0° ile 30° arasındaki alan	-	0.276 m.rad	0.276 m.rad
0° ile 40° arasındaki alan	-	0.450 m.rad	0.450 m.rad
30° ile 40° arasındaki alan	-	0.174 m.rad	0.174 m.rad
Maksimum doğrultucu moment kolu	-	1.007 m.	1.007 m.
Maksimum doğrultucu moment kolunun oluştuğu açı	-	36.90°	36.90°
GM değeri	-	2.013 m.	2.013 m.
Rüzgar momenti uygulandığında			
GZ(denge)/GZ(maks)	0.284	0.284	-
A ₁ /A ₂	2.07	2.07	1.162
Denge açısı	-	8.038°	9.346°
Rüzgar tarafındaki meyil açısı	25°	25°	20.285°
Yolcu toplanması momenti uygulandığında			
GZ(denge)/GZ(maks)	0.093	0.093	-
A ₁ /GZ eğrisi altında kalan alan	0.886	0.886	-
Denge açısı	2.68°	2.68°	2.68°
Dönme momenti uygulandığında			
GZ(denge)/GZ(maks)	0.101	0.101	-
A ₁ /GZ eğrisi altında kalan alan	0.874	0.874	-
Denge açısı	2.89°	2.89°	1.415°

Çizelge 6.14'te yer alan sonuçlara göre muharip tipteki savaş gemisinin tam yüklü kalkış kondisyonu ANEP 77, NES 109 ve 2008 IS Code'a göre bütün kriterleri sağlamaktadır.

BV 1030-1 kurallarına göre trimsiz olarak hesaplanmış doğrultucu ve meyil ettirici kollar Şekil 6.7'de görülmektedir. Burada verilen KN değerleri ve buna karşılık

gelen doğrultucu kol (hc) değerleri, serbest yüzey düzeltmesi ve rüzgar sebebiyle oluşan yatırıcı moment kolları değerleri Çizelge 6.15'te verilmektedir.



Şekil 6.7: Muharip tip savaş gemisinin tam yüklü kalkış kondisyonu için BV 1030-1'e göre doğrultucu ve meyil ettirici kollar.

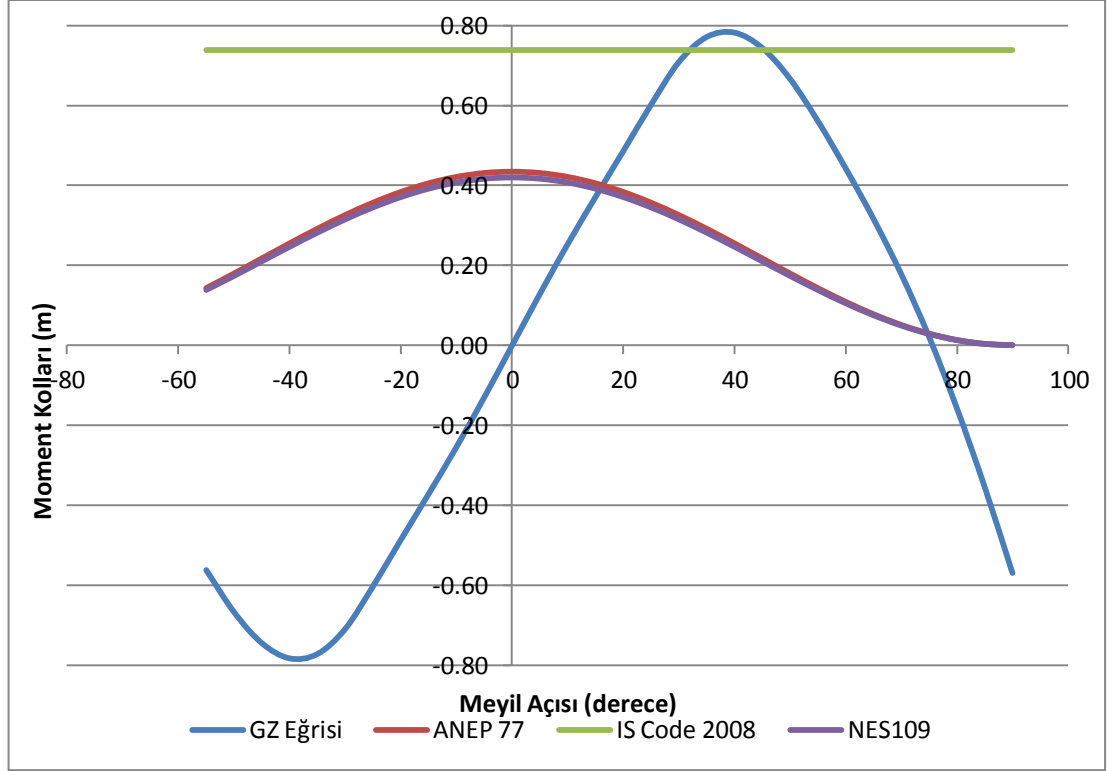
Çizelge 6.15: Muharip tip savaş gemisi için BV1030-1'e göre moment kolları.

Meyil Açısı derece	KN m	hc m	kf m	kw(70) m	kf+kw m	artık kol m
0	0	0.0000	0.0000	0.334	0.334	-0.334
5	0.87	0.1973	0.0286	0.331	0.359	-0.162
10	1.719	0.3788	0.0571	0.322	0.379	-0.001
15	2.517	0.5194	0.0852	0.309	0.394	0.125
20	3.268	0.6283	0.1126	0.291	0.404	0.225
25	3.974	0.7122	0.1391	0.270	0.409	0.304
30	4.63	0.7710	0.1646	0.246	0.410	0.361
35	5.236	0.8091	0.1889	0.221	0.410	0.399
40	5.787	0.8260	0.2116	0.196	0.407	0.419
45	6.279	0.8215	0.2328	0.172	0.405	0.417
50	6.709	0.7967	0.2523	0.150	0.402	0.395

Şekil 6.7'de verilen moment kollarına göre denge açısı 10.26 derecede oluşmaktadır. Buna bağlı olarak 35 derecedeki artık kolun 0.1 m.'den büyük olması gerekmektedir ve Çizelge 6.15'te görüldüğü üzere 35 derecedeki artık kol değeri 0.399 m.'dir.

Sonuç olarak muharip tipteki savaş gemisinin tam yüklü kalkış kondisyonu ANEP 77, NES 109, BV 1030-1 ve 2008 IS Code gerekliliklerinin tümünü sağlamaktadır.

Şekil 6.8’de muharip tipteki savaş gemisi için tam yüklü varış durumundaki doğrultucu moment kolu, ANEP 77’ye, NES 109’a ve 2008 IS Code’a göre hesaplanmış olan rüzgar moment kolları görülmektedir. Çizelge 6.16’da da bu moment kolu değerleri verilmektedir.



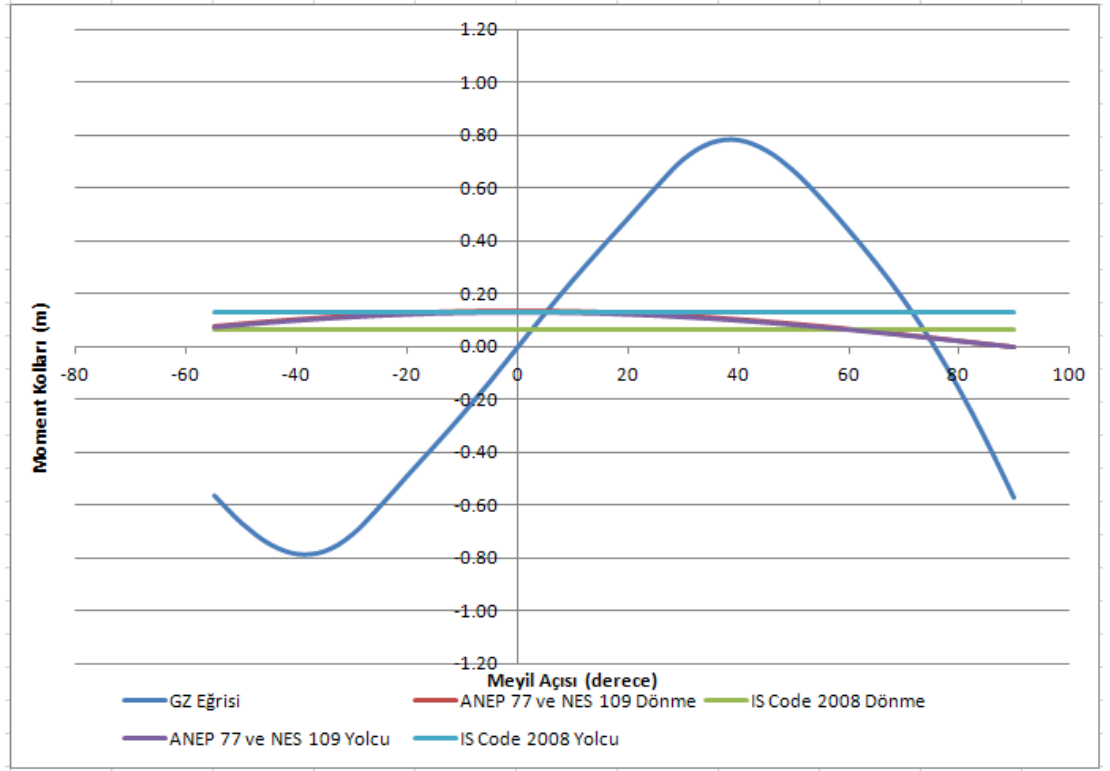
Şekil 6.8: Muharip tip savaş gemisi için tam yüklü varışta moment kolu eğrileri.

Çizelge 6.16: Muharip tip savaş gemisi için tam yüklü varışta moment kolu

değerleri.

Meyil (derece)	GZ(m)	ANEP 77'ye göre rüzgar meyil moment kolu (m)	NES 109'a göre rüzgar meyil moment kolu(m)	2008 IS Code'a göre rüzgar meyil moment kolu (m)
-55	-0.5613	0.1431	0.1384	0.7387
-50	-0.6665	0.1797	0.1738	0.7387
-45	-0.744	0.2174	0.2103	0.7387
-40	-0.7821	0.2552	0.2469	0.7387
-35	-0.7711	0.2918	0.2823	0.7387
-30	-0.7084	0.3262	0.3155	0.7387
-25	-0.6017	0.3572	0.3455	0.7387
-20	-0.4857	0.3840	0.3715	0.7387
-15	-0.3712	0.4058	0.3925	0.7387
-10	-0.2539	0.4218	0.4080	0.7387
-5	-0.1297	0.4316	0.4175	0.7387
0	-0.0005	0.4349	0.4207	0.7387
5	0.1286	0.4316	0.4175	0.7387
10	0.253	0.4218	0.4080	0.7387
15	0.3707	0.4058	0.3925	0.7387
20	0.4856	0.3840	0.3715	0.7387
25	0.6016	0.3572	0.3455	0.7387
30	0.7083	0.3262	0.3155	0.7387
35	0.771	0.2918	0.2823	0.7387
40	0.7819	0.2552	0.2469	0.7387
45	0.7436	0.2174	0.2103	0.7387
50	0.6663	0.1797	0.1738	0.7387
55	0.5612	0.1431	0.1384	0.7387
60	0.4429	0.1087	0.1052	0.7387
65	0.3168	0.0777	0.0751	0.7387
70	0.1783	0.0509	0.0492	0.7387
75	0.0217	0.0291	0.0282	0.7387
80	-0.1563	0.0131	0.0127	0.7387
85	-0.3532	0.0033	0.0032	0.7387
90	-0.5685	0.0000	0.0000	0.7387

Şekil 6.9'da muharip tipteki savaş gemisi için doğrultucu moment kolu, ANEP 77'ye, NES 109'a ve 2008 IS Code'a göre hesaplanmış olan dönüş durumundaki yatırıcı moment kolları görülmektedir. Bu moment kollarına ait değerler Çizelge 6.17'de verilmektedir.



Şekil 6.9: Muharip tip savaş gemisi için tam yüklü varışta moment kolu eğrileri.

Çizelge 6.17 : Muharip tip savaş gemisi için tam yüklü varışta moment kolu değerleri.

Meyil (derece)	ANEP 77 ve NES 109'a göre dönüş meyil moment kolu (m)	2008 IS Code dönüş meyil moment kolu (m)	ANEP 77 ve NES 109 yolcu toplanması moment kolu (m)	2008 IS Code yolcu toplanması moment kolu (m)
-55	0.0761	0.0661	0.0748	0.1304
-50	0.0853	0.0661	0.0838	0.1304
-45	0.0938	0.0661	0.0922	0.1304
-40	0.1016	0.0661	0.0999	0.1304
-35	0.1087	0.0661	0.1069	0.1304
-30	0.1149	0.0661	0.1130	0.1304
-25	0.1203	0.0661	0.1182	0.1304
-20	0.1247	0.0661	0.1226	0.1304
-15	0.1282	0.0661	0.1260	0.1304
-10	0.1307	0.0661	0.1285	0.1304
-5	0.1322	0.0661	0.1299	0.1304
0	0.1327	0.0661	0.1304	0.1304
5	0.1322	0.0661	0.1299	0.1304
10	0.1307	0.0661	0.1285	0.1304
15	0.1282	0.0661	0.1260	0.1304
20	0.1247	0.0661	0.1226	0.1304
25	0.1203	0.0661	0.1182	0.1304
30	0.1149	0.0661	0.1130	0.1304
35	0.1087	0.0661	0.1069	0.1304
40	0.1016	0.0661	0.0999	0.1304
45	0.0938	0.0661	0.0922	0.1304
50	0.0853	0.0661	0.0838	0.1304
55	0.0761	0.0661	0.0748	0.1304
60	0.0663	0.0661	0.0652	0.1304
65	0.0561	0.0661	0.0551	0.1304
70	0.0454	0.0661	0.0446	0.1304
75	0.0343	0.0661	0.0338	0.1304
80	0.0230	0.0661	0.0227	0.1304
85	0.0116	0.0661	0.0114	0.1304
90	0.0000	0.0661	0.0000	0.1304

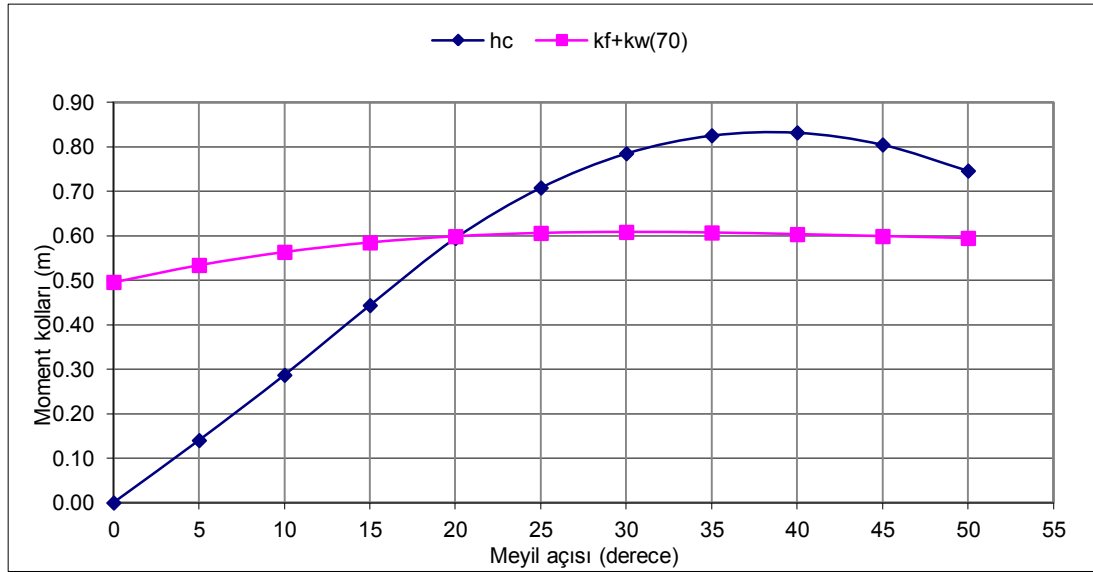
ANEP77 , NES109 ve 2008 IS Code'a göre hesaplanması gereken kriterler ve sonuçları Çizelge 6.18'te verilmektedir.

Çizelge 6.18: ANEP 77, NES 109 ve 2008 IS Code kriterleri için sonuçlar.

Kriterler	ANEP 77	NES 109	2008 IS CODE
Doğrultucu moment koluna bağlı kriterler			
0° ile 30° arasındaki alan	-	0.192 m.rad	0.192 m.rad
0° ile 40° arasındaki alan	-	0.325 m.rad	0.325 m.rad
30° ile 40° arasındaki alan	-	0.133 m.rad	0.133 m.rad
Maksimum doğrultucu moment kolu	-	0.784 m.	0.784 m.
Maksimum doğrultucu moment kolunun oluştuğu açı	-	38.52°	38.52°
GM değeri	-	1.495 m.	1.495 m.
Rüzgar momenti uygulandığında			
GZ(denge)/GZ(maks)	0.510	0.510	-
A ₁ /A ₂	1.73	1.73	0.4
Denge açısı	-	16.28°	31.9°
Rüzgar tarafındaki meyil açısı	25°	25°	20.804°
Yolcu toplanması momenti uygulandığında			
GZ(denge)/GZ(maks)	0.166	0.166	-
A ₁ /GZ eğrisi altında kalan alan	0.799	0.799	-
Denge açısı	5.07°	5.07°	5.07°
Dönme momenti uygulandığında			
GZ(denge)/GZ(maks)	0.168	0.168	-
A ₁ /GZ eğrisi altında kalan alan	0.796	0.796	-
Denge açısı	5.145°	5.145°	2.52°

Çizelge 6.18’de yer alan sonuçlara göre muharip tipteki savaş gemisinin tam yüklü varış kondisyonu ANEP 77 ve NES 109 kriterlerini sağlarken 2008 IS Code’a göre hava kriterlerini sağlamamaktadır.

BV 1030-1 kurallarına göre trimsiz olarak hesaplanmış doğrultucu ve meyil ettirici kollar Şekil 6.10’da görülmektedir. Burada verilen KN değerleri ve buna karşılık gelen doğrultucu kol (hc) değerleri, serbest yüzey düzeltmesi ve rüzgar sebebiyle oluşan yatırıcı moment kolları değerleri Çizelge 6.19’da verilmektedir.



Şekil 6.10: Muharip tip savaş gemisinin tam yüklü varış kondisyonu için BV 1030-1'e göre doğrultucu ve meyil ettirici kollar.

Çizelge 6.19: Muharip tip savaş gemisi için BV1030-1'e göre moment kolları.

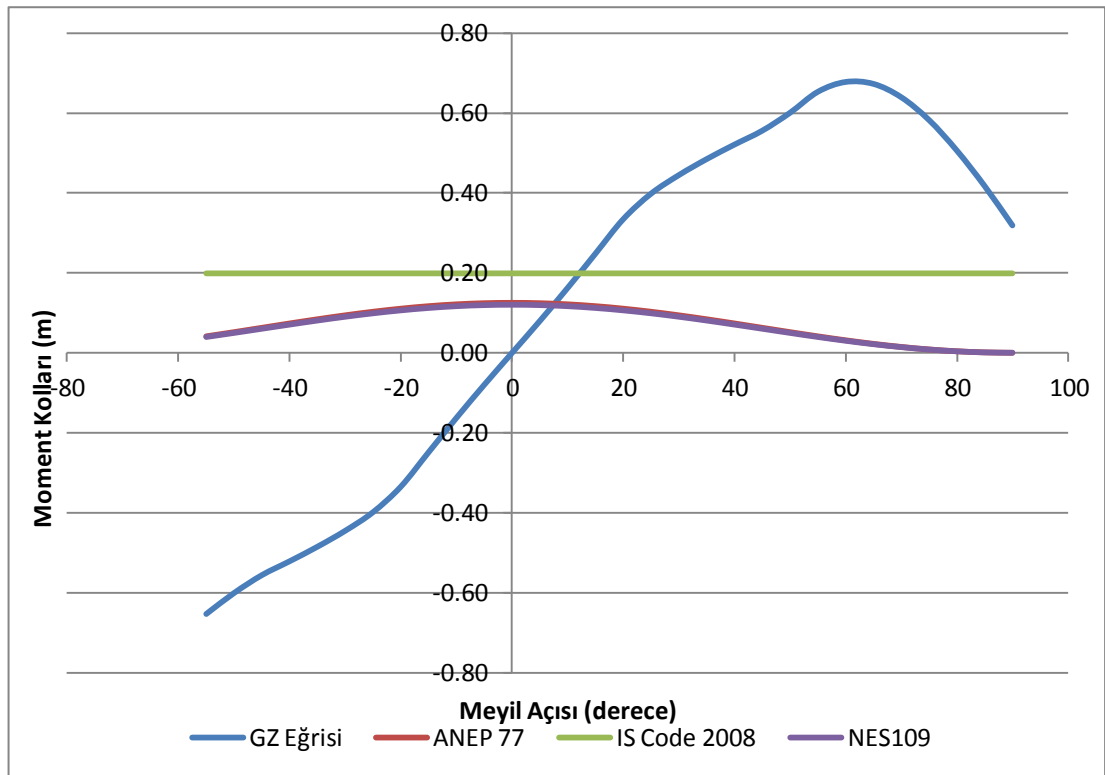
Meyil Açısı derece	KN m	hc m	kf m	kw(70) m	kf+kw m	artık kol m
0	0	0.0000	0.0000	0.496	0.496	-0.496
5	0.86	0.1403	0.0424	0.492	0.534	-0.394
10	1.721	0.2870	0.0843	0.479	0.563	-0.276
15	2.581	0.4437	0.1257	0.459	0.585	-0.141
20	3.419	0.5946	0.1661	0.432	0.599	-0.004
25	4.198	0.7080	0.2052	0.401	0.606	0.102
30	4.914	0.7850	0.2428	0.365	0.608	0.177
35	5.562	0.8254	0.2786	0.328	0.607	0.218
40	6.14	0.8319	0.3122	0.291	0.603	0.229
45	6.644	0.8047	0.3435	0.255	0.599	0.206
50	7.072	0.7460	0.3720	0.223	0.595	0.151

Şekil 6.10'da görülen moment kollarına göre denge açısı 20.15 derecede oluşmaktadır. Bu durumda meyil açısı 15 dereceden büyük açıda oluştuğu için 45.3 (20.15*2+5) derecedeki artık kol değerinin 0.152 m.'den büyük olması gerekmektedir. Çizelge 6.19'da görüldüğü üzere 45.3 derecedeki artık kol değeri 0.203 m.'dir. Ancak 70 knot hız için izin verilen denge açısı değeri 20 derecedir ve bu yükleme kondisyonundaki denge açısı kritik değeri aşmaktadır.

Sonuç olarak muharip tipteki savaş gemisinin tam yüklü varış kondisyonu ANEP 77 ve NES 109 gerekliliklerini sağlamakta ancak BV 1030-1 ve 2008 IS Code'un hava kriteri ile ilgili gerekliliklerini sağlamamaktadır.

6.4 Yardımcı Sınıf Askeri Gemi

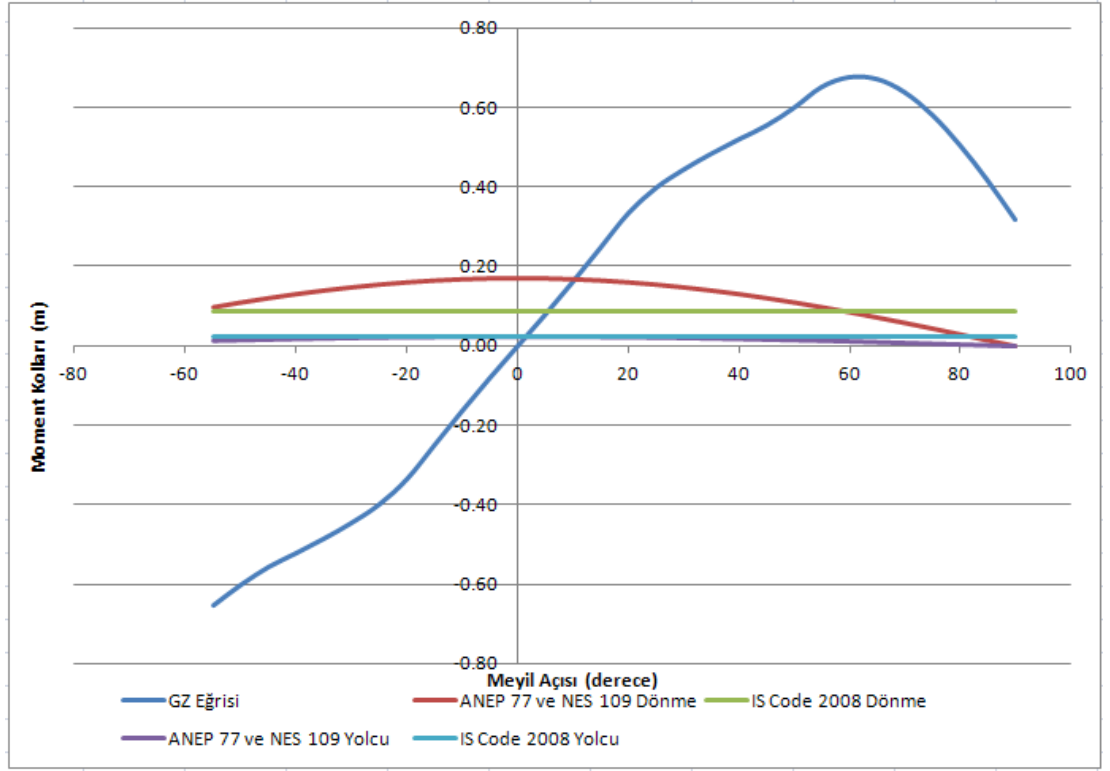
Şekil 6.11'de yardımcı sınıf askeri gemi için tam yüklü kalkış durumundaki doğrultucu moment kolu, ANEP 77'ye, NES 109'a ve 2008 IS Code'a göre hesaplanmış olan rüzgar moment kolları görülmektedir. Çizelge 6.20'de de bu moment kolu değerleri verilmektedir. Ayrıca Şekil 6.12'de yardımcı sınıf askeri gemi için doğrultucu moment kolu, ANEP 77'ye, NES 109'a ve 2008 IS Code'a göre hesaplanmış olan dönüş ve yolcu toplanması durumundaki yatırıcı moment kolları görülmektedir. Bu moment kollarına ait değerler Çizelge 6.21'de verilmektedir. Yolcu toplanması moment kolu hesaplanırken 75 kişilik mürettebat yolcu olarak kabul edilmiştir ve yolcu toplanması moment kolu değeri de gemi genişliğinin yarısı olarak kabul edilmiştir.



Şekil 6.11: Yardımcı sınıf askeri gemi için tam yüklü kalkışta moment kolu eğrileri.

Çizelge 6.20: Yardımcı sınıf askeri gemi için tam yüklü kalkışta moment kolu değerleri.

Meyil (derece)	GZ(m)	ANEP 77'ye göre rüzgar meyil moment kolu (m)	NES 109'a göre rüzgar meyil moment kolu(m)	2008 IS Code'a göre rüzgar meyil moment kolu (m)
-55	-0.6528	0.0412	0.0399	0.1998
-50	-0.6004	0.0517	0.0501	0.1998
-45	-0.5557	0.0626	0.0606	0.1998
-40	-0.5209	0.0735	0.0711	0.1998
-35	-0.4846	0.0840	0.0813	0.1998
-30	-0.4447	0.0939	0.0909	0.1998
-25	-0.3982	0.1028	0.0995	0.1998
-20	-0.3344	0.1105	0.1070	0.1998
-15	-0.2483	0.1168	0.1131	0.1998
-10	-0.1625	0.1214	0.1175	0.1998
-5	-0.0798	0.1242	0.1203	0.1998
0	0	0.1252	0.1212	0.1998
5	0.0798	0.1242	0.1203	0.1998
10	0.1624	0.1214	0.1175	0.1998
15	0.2482	0.1168	0.1131	0.1998
20	0.3343	0.1105	0.1070	0.1998
25	0.3981	0.1028	0.0995	0.1998
30	0.4445	0.0939	0.0909	0.1998
35	0.4845	0.0840	0.0813	0.1998
40	0.5208	0.0735	0.0711	0.1998
45	0.5556	0.0626	0.0606	0.1998
50	0.6004	0.0517	0.0501	0.1998
55	0.6528	0.0412	0.0399	0.1998
60	0.6774	0.0313	0.0303	0.1998
65	0.6726	0.0224	0.0216	0.1998
70	0.6393	0.0146	0.0142	0.1998
75	0.5823	0.0084	0.0081	0.1998
80	0.5061	0.0038	0.0037	0.1998
85	0.4173	0.0010	0.0009	0.1998
90	0.3187	0.0000	0.0000	0.1998



Şekil 6.12: Yardımcı sınıf askeri gemi için tam yüklü kalkışta moment kolu eğrileri.

Çizelge 6.21: Yardımcı sınıf askeri gemi için tam yüklü kalkışta moment kolu değerleri.

Meyil(derece)	ANEP 77 ve NES 109 dönüş meyil moment kolu (m)	2008 IS Code dönüş meyil moment kolu (m)	ANEP 77 ve NES 109 yolcu toplanması moment kolu (m)	2008 IS Code yolcu toplanması moment kolu (m)
-55	0.0986	0.0860	0.0137	0.0238
-50	0.1105	0.0860	0.0153	0.0238
-45	0.1215	0.0860	0.0168	0.0238
-40	0.1317	0.0860	0.0182	0.0238
-35	0.1408	0.0860	0.0195	0.0238
-30	0.1489	0.0860	0.0206	0.0238
-25	0.1558	0.0860	0.0216	0.0238
-20	0.1615	0.0860	0.0224	0.0238
-15	0.1660	0.0860	0.0230	0.0238
-10	0.1693	0.0860	0.0234	0.0238
-5	0.1712	0.0860	0.0237	0.0238
0	0.1719	0.0860	0.0238	0.0238
5	0.1712	0.0860	0.0237	0.0238
10	0.1693	0.0860	0.0234	0.0238
15	0.1660	0.0860	0.0230	0.0238
20	0.1615	0.0860	0.0224	0.0238
25	0.1558	0.0860	0.0216	0.0238
30	0.1489	0.0860	0.0206	0.0238
35	0.1408	0.0860	0.0195	0.0238
40	0.1317	0.0860	0.0182	0.0238
45	0.1215	0.0860	0.0168	0.0238
50	0.1105	0.0860	0.0153	0.0238
55	0.0986	0.0860	0.0137	0.0238
60	0.0859	0.0860	0.0119	0.0238
65	0.0726	0.0860	0.0101	0.0238
70	0.0588	0.0860	0.0081	0.0238
75	0.0445	0.0860	0.0062	0.0238
80	0.0298	0.0860	0.0041	0.0238
85	0.0150	0.0860	0.0021	0.0238
90	0.0000	0.0860	0.0000	0.0238

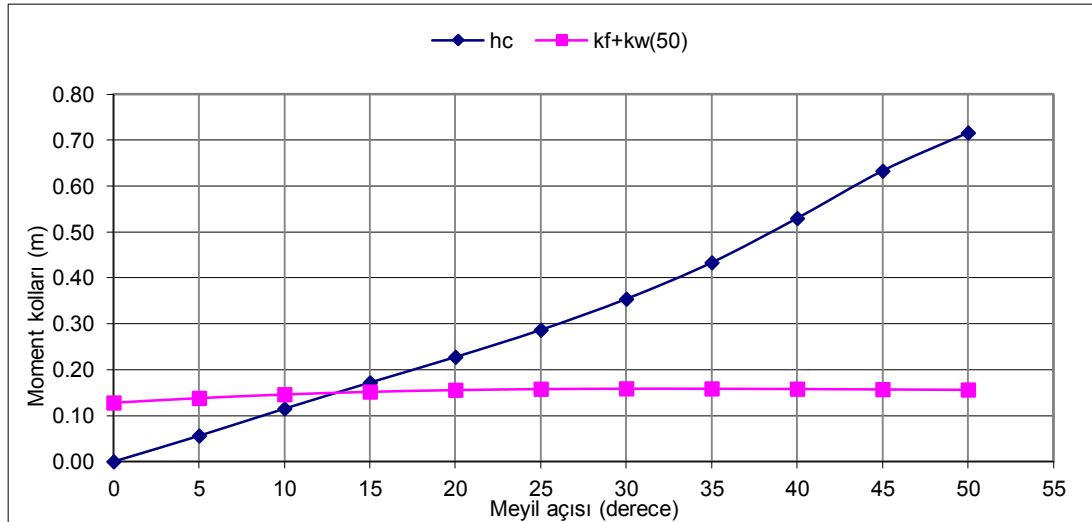
ANEP77 , NES109 ve 2008 IS Code’a göre hesaplanması gereken kriterler ve sonuçları Çizelge 6.22’de verilmektedir.

Çizelge 6.22: ANEP 77, NES 109 ve 2008 IS Code kriterleri için sonuçlar.

Kriterler	ANEP 77	NES 109	2008 IS CODE
Doğrultucu moment koluna bağlı kriterler			
0° ile 30° arasındaki alan	-	0.126 m.rad	0.126 m.rad
0° ile 40° arasındaki alan	-	0.211 m.rad	0.211 m.rad
30° ile 40° arasındaki alan	-	0.084 m.rad	0.084 m.rad
Maksimum doğrultucu moment kolu	-	0.680 m.	0.680 m.
Maksimum doğrultucu moment kolunun oluştuğu açı	-	41.94°	41.94°
GM değeri	-	0.883 m.	0.883 m.
Rüzgar momenti uygulandığında			
GZ(denge)/GZ(maks)	0.181	0.181	-
A ₁ /A ₂	1.81	1.81	1.072
Denge açısı	-	7.603°	8.262°
Rüzgar tarafındaki meyil açısı	25°	25°	22.108°
Yolcu toplanması momenti uygulandığında			
GZ(denge)/GZ(maks)	0.035	0.035	-
A ₁ /GZ eğrisi altında kalan alan	0.932	0.932	-
Denge açısı	1.509°	1.509°	1.509°
Dönme momenti uygulandığında			
GZ(denge)/GZ(maks)	0.249	0.249	-
A ₁ /GZ eğrisi altında kalan alan	0.566	0.566	-
Denge açısı	10.387°	10.387°	5.391°

Çizelge 6.22’de yer alan sonuçlara göre yardımcı sınıf askeri geminin tam yüklü kalkış kondisyonu ANEP 77, NES 109 ve 2008 IS Code’a göre bütün kriterleri sağlamaktadır.

BV 1030-1 kurallarına göre trimsiz olarak hesaplanmış doğrultucu ve meyil ettirici kollar Şekil 6.13’te görülmektedir. Burada verilen KN değerleri ve buna karşılık gelen doğrultucu kol (hc) değerleri, serbest yüzey düzeltmesi ve rüzgar sebebiyle oluşan yatırımcı moment kolları değerleri Çizelge 6.23’te verilmektedir.



Şekil 6.13: Yardımcı sınıf askeri geminin tam yüklü kalkış kondisyonu için BV 1030-1'e göre doğrultucu ve meyil ettirici kollar.

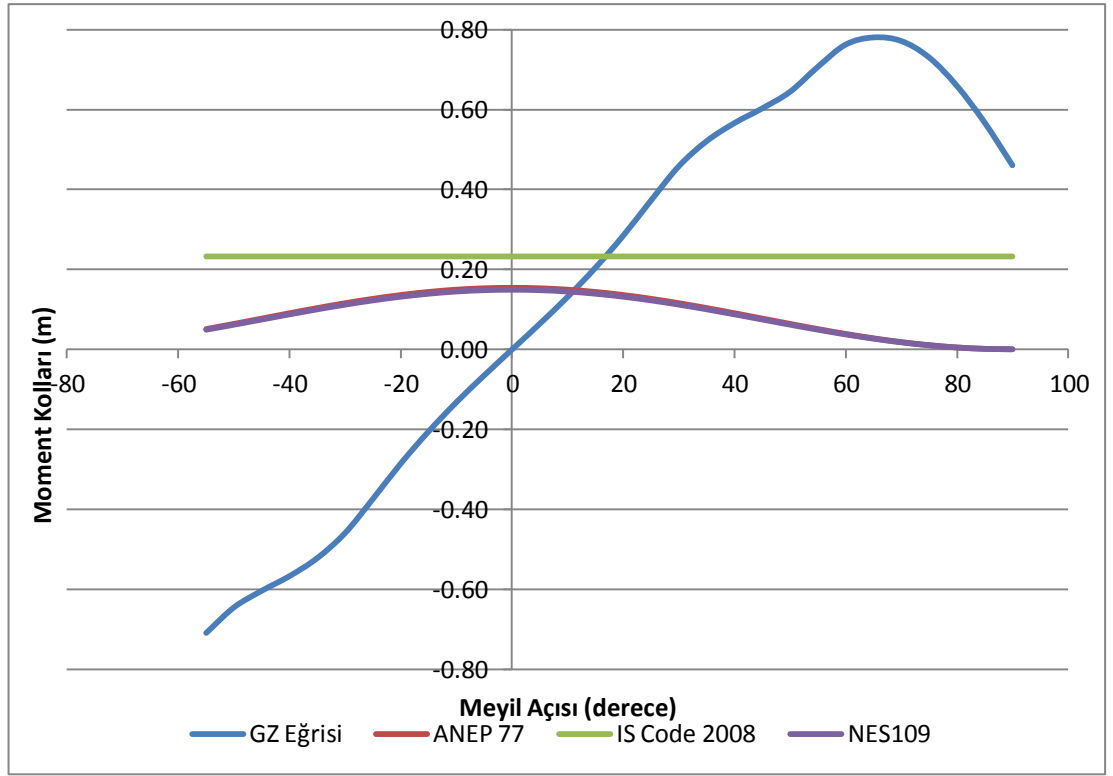
Çizelge 6.23: Yardımcı sınıf askeri gemi için BV1030-1'e göre moment kolları.

Meyil Açısı derece	KN m	hc m	kf m	kw(50) m	kf+kw m	artık kol m
0	0	0.0000	0.0000	0.128	0.1280	-0.1280
5	0.442	0.0561	0.0112	0.127	0.1381	-0.0821
10	0.884	0.1151	0.0224	0.124	0.1461	-0.0310
15	1.318	0.1719	0.0334	0.119	0.1520	0.0200
20	1.742	0.2275	0.0441	0.112	0.1558	0.0717
25	2.158	0.2866	0.0545	0.103	0.1580	0.1286
30	2.568	0.3540	0.0645	0.094	0.1589	0.1951
35	2.973	0.4332	0.0740	0.085	0.1588	0.2744
40	3.376	0.5297	0.0830	0.075	0.1582	0.3716
45	3.764	0.6329	0.0913	0.066	0.1573	0.4757
50	4.108	0.7160	0.0989	0.058	0.1564	0.5595

Şekil 6.13'te verilen moment kollarına göre denge açısı 13.04 derecede oluşmaktadır. Buna bağlı olarak 35 derecedeki artık kolun 0.1 m.'den büyük olması gerekmektedir ve Çizelge 6.23'te görüldüğü üzere 35 derecedeki artık kol değeri 0.2744 m.'dir.

Sonuç olarak yardımcı sınıf askeri geminin tam yüklü kalkış kondisyonu ANEP 77, NES 109, BV 1030-1 ve 2008 IS Code gerekliliklerinin tümünü sağlamaktadır.

Şekil 6.14'te Yardımcı sınıf askeri gemi için tam yüklü varış durumundaki doğrultucu moment kolu, ANEP 77'ye, NES 109'a ve 2008 IS Code'a göre hesaplanmış olan rüzgar moment kolları görülmektedir. Çizelge 6.24'te de bu moment kolu değerleri verilmektedir.

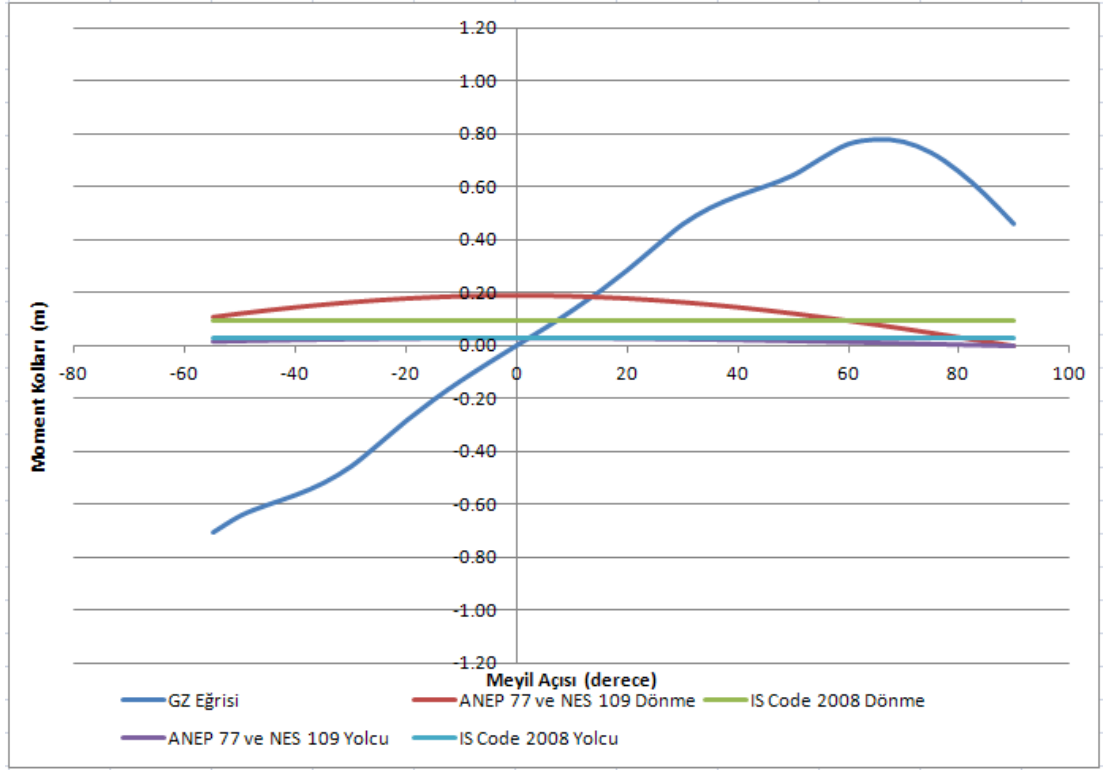


Şekil 6.14 : Yardımcı sınıf askeri gemi için tam yüklü varışta moment kolu eğrileri.

Çizelge 6.24: Yardımcı sınıf askeri gemi için tam yüklü varışta moment kolu değerleri.

Meyil (derece)	GZ(m)	ANEP 77'ye göre rüzgar meyil moment kolu (m)	NES 109'a göre rüzgar meyil moment kolu(m)	2008 IS Code'a göre rüzgar meyil moment kolu (m)
-55	-0.7085	0.0506	0.0490	0.2334
-50	-0.6445	0.0636	0.0616	0.2334
-45	-0.603	0.0770	0.0745	0.2334
-40	-0.5663	0.0903	0.0875	0.2334
-35	-0.5211	0.1033	0.1000	0.2334
-30	-0.4584	0.1155	0.1118	0.2334
-25	-0.373	0.1264	0.1224	0.2334
-20	-0.2848	0.1359	0.1316	0.2334
-15	-0.2047	0.1436	0.1390	0.2334
-10	-0.1317	0.1493	0.1445	0.2334
-5	-0.0646	0.1528	0.1479	0.2334
0	0	0.1539	0.1490	0.2334
5	0.0646	0.1528	0.1479	0.2334
10	0.1317	0.1493	0.1445	0.2334
15	0.2045	0.1436	0.1390	0.2334
20	0.2847	0.1359	0.1316	0.2334
25	0.3729	0.1264	0.1224	0.2334
30	0.4583	0.1155	0.1118	0.2334
35	0.521	0.1033	0.1000	0.2334
40	0.5662	0.0903	0.0875	0.2334
45	0.6029	0.0770	0.0745	0.2334
50	0.6444	0.0636	0.0616	0.2334
55	0.7067	0.0506	0.0490	0.2334
60	0.7624	0.0385	0.0373	0.2334
65	0.7803	0.0275	0.0266	0.2334
70	0.7714	0.0180	0.0174	0.2334
75	0.7305	0.0103	0.0100	0.2334
80	0.6595	0.0046	0.0045	0.2334
85	0.5676	0.0012	0.0011	0.2334
90	0.4607	0.0000	0.0000	0.2334

Şekil 6.15'te yardımcı sınıf askeri gemi için doğrultucu moment kolu, ANEP 77'ye, NES 109'a ve 2008 IS Code'a göre hesaplanmış olan dönüş ve yolcu toplanması durumundaki yatırımcı moment kolları görülmektedir. Bu moment kollarına ait değerler Çizelge 6.25'te verilmektedir.



Şekil 6.15: Yardımcı sınıf askeri gemi için tam yüklü varışta moment kolu eğrileri.

Çizelge 6.25: Yardımcı sınıf askeri gemi için tam yüklü varışta moment kolu değerleri.

Meyil (derece)	ANEP 77 ve NES 109 dönüş meyil moment kolu (m)	2008 IS Code dönüş meyil moment kolu (m)	ANEP 77 ve NES 109 yolcu toplanması moment kolu (m)	2008 IS Code yolcu toplanması moment kolu (m)
-55	0.1087	0.0930	0.0161	0.0281
-50	0.1218	0.0930	0.0181	0.0281
-45	0.1340	0.0930	0.0199	0.0281
-40	0.1451	0.0930	0.0215	0.0281
-35	0.1552	0.0930	0.0230	0.0281
-30	0.1641	0.0930	0.0243	0.0281
-25	0.1717	0.0930	0.0255	0.0281
-20	0.1780	0.0930	0.0264	0.0281
-15	0.1830	0.0930	0.0271	0.0281
-10	0.1866	0.0930	0.0277	0.0281
-5	0.1887	0.0930	0.0280	0.0281
0	0.1894	0.0930	0.0281	0.0281
5	0.1887	0.0930	0.0280	0.0281
10	0.1866	0.0930	0.0277	0.0281
15	0.1830	0.0930	0.0271	0.0281
20	0.1780	0.0930	0.0264	0.0281
25	0.1717	0.0930	0.0255	0.0281
30	0.1641	0.0930	0.0243	0.0281
35	0.1552	0.0930	0.0230	0.0281
40	0.1451	0.0930	0.0215	0.0281
45	0.1340	0.0930	0.0199	0.0281
50	0.1218	0.0930	0.0181	0.0281
55	0.1087	0.0930	0.0161	0.0281
60	0.0947	0.0930	0.0140	0.0281
65	0.0801	0.0930	0.0119	0.0281
70	0.0648	0.0930	0.0096	0.0281
75	0.0490	0.0930	0.0073	0.0281
80	0.0329	0.0930	0.0049	0.0281
85	0.0165	0.0930	0.0024	0.0281
90	0.0000	0.0930	0.0000	0.0281

ANEP77 , NES109 ve 2008 IS Code'a göre hesaplanması gereken kriterler ve sonuçları Çizelge 6.26'da verilmektedir.

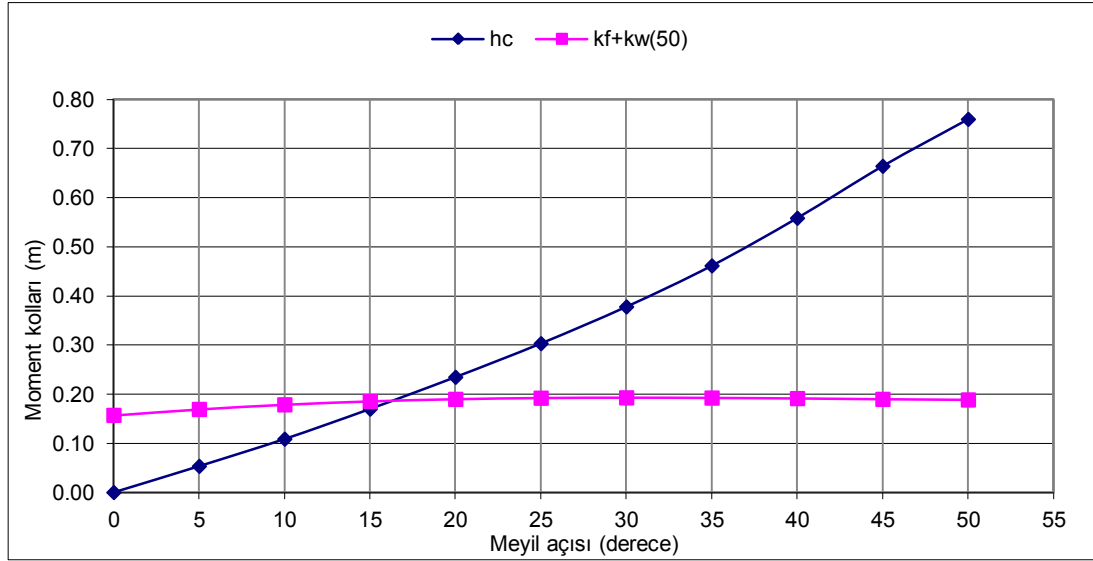
Çizelge 6.26: ANEP 77, NES 109 ve 2008 IS Code kriterleri için sonuçlar.

Kriterler	ANEP 77	NES 109	2008 IS CODE
Doğrultucu moment koluna bağlı kriterler			
0° ile 30° arasındaki alan	-	0.112 m.rad	0.112 m.rad
0° ile 40° arasındaki alan	-	0.203 m.rad	0.203 m.rad
30° ile 40° arasındaki alan	-	0.090 m.rad	0.090 m.rad
Maksimum doğrultucu moment kolu	-	0.782 m.	0.782 m.
Maksimum doğrultucu moment kolunun oluştuğu açı	-	60.05°	60.05°
GM değeri	-	0.706 m.	0.706 m.
Rüzgar momenti uygulandığında			
GZ(denge)/GZ(maks)	0.210	0.210	-
A ₁ /A ₂	4.50	4.50	1.653
Denge açısı	-	11.12°	11.705°
Rüzgar tarafındaki meyil açısı	25°	25°	21.227°
Yolcu toplanması momenti uygulandığında			
GZ(denge)/GZ(maks)	0.036	0.036	-
A ₁ /GZ eğrisi altında kalan alan	0.945	0.945	-
Denge açısı	2.171°	2.171°	2.19°
Dönme momenti uygulandığında			
GZ(denge)/GZ(maks)	0.235	0.235	-
A ₁ /GZ eğrisi altında kalan alan	0.674	0.674	-
Denge açısı	13.59°	13.59°	7.165°

Çizelge 6.26'da yer alan sonuçlara göre yardımcı sınıf askeri geminin tam yüklü kalkış kondisyonu ANEP 77, NES 109 ve 2008 IS Code'a göre bütün kriterleri sağlamaktadır.

BV 1030-1 kurallarına göre trimsiz olarak hesaplanmış doğrultucu ve meyil ettirici kollar Şekil 6.16'da görülmektedir. Burada verilen KN değerleri ve buna karşılık

gelen doğrultucu kol (hc) değerleri, serbest yüzey düzeltmesi ve rüzgar sebebiyle oluşan yatırıcı moment kolları değerleri Çizelge 6.27’de verilmektedir.



Şekil 6.16: Yardımcı sınıf askeri geminin tam yüklü varış kondisyonu için BV 1030-1’e göre doğrultucu ve meyil ettirici kollar.

Çizelge 6.27: Yardımcı sınıf askeri gemi için BV1030-1’e göre hesaplanan moment kolları.

Meyil Açısı derece	KN m	hc m	kf m	kw(50) m	kf+kw m	artık kol m
0	0	0.0000	0.0000	0.157	0.1571	-0.1571
5	0.44	0.0533	0.0134	0.156	0.1691	-0.1158
10	0.879	0.1085	0.0267	0.152	0.1785	-0.0699
15	1.318	0.1696	0.0398	0.145	0.1852	-0.0156
20	1.752	0.2345	0.0526	0.137	0.1896	0.0449
25	2.178	0.3028	0.0650	0.127	0.1920	0.1109
30	2.596	0.3775	0.0769	0.116	0.1927	0.1848
35	3.006	0.4610	0.0882	0.104	0.1922	0.2688
40	3.41	0.5580	0.0989	0.092	0.1911	0.3668
45	3.801	0.6636	0.1087	0.081	0.1896	0.4740
50	4.158	0.7591	0.1178	0.071	0.1883	0.5707

Şekil 6.16’da verilen moment kollarına göre denge açısı 16.30 derecede oluşmaktadır. Bu durumda meyil açısı 15 dereceden büyük açıda olduğu için 37.6 (16.3*2+5) derecedeki artık kol değerinin 0.113 m.’den büyük olması gerekmektedir. Çizelge 6.27’de görüldüğü üzere 37.6 derecedeki artık kol değeri 0.319 m.’dir.

Sonuç olarak yardımcı sınıf askeri geminin tam yüklü varış kondisyonu ANEP 77, NES 109, BV 1030-1 ve 2008 IS Code gerekliliklerinin tümünü sağlamaktadır.

7. SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

ANEP 77, NES 109, BV 1030-1 ve 2008 IS Code kurallarında verilen stabilite kriterlerinin 3 geminin 6 yükleme kondisyonunda yapılan karşılaştırmalı değerlendirilmesi sonucunda elde edilen bulgular aşağıdaki gibidir;

- 1- BV 1030-1'e göre hesap yapılırken trimsiz ve meyilsiz durumdaki KN değerleri dikkate alınarak hesap yapılması, geminin olduğundan daha iyi bir durumdaymış gibi görülmesine sebebiyet verebilir. Örneğin geminin formu ve donanımı gereği gemi başa trimli yüzmek zorunda kalabilir ve bir yükleme kondisyonu başa trimli iken (eğer geminin baş formu kış formundan daha narinse) elde edilecek KN değerleri trimsiz durumdakinden daha düşük olacaktır. Bu durumda gemi olduğundan daha iyi sonuç verecektir ve bu durum geminin stabilitesi açısından istenmeyen bir durum yaratacaktır.
- 2- GZ eğrisi altında kalan alan kriteri bakımından NES 109 ile 2008 IS Code karşılaştırıldığında, NES 109 çok daha katı kriterlere sahiptir ve bu kriterler ticari gemilere uygulanacak olursa birçok gemi bu kriterleri sağlamayabilir.
- 3- Rüzgar kriteri bakımından kodlar karşılaştırıldığında; eğer aynı rüzgar hızı (rüzgar basıncı) değeri kabul edilirse, 2008 IS Code diğer kodlara göre çok daha katı bir kritere sahiptir. Ancak kodlarda tanımlanan sefer bölgeleri ele alındığında kabul edilen rüzgar hızları 2008 IS Code değerinin çok üzerindedir. Örneğin 2008 IS Code'a göre sınırsız sefer yapan bir gemi için rüzgar basıncı 504 Pa. alınırken, ANEP 77'ye göre okyanus aşırı sınırsız sefer yapan bir gemi için rüzgar basıncı 1970 Pa. alınmaktadır (kabul edilecek hava yoğunluğu, sürtünme katsayısı gibi değişkenlere göre farklılık gösterebilir). Keza, bu kriter de ticari gemilere uygulanmış olsa, birçok okyanus aşırı sefer yapan gemi hava kriteri gerekliliklerini sağlayamayacaktır.

- 4- Dönüş dolayısı ile oluşan meyil ile ilgili kriterin uygulamasında, dönüş çapının bilinmemesi durumunda kabul farklılıkları bulunmaktadır. Örneğin dönüş çapı, ANEP 77 ve NES 109'a göre $2.5 L_{BP}$ alınırken, 2008 IS Code'a göre $5 L_{WL}$ alınmaktadır. Bu durum sanki iki katlık bir fark yaratıyormuş gibi görünse de 2008 IS Code'a göre kriter değeri 10 derece iken ANEP 77'ye göre 15, NES 109'a göre 20 derecedir. Dolayısı ile çıkan sonuçlar güvenlik seviyesi olarak yakındır.

Sonuç olarak yeni hazırlanan ANEP 77, genel hatları ile NES 109 ile benzeşmektedir. GZ eğrisi altında kalan alan ile ilgili kriterleri tamamen elimine ederek, her bir moment kolu eğrisi ile GZ eğrisini karşılaştırma yoluna gidilmiştir. Bu durum, geminin çalıştırılacağı koşullar doğru tanımlandığında, geminin dizayneri için daha serbest bir çalışma sahası yaratacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] **Biran, A.** (2003). *Ship hydrostatics and stability*, London: Butterworth-Heinemann.
- [2] **Url-1** <<http://www.navalshipcode.org>>, alındığı tarih: 03.05.2015.
- [3] **ANEP 77** (2014). *Naval ship code*, North Atlantic Treaty Organization Allied Naval Engineering Publication.
- [4] **BV 1030-1** (2001). *Stability, building regulations for German naval vessels 1030-1*, Germany.
- [5] **Türk Loydu** (2015). *Askeri gemi kuralları*, Alındığı tarih: 20.04.2015, Adres: <http://turkloydu.org/pdf-files/turk-loydu-kurallari/cilt-e/kisim-102-askeri-gemilere-ait-kurallar-tekne-yapisi-ve-donanimi-2015.pdf>.
- [6] **NES 109** (2000). Part 1, Conventional ships stability, *Stability Standarts for Surface Ships*, UK.
- [7] **IMO** (2008). Intact Stability(IS) Code- Adoption of the International Code on Intact Stability 2008, Resolution MSC.267(85). *International Maritime Organization* , UK.
- [8] **Türk Loydu** (2015). *Hasarsız stabilite kuralları*, Alındığı tarih: 20.04.2015, Adres: <http://turkloydu.org/pdf-files/turk-loydu-kurallari/cilt-a/kisim-1-tekne-yapim-kurallari-2015.pdf>.
- [9] **Brown, A.J.** (1998). *Towards a rational intact stability criteria for naval ships*, Alındığı tarih: 03.05.2015, Adres: <http://www.aoe.vt.edu/people/webpages/albrown5/papers/stabilitycriteriafornavalships.pdf>.
- [10] **Deybach, F.** (1997). *Intact stability criteria for naval ships*, (Yüksek Lisans Tezi), Adres: <http://dspace.mit.edu/>
- [11] **Hoppe, H.** (2005). Goal based standarts-A new approach to the international regulation of ship construction, *WMU Journal of Maritime Affairs*, **4**, 169-180.
- [12] **Penny, J., Eaton, A., Bishop, PG. ve Bloomfield, RE.** (2001). *The practicalities of goal based safety regulations*, Alındığı tarih: 03.05.2015, Adres: http://www.adelard.com/papers/scsc2001_sw01.pdf.
- [13] **Kluwe, F.** (2009). *Development of a minimum stability criterion to prevent large amplitude roll motions in following seas*, (Doktora Tezi), Adres: http://www.ssi.tu-harburg.de/doc/webseiten_dokumente/ssi/veroeffentlichungen/Dissertation_Florian_Kluwe.pdf.

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad : Caner BAKAR
Doğum Yeri ve Tarihi : İstanbul / 28.08.1983
E-Posta : canerbakar@yahoo.com
Lisans : 2005, İstanbul Teknik Üniversitesi, Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi , Gemi İnşaatı ve Gemi Makinaları Bölümü

