

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BUZ KLASI KURALLARININ İNCELENMESİ

Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisi, Seda DEMİRBOLAT

**FBE Gemi İnşaatı Mühendisliği Anabilim Dalında, Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği
Bölümünde Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı: Yrd.Doç.Dr. İsmail BAYER

İSTANBUL, 2009

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	iii
KISALTMA LİSTESİ.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
ÇİZELGE LİSTESİ	vi
ÖNSÖZ	vii
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
1. GİRİŞ	1
2. FİN – İSVEÇ BUZ KLASI KURALLARI (FSICR).....	5
2.1 Baltık Denizi'nin Yapısı.....	5
2.1.1 Baltık Denizi'nde Buz Koşulları	5
2.1.2 Baltık Denizi'nde Tekneler için Buz Kısıtlamaları	6
2.2 Kuralların Çıkış Nedeni	6
2.3 Kuralların Amaç ve Kapsamı.....	7
2.4 Dizayn Yöntemi.....	7
2.5 Makine Gücü Regülasyonları.....	8
2.6 Teknenin Yapısal Dizaynı.....	8
2.7 Pervane, Şaft ve Techizat.....	8
3. ÇEŞİTLİ KLAS KURULUŞLARININ BUZ KLASI REGÜLASYONLARI	9
4. BUZ KOŞULLARINDA PERFORMANS İHTİYACININ GEÇMİŞİ	12
4.1 Buz Direnci Seviyesi	15
4.2 Kanal Direnci	18
4.3 İtme Gücü Yaklaşımı.....	21
4.4 Karşılaştırma.....	21
5. BUZ KLASINA SAHİP GEMİLERDE SEYİR KOŞULLARI.....	25
5.1 Gemilerde Buzlanma	25
5.1.1 Tatlı Sudan Oluşan Buzlanma	27
5.1.2 Deniz Suyundan Oluşan Buzlanma	27
5.2 Buzda Seyir	28
5.2.1 Buza Girmeden Önce Göz Önüne Alınacak Hususlar.....	28
5.2.2 Gemilerin Bağımsız Seyretmesi	29
5.2.3 Seyir Sırasında Dikkat Edilecekler	30

6.	BUZ KLASI KURALLARININ UYGULAMASI	31
6.1	Gemilerin Genel Özellikleri	31
6.2	Hesaplamalar	31
6.2.1	Notasyonu B1-B4 olan Gemiler için Buz Klasında Çektiği Su Değeri	31
6.2.2	EK Klas İşareti B1-B4 olan Gemiler İçin Sevk Makinası Gücü	32
6.3	Buz Kuşağı	35
6.4	Buz Yükleri	36
6.5	Buz Kuşağındaki Dış Kaplama Kalınlığı.....	38
6.6	Enine Postalar	39
6.7	Boyuna Postalar	40
6.8	Dümen ve Dümen Donanımı.....	41
7.	BUZ KLASININ GEMİ MALİYETİNE ETKİSİ.....	42
8.	SONUÇ	44
KAYNAKLAR.....		46
İNTERNET KAYNAKLARI		47
EKLER		
Ek 1	A ve B Gemilerinin Dış Kaplama Sac Açılım Resimleri	
ÖZGEÇMİŞ.....		48

SİMGE LİSTESİ

A	Kesme Alanı
A_{wf}	Baş kısmın su hattı alanı
B	Gemi genişliği
D	Deplasman
D_P	Pervane çapı
H_F	Baş taraf tarafından ötelenen buz parçası tabakasının kalınlığı
h_i	Buz kalınlığı
H_M	Kanalın ortasında buz parçası kalınlığı
h_o	Dizayn buz kalınlığı
K_e	Minimum sevk makinesi gücü hesaplanması için faktör
ℓ_a	Efektif boy
L_{BOW}	Baş kısım boyu
L_{OA}	Geminin tam boyu
L_{PAR}	Paralel gövde boyu
L_{pp}	Dikeyler arası boy
P	Sevk makinası gücü
P	Dizayn buz basıncı
p_0	Buz basıncı anma değeri
R_{CH}	Birleşik tabakalı ve parçalı buzlu bir kanalda, geminin direnci
R_i	Buz Direnci
T	Dış kaplama levhası kalınlığı
T	Draft
W	Mukavemet Modülü
α	B/4'te su hattı açısı
Φ	CL baş giriş açısı
φ_1	Merkez hattında baş bodoslama eğim açısı
φ_2	B/4'te baş kısım eğim açısı

KISALTMA LİSTESİ

FSICR	Finnish-Swedish Ice Class Rules
PSR	Polar Ship Rules
RMRS	Russian Maritime Register of Shipping
FMA	Finnish Maritime Administration
SMA	Swedish Maritime Administration
IACS	International Association of Classification Societies
IMO	Uluslararası Denizcilik Örgütü
DWT	Deadweight Tonajı
TL	Türk Loydu
ABS	Amerikan Loydu
BV	Fransız Loydu
DNV	Norveç Loydu
GL	Alman Loydu
LR	İngiliz Loydu
RINA	İtalyan Loydu
USCG	Amerika Birleşik Devletleri Sahil Güvenlik Teşkilatı
ECAREG	Eastern Canada Traffic System
SOLAS	Safety Of Life At Sea
ÜBSH	Üst buz su hattı
ABSH	Alt buz su hattı
F	Baş bölge
M	Orta bölge
A	Kıç bölge
AB	Avrupa Birliği
Helcom	Baltık Deniz ve Çevre Koruma Komisyonu

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1	Buzlu sularda seyir.....	2
Şekil 4.1	L_{par} , L_{bow} ve T Değerlerini Gösterir Şekil.....	17
Şekil 4.2	Baş bodoslama eğim açısı ϕ_1 ve CL dan B/4 mesafede baş kısmının açısı ϕ_2	21
Şekil 4.3	Değişik Kurallara Göre Gerekli Sevk Güçleri Karşılaştırması.....	23
Şekil 4.4	Gemi boyuna göre 2002 kurallarıyla hesaplanan güçler.....	24
Şekil 4.5	Gemi boyuna göre 1985 ve 2002 kurallarıyla hesaplanan güçler.....	24
Şekil 4.6	Gemi boyuna göre gerçek güç ve 2002 kurallarıyla hesaplanan güçler oranı..	25
Şekil 4.7	Gemi boyuna göre teorik güç ve 2002 kurallarıyla hesaplanan güçler oranı...	25
Şekil 5.1.	Gemilerde güverte üstü buzlanmasına örnek.....	26
Şekil 6.1	Baş bodoslama eğim açısı ϕ_1 ve CL'dan B/4 mesafede baş kısmın açısı ϕ_2	35
Şekil 6.2	Buz Kuşağı	37

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1	Buz Klaslarına Göre Performans Gerekleri.....	8
Çizelge 3.1	Farklı Klas Kuruluşlarında Fin-İsveç Buz Klası Sınıfları Karşılıkları.....	9
Çizelge 3.2	Fin-İsveç Buz Klası Sınıflarını Açıklayan Tablo.....	10
Çizelge 4.1	1991 yılında Yapılan Çalışma Sonucu Operasyon Sıklığını Gösterir Tablo....	13
Çizelge 4.2	1993 yılında Yapılan Çalışma Sonucu Operasyon Sıklığını Gösterir Tablo...	13
Çizelge 4.3	1993 yılında Yapılan Çalışma Sonucu Buz Koşullarını Gösterir Tablo.....	14
Çizelge 4.4	1994 yılında Yapılan Çalışma Sonucu Operasyon Sıklığını Gösterir Tablo....	14
Çizelge 4.5	1994 yılında Yapılan Çalışma Sonucu Buz Koşullarını Gösterir Tablo.....	15
Çizelge 4.6	MT Sotka ve MV Arcturus gemileri için hesaplanan direnç değerleri.....	17
Çizelge 4.7	Buz Direnci Formülasyonunda Kullanılan Gemiler.....	17
Çizelge 4.8	Yukarıdaki On Geminin Performans Analizleri.....	18
Çizelge 4.9	Buz Klası Sınıflarına Göre H_M , h_I VE C_5 Katsayılarını Gösterir Tablo.....	19
Çizelge 4.10	Geminin Direnci İçin Formülün Uygulanma Aralığı.....	21
Çizelge 4.11	Değişik Kurallara Göre Gerekli Sevk Güçleri Karşılaştırması.....	22
Çizelge 6.1	A ve B Gemilerinin Buz Klasına Göre Ağırlıkları.....	41
Çizelge 6.2	A ve B Gemilerinin Karşılaştırılması.....	41
Çizelge 7.1	A ve B Gemilerinin Buz Klasına Göre Maliyet Analizi.....	43
Çizelge 8.1	A ve B Gemilerinin Karşılaştırılması.....	45

ÖNSÖZ

Bu çalışma buzlu sularda güvenli seyir amacıyla Fin-İsveç Bayrak Devletleri tarafından ortaya çıkarılan Buz Klası Kuralları işlenmiştir. Tez hazırlıklarım süresince yardımını esirgemeyen danışman hocam Sayın Yrd.doç.Dr İsmail BAYER'e, Admarin Denizcilik Dizayn Bölümü şefi Sayın Mahmut HACIALİOĞLU'na ve eşim Serkan SÜRER'e teşekkürlerimi sunarım.

BUZ KLASI KURALLARININ İNCELENMESİ

Seda DEMİRBOLAT

Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi

Bu tezin amacı Buz Klası Kuralları'nın uygulama alanlarının ve gemi yapısına etkisinin araştırılmasıdır. Fin – İsveç Bayrak Devletleri tarafından bu bölgedeki buzlu sularda gemilerin güvenli seyrini sağlamak için getirdiği bir takım yapısal zorunlulukları içermektedir. Ayrıca kuralların çıkış sebebi, uygulama yöntemleri ve buz sınıfları arasındaki farklar işlenmiştir. Daha sonra bu konuda yapılan teknik çalışmalar, araştırmalar, makaleler araştırılmıştır. En son olarak aynı tonajdaki iki farklı buz klaslı geminin Türk Loydu Buz Klası Kuralları'na göre hesapları yapıp, aralarındaki yapısal farklar incelenmiştir. Aynı zamanda buz klasına sahip olmanın gemiye getireceği ekstra maliyetler de hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Buz Klası, Fin – İsveç Buz Klası Kuralları

ANALYSING OF ICE CLASS RULES

Seda DEMİRBOLAT

Naval Architect and Marine Engineering, M.S. Thesis

The purpose of this research is to present requirements of Ice Class Rules and the effects on hull structural design. These rules assigned by Finnish-Swedish Maritime Administration require a minimum level of ice strengthening of the hull structures and safe navigation requirements. This level is assumed to be sufficient for normal operations of ships in the ice conditions associated with the ice class. Also why these rules published, the application of rules and the differences between the ice classes are discussed. The technical studies, articles and researches about these rules are investigated. In the end, scantlings of two different ships of similar tonnage but with different ice classes are determined regarding to Turkish Ice Class Regulations, and structural differences between these two ships are analysed. Also additioanl cost of having ice class is included.

Key Words: Ice Class, Finnish-Swedish Ice Class Rules

1. GİRİŞ

Baltık Denizi Avrupa'nın en hızlı büyüyen Rusya'nın katkılarıyla gelecekte daha da gelişecek olan bir market alanı olma yolunda ilerlemektedir. Baltık Bölgesi ticareti Avrupa Birliği(AB)'nin %23'ünü oluşturmaktadır. Yıllık büyüme oranı %2.1 ile 2020 yılında Baltık ülkelerinin ihracatlarını %48 ya, ithalatlarını da %36 dolaylarına çıkaracağı ve bölgedeki ticaretin %54 büyüyeceği tahmin edilmektedir. Deniz taşımacılığı bu bölgenin tüm taşıma ticaretinin %50 sini oluşturmaktadır.

Rusya'nın ekonomisindeki hızlı gelişmeler Baltık Denizi'ni daha önemli bir konuma sokmuştur. Rusya enerji stratejisine göre 2020 yılında yıllık petrol üretiminin 520 milyon tona çıkacağını tahmin etmektedir. 2010 yılına kadar Rus yetkililer petrol endüstrilerini geliştirmeye odaklanmayı ve daha sonra da büyüyen ihracat marketine açılım yapmayı planlamaktadırlar.

Rusya'nın ana petrol limanları, Karadeniz'de Novorossiysk Limanı, Baltık Denizi'nde Primorsk Limanı ve kuzeyde Murmansk Limanlarıdır. Avrupalılar geçmiş yıllarda yaşanan kazalardan sonra petrol kargolarının güvenli taşınmasından endişe duymaktadırlar ve hükümetler bu bölgelerden geçiş kurallarını arttırmaya başlamışlardır.

Baltık Denizindeki petrol taşımacılığı 1999 yılından beri %460 artmıştır ve bu oranın %210 u Primorsk Petrol Limanı açıldıktan sonra olmuştur. Şu anda Baltık Denizi'ndeki aylık taşınan petrol oranı 10 milyon tonu geçmektedir. 2009 yılında aylık 18 milyon tonu aşacağı tahmin edilmektedir. Tanker taşımacılığının yanı sıra, yolcu ve konteyner taşımacılığı da Finlandiya Körfezi'nde artış göstermektedir. Şu anda, Finlandiya Körfezi limanlarına yılda 43000 gemi uğramakta ve 2010 yılında bu rakamın 54000 lere çıkacağı tahmin edilmektedir. Bu durumda yoğun bir gemi trafiğinin yaşanacağı bu sularda güvenli seyir için son derece sıkı ve sert kuralların uygulanması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.

Baltık Denizi hassas bir bölgedir ve ortalama derinliği 60 metredir. Denizcilik için bir diğer önemli kısıtlama da kışın donan sulardır. Ağır kış koşullarında Fin limanları 6 aydan uzun bir süre buzla kaplıdır. Buz takviyeli geminin anlamı buzla kaplı sularda manevra kabiliyetine

sahip gemi demektir. Bu iki şeyi gerektirir: geminin teknesinin yeteri kadar sağlam ve buz koşulları için yeteri kadar makine gücüne sahip olması. Şu açıktır ki; AB denizde güvenlik ve çevre koruması için bazı kuralların ve regülasyonların uygulanmasını zorunlu hale getirecektir. Baltık Denizi özel bir yarı kutup bölgesi olarak güvenli deniz taşımacılığı için kendi standartlarını koymak durumundadır. Çünkü bu bölge Avrupa'ya en önemli enerji taşıma rotası olma yönünde ilerlemektedir. (Kotiranta E.,2008)



Şekil 1.1 Buzlu sularda seyir

Türk ve yabancı armatörler gelişmekte olan ve her sene büyüyen ekonomisiyle Baltık Bölgesi'nin önemli bir petrol taşıma rotası yönünde ilerlemekte olduğunu fark etmişlerdir. Yeni gemi yaptıracak armatörler bu bölgenin öneminin ve ticari kapasitesinin farkındadır. Bölgenin mevsim koşulları nedeniyle son yıllarda inşa edilen gemilerde Buz Klası daha sıklıkla tercih edilmekte ve Buz Klası Kuralları'nın uygulanması artmaktadır.

Buz Klası Kuralları gemilerin buzlu sularda güvenli seyri için konstrüksiyon ve donanımlarının uygun hale getirilmesi için gerekli takviyelendirme kurallarıdır. Buzda seyir kuralları geminin seyredeceği bölgeye göre değişiklik gösterir ve üçe ayrılır. Bunlar; Fin-İsveç Buz Klası Kuralları (Finnish-Swedish Ice Class Rules “FSICR”), Kutup Sularında Seyir Kuralları (Polar Ship Rules “PSR”) ve Rus Loydu Buz Kuralları (Russian Maritime Register of Shipping (RMRS) Ice Class Rules) dır. Aşağıda hangi bölgelerde hangi kuralların uygulanması gerektiği açıklanmıştır.

- Baltık Denizi;

Bothnia Kıyıları ve Fin Körfezi - Fin-İsveç Buz Klası Kuralları

Fin Körfezi (Rus Karasuları’na giren kısmı)- Rus Loydu tarafından kabul edilen Non – Arctic Buz Klası Kuralları

- Arctic Okyanusu;

Barents, Kara, Laptev, Batı Sibirya and Chukchi Denizleri -Rus Loydu tarafından kabul edilen Non – Arctic Buz Klası Kuralları

- Ohkotsk Denizi - Rus Loydu tarafından kabul edilen Non – Arctic Buz Klası Kuralları uygulanmaktadır.

Kuzey Atlantik’ten Kuzey Pasifik’e geçişler Kuzey Denizi Rotası olarak adlandırılır.

Fin-İsveç Buz Klası Kuralları; yukarıda açıklanan bölgede seyreden gemilere uygulanır ve Fin Bayrak Devleti (Finnish Maritime Administration (FMA)) ve İsveç Bayrak Devleti (Swedish Maritime Administration (SMA)) tarafından çıkarılıp uygulanmaktadır. Kutup Sularında Seyir Kuralları (Polar Ship Rules “PSR”); Uluslar arası Klas Kuruluşları Birliği (International Association of Classification Societies(IACS)) tarafından yayımlanmıştır. PSR Uluslar arası Denizcilik Örgütü (IMO) nun kutuplarda güvenli seyir için yayınladığı kurallardan yola çıkarak hazırlanmıştır. Rus Loydu da FSICR ve PSR nin ortak birleşimi olan kendi kurallarını kabul etmiştir. Bu üç farklı kural geminin dizaynı sırasında farklı nitelikler gerektirmektedir.

FSICR IACS Kutup Sularında Seyir Kuralları'na benzerlik göstermekle birlikte, Rus Loydu kendi buz kurallarına tam ve yaralı stabilite kurallarını da eklemiştir.

Yukarıda kısaca değinilen üç farklı buz sınıfı kurallarından Fin-İsveç Buz Sınıfı Kuralları tez çalışmamda detaylı olarak anlatılacaktır.

2. FİN – İSVEÇ BUZ KLASI KURALLARI (FSICR)

Fin-İsveç Buz Klası Kuralları'nı açıklamadan önce Baltık Denizi'nin yapısal özelliklerini ve buradaki koşulların incelenmesi gerekir.

2.1. Baltık Denizi'nin Yapısı

Baltık Denizi'nin toplam alanı yaklaşık 422000 km² dir. Danimarka Geçiş Boğazları ile Atlantik Denizi'ne bağlanır. Ortalama derinlik 60 m olması nedeniyle Baltık Deniz trafiğinde denizcilik için en önemli kısıt su çekimi olmaktadır. Danimarka Geçiş Boğazları'nın sığlığı nedeniyle buradan geçecek gemilerin su çekiminin 15.4 m den fazla olmasına izin verilmez. Çevresel açıdan bakılırsa, IMO (International Maritime Organisation) Baltık Denizi'ni yakıt boşaltma, yağlı su, yağlı atık ve denize ve havaya atık atılması gibi konularda sınırlandırarak özel bir deniz bölgesi olarak adlandırmıştır. Ek olarak Helcom(Baltık Deniz ve Çevre Koruma Komisyonu) güvenli seyir ve deniz ortamının korunması için birçok kurallar yayınlamıştır.

Yukarıdaki özelliklerle beraber Baltık Denizi'nin en önemli karakteristiği yılın büyük bir kısmını buzla kaplı olarak geçirmesidir. Bothnia Kıyıları ve Finlandiya Körfezi her sene donmaktadır. Ağır kış koşullarında Güney Baltık Denizi'nin küçük bir kısmı haricinde tüm Baltık Denizi'nin kıyıları donmaktadır. Bu koşullarda bu geçiş yolunu kullanacak gemilerin buzda seyir için dizayn ve inşa edilme zorunluluğunu ortaya çıkarır.

2.1.1. Baltık Denizi'nde Buz Koşulları

Buzlanma kasım ayında Bothnia Kıyıları'nda ve aralık ayında da Finlandiya Körfezi'nde başlar. Buzlanmanın yönü Bothnia Kıyıları'nda kuzeyden güneye ve Finlandiya Körfezi'nde batıdan doğuya doğrudur. En fazla buz yoğunluğuna mart ayında erişilir. Mart ayının ortalarında buz erimeye başlar ve mayıs ortalarına doğru Bothnia Kıyıları ve Finlandiya Körfezi'nin büyük bir kısmı erimiştir. Maksimum buz kalınlığı Bothnia Kıyıları'nın en kuzeyinde 1.21m ölçülmektedir. Finlandiya Körfezi'nin en batı tarafı ancak 0.8 m ye ulaşabilmektedir. Baltık Denizi'nde kış seyri için en kötü olasılık sadece buzlu deniz değil aynı zamanda en önemli engel rüzgarla şekillenen buz tepeleridir. Bu gibi buz tepelerinin

yükseklikleri 10 m yi bulmaktadır. Böylece normal ticari gemilerin buz kırıcı hizmeti olmadan bu koşullarda seyretmesi mümkün değildir. Ticari gemiler için bir diğer zorluk buz bölgesi basıncıdır. Rüzgarla beraber hareket eden buz tabakaları burada seyreden geminin direncini artırmaktadır. Eğer gemi buz tabakaları arasında sıkışırsa, rüzgar buz tabakasını geminin teknesine itecektir ve böyle bir kuvvet de geminin teknesine hasarlar verebilmektedir.

2.1.2. Baltık Denizi'nde Tekneler için Buz Kısıtlamaları

Finlandiya yerel sularında FMA tarafından Fin limanlarına giriş trafiği için bazı kısıtlamalar getirilmiştir. Bu kısıtlamalar gemilerin buz klasına bağlı olarak buz kırıcı hizmetinin verilmesidir. Kısıtlar iki şekildedir:birincisi geminin buz kırıcı hizmeti alarak limana girebilmesi için sahip olması gereken minimum buz klası, ikincisi de geminin minimum deadweight (DWT) dır.

2.2. Kuralların Çıkış Nedeni

Baltık Denizi'nde kış aylarında güvenli seyir yaklaşımı ilk olarak Finlandiya ve İsveç tarafından ortaya çıkarılmıştır. Bu yaklaşım 1960 lı yılların ortalarından itibaren Baltık limanlarının tüm yıl hizmet vermesine karar verilmesiyle beraber yıllar içinde ortaya çıkmıştır. Fakat ortaya çıkacak trafik problemlerini ortadan kaldırmak ve gemilerin güvenliği için ithalat ve ihracat işlemleri mümkün olduğunca kurallara uygun yapılması zorunluluğu ortadaydı. Bu sorunlar Fin ve İsveç bayrak devletlerini limanlarına girecek olan tüm gemilere buz koşulları gereği buz kırıcı hizmeti vermeye itmiştir. Bu hizmet de bu bölgedeki deniz trafiği sorununu olumsuz etkilemiş ve gemiciler bu durumdan şikayet etmeye başlamışlardır. Bu sorunlar bayrak devletlerini gemilerin buz klası ve DWT ine göre buz kırıcı hizmeti alıp alamayacağına karar verilmesine itmiştir. Bu kısıtlamaların nedeni buz kırıcı gemi sayısının sınırlı olması ve tüm gemilere bu hizmetin verilmesinin mümkün olmamasıydı. (Juva M., Riska K.,(2002),)

Buz kırıcı hizmeti, bu hizmete uygun olan gemilerin açık denizden buz sınırına girmesinden başlar ve rotası boyunca liman girene kadar devam eder. Buz kırıcı filosunun tüm gemilere yetersiz olması Fin ve İsveç Bayrak Devletleri'nin Fin-İsveç Buz Klası Kuralları (Finnish-

Swedish Ice Class Rules “FSICR”) çıkarmasına sebep olmuştur.

Fin-İsveç Buz Klası Kuralları Kuzey Baltık Denizi’nde seyreden ticari gemilerin dizaynı için gerekli kurallardır. Kuralların birinci amacı gemilerin buzda seyir kapasitesini artırmaktır. Buzda seyredebilmek için gerekli minimum makine gücü kuralları bu regülasyonun operasyonel kısmını; tekne, dümen, pervane, şaft ve donanımın mukavemet analizi kısmı da buzda seyirin güvenlik kısmını oluşturmaktadır. Her iki durumda da geminin tekne ve sevk sisteminin maruz kaldığı buz yüklerine göre takviyeler gerekmektedir.

Kurallar 1975-1985 yılları arasında geliştirilmeye devam edilmiştir ve 2002 yılında en son haline getirilmiştir. (FMA Duyuru no: 13/1.10.2002). Uluslar arası Klas Kuruluşları Birliği (IACS) bu kuralları kabul etmiş ve tüm klas kuruluşları da kendi regülasyonlarına uygun hale getirmiştir. Bu kurallara uygun olarak inşa edilen gemiler ilerde açıklanacak buz sınıflarına göre isim alır ve sertifikalandırılırlar.

2.3. Kuralların Amaç ve Kapsamı

Fin-İsveç Buz Klası Kuralları kış mevsiminde Baltık Denizi’nde seyreden ticari gemilere uygulanır. Kuralların birinci amacı geminin buzda seyir kapasitesini artırmak ve buz şartlarından geminin gövde ve sevk sisteminin en az etkilenmesini sağlamaktır.

2.4. Dizayn Yöntemi

Fin-İsveç Buz Klası Kuralları’nda geminin endaze formu için herhangi bir kısıtlama getirilmemiştir. Minimum güvenlik marjinleriyle geminin yapısal mukavemeti ve sevk sistemleri buz yüküne dayanabilmelidir.

2.5. Makine Gücü Regülasyonları

Minimum makine gücü regülasyonu, Baltık Denizi bölgesinde yıllar süren Fin-İsveç buz kırıcı asistanlık hizmeti sonucu edinilen deneyimler sonucu ortaya çıkmıştır. Minimum

makine gücü gerekliliği buz kırıcı sayısı, asistanlığa ihtiyaç duyan gemi sayısı ve buz koşulları nedeniyle bayrak devleti yetkilileri tarafından çıkarılmıştır.

Bu koşullarla buzda sıkışan veya buz kırıcı hizmetine ihtiyaç duyan gemiler düşük hızlarda seyretmek durumundadır. Bir gemi limana girene kadar buz kırıcıyı takip eder, limana girdikten sonra iskeleye kadar kendi koşullarıyla hareket eder. Fin kıyı iskelelerine serbest geçiş yolları takımadalar denizi rotasını takip eder. Takım adalar denizinde buz tabakası bazı bölgelerde bulunmaktadır. Bu sebeple bu bölgede ve kırık buz kanallarında seyir hızı minimum 5 knot olarak belirlenmiştir. Burada küçük gemilerin buzda seyir kapasitesinin büyük gemilere oranla daha düşük olduğu unutulmamalıdır.

Çizelge 2.1 Buz Klaslarına Göre Performans Gerekleri

PERFORMANS GEREKLERİ		
SINIF	HIZ	KANAL KALINLIĞI
1AS	5	1m
1A	5	1m
1B	5	0.8m
1C	5	0.6m

2.6. Teknenin Yapısal Dizaynı

Teknenin yapısıyla ilgili kurallar geminin birincil elemanlarının(dış kaplama,posta sistemi, stringerler, ve görderler) Baltık Denizinde seyreden gemiler üzerinde hesaplanan buz yüküne dayanabilmesi temeline dayanır.

2.7. Pervane, Şaft ve Techizat

Buz takviyeli gemilerde meydana gelen buz hasarları genellikle geminin pervane sisteminde oluşmaktadır. Kalın buz blokları sevk sistemi üzerinde büyük yükler oluşturmaktadır.Kurallarda buna dayanarak bazı takviyeler geliştirilmiştir.

3. ÇEŞİTLİ KLAS KURULUŞLARININ BUZ KLASI REGÜLASYONLARI

Fin-İsveç Buz Klası Kuralları'nın 2 ana sınıfı vardır. Bunlar; bir yıllık buzda seyredecek ticari gemilere uygulanacaklar (kış mevsiminde 120 cm veya daha az buz kalınlığına ulaşmış sular) ve çok yıllık buzlarda seyredecek (en az bir yazı geçirmiş deniz buzu ve en az 3m ve daha fazla kalınlığa sahip buzlar) ticari gemilere uygulanacak kurallardır.

Buz klasına sahip bir gemi hangi ülkenin klas kuruluşu tarafından klaslanacaksa onun uyguladığı regülasyonlara göre isimlendirilir.

Buzlu sularda seyir için zorunlu olan takviyelere ilişkin yapım kuralları isteklerine uygun olan gemilerin ve makina tesislerinin ana klas işaretlerine, aşağıda ("Buz Klası") için belirtilen ek klas işaretlerinden biri eklenir ve bu işaretler her klas kuruluşunda değişiklik göstermekle birlikte aslında aynı sınıfı belirtmektedir. Fin-İsveç Buz Klası Kuralları'nda belirtilen buz klası sınıflarının diğer klas kuruluşlarındaki karşılığı aşağıdaki tabloda gösterilmektedir:

Çizelge 3.1 Farklı Klas Kuruluşlarında Fin-İsveç Buz Klası Sınıfları Karşılıkları

KLAS KURULUŞLARI	BUZ KLASI SINIFLARI				
Fin-İsveç Buz Klası Kuralları	1A Super	1A	1B	1C	No Ice
Türk Loydu (TL)	B4	B3	B2	B1	B
Rusya Loydu	LU5	LU4	LU3	LU2	LU1
Amerikan Loydu(ABS)	1AA	1A	1B	1C	D0
Fransız Loydu(BV)	1A SUPER	1A	1B	1C	1D
Çin Loydu	B1*	B1	B2	B3	B
Norveç Loydu	ICE 1A*	ICE-1A	ICE-1B	ICE-1C	ICE-1D
Alman Loydu(GL)	E4	E3	E2	E1	E
İngiliz Loydu (LR)	1AS	1A	1B	1C	1D
Kore Loydu	ISS	IS1	IS2	IS3	IS4
Japon Loydu	1A SUPER	1A	1B	1C	1D
İtalyan Loydu(RINA)	1AS	1A	1B	1C	1D

Çizelge 3.2 Fin-İsveç Buz Klası Sınıflarını Açıklayan Tablo(FSICR,2008)

BUZ KLASI	AÇIKLAMA
IA Super	1m kalınlığında 1 yıllık buzlar içindir . IA Super, 1A Buz Klasından daha üstün özelliklere sahip gemilere verilir. Bu gemiler buz kırıcıların yardımı olmadan zorlu buz koşullarında seyredebilecek endaze formu ve makine gücüne sahip olmalıdırlar. Makine gücünün 2800 kW dan az olmasına izin verilmez.
IA	0.8m kalınlığında 1 yıllık buzlar içindir. Gerekli olduğu durumlarda buz kırıcılar yardımıyla zorlu buz koşullarında seyredebilecek makine ve konstrüksiyon özelliklerine sahip gemilerin sahip olduğu sınıftır. Makine gücünün 2800 kW dan az olmasına izin verilmez.
IB	0.6m kalınlığında 1 yıllık buzlar içindir. Normal buz koşullarında seyredebilecek makine ve konstrüksiyon özelliklerine sahip gemilerin sahip olduğu sınıftır.
IC	0.4m kalınlığında 1 yıllık buzlar içindir. Hafif buz koşullarında seyredebilecek makine ve konstrüksiyon özelliklerine sahip gemilerin sahip olduğu sınıftır.
II	Açık denizlerde seyredebilecek çelik konstrüksiyona sahip herhangi bir mukavemet takviyesi olmayan ve çok hafif buzlu koşullarda kendi makine gücüyle seyredebilecek gemilere verilen sınıftır.
III	Yukarıda bahsedilen buz sınıflarının hiçbirine sahip olamayan gemilere verilen sınıftır.

Bir gemi buz klası notasyonuna sahip olarak inşa edildiğinde, gemi sicil defterine işlenir. Buz klaslı gemilerde geminin yüzeceği maksimum draft (LWL) ve minimum draft (BWL) Tonaj Sertifikası'nda belirtilmelidir. Maksimum ve minimum baş ve kıç draftı ve minimum makine gücü geminin klas sertifikasına işlenmektedir.

4. BUZ KOŞULLARINDA PERFORMANS İHTİYACININ GEÇMİŞİ

Kuzey Baltık Denizi'nin transport sistemi buz takviyesine sahip gemiler buz kırıcılara dayanmaktadır. Performans ihtiyacı her buz sınıfı için ayrı ayrı belirtilmiştir. Bu gereklilikler Baltık Denizi'nin normal operasyonel durumuna göre belirlenmiştir. 1A Süper ve 1A buz sınıfları buz koşullarında çok iyi performansa sahiptir.

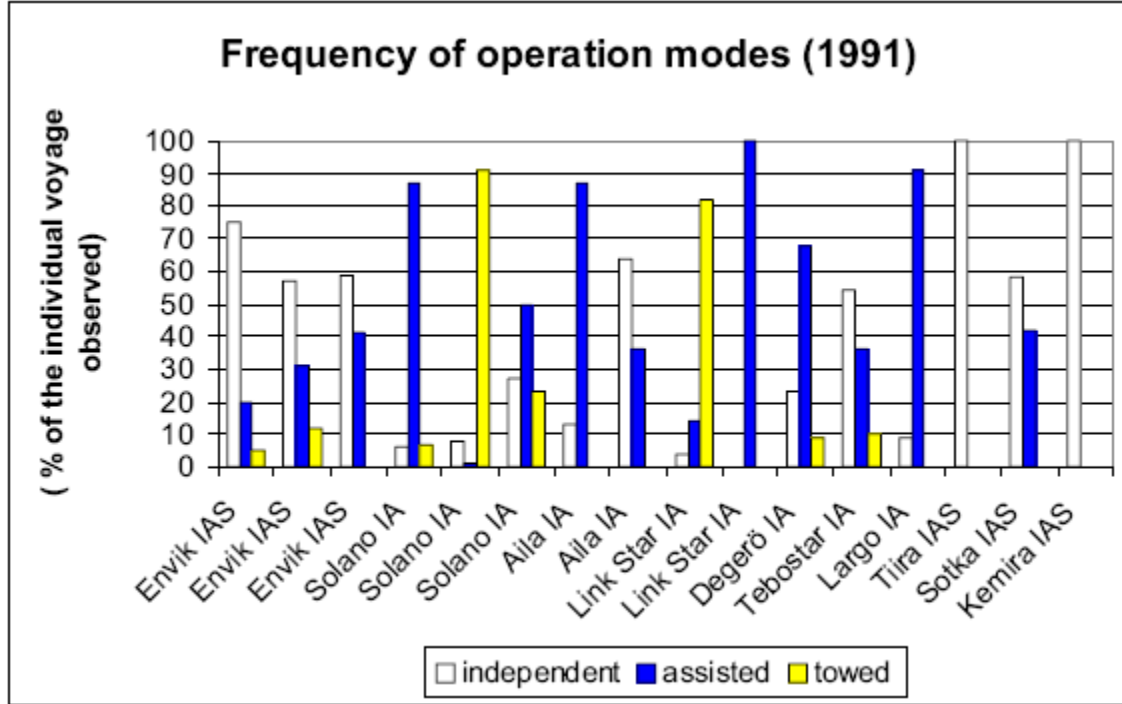
1A Süper Sınıfı; 1m kalınlığında buzlar içindir. Baltık Denizi'nde tüm yıl operasyona izin verir. Mevcut seyir kanallarında bağımsız seyre izin verir.

1A Sınıfı; 0.8 m kalınlığında buzlar içindir. Baltık Denizi'nde tüm yıl operasyona izin verir. Yeni kırılan buz kanallarında bağımsız seyre izin vermektedir.

Yukarıda açıklanan performans gereklilikleri 1990 yılında Helsinki Teknoloji Üniversitesi'nin Gemi Laboratuvarında Fin Navigasyon Birliği işbirliğiyle yapılan proje sonucu çıkarılmıştır. Çalışmanın amacı buzda seyir yapan gemilerin performansına etki eden faktörlerin bulunmasıdır. Çalışma süresince bilgi toplama işlemi 1990-1994 yılları arasında sürmüştür ve bu süre boyunca buz koşulları, operasyon koşulları ve ticari gemi performansları ile ilgili geniş bir databank oluşturulmuştur. beş senelik süreç boyunca araştırmacılar Baltık Denizinde seyreden gemilerle sayısız seferlere çıkmışlar ve bu bilgileri toplamıştır. (Juva M., Riska K.,(2002))

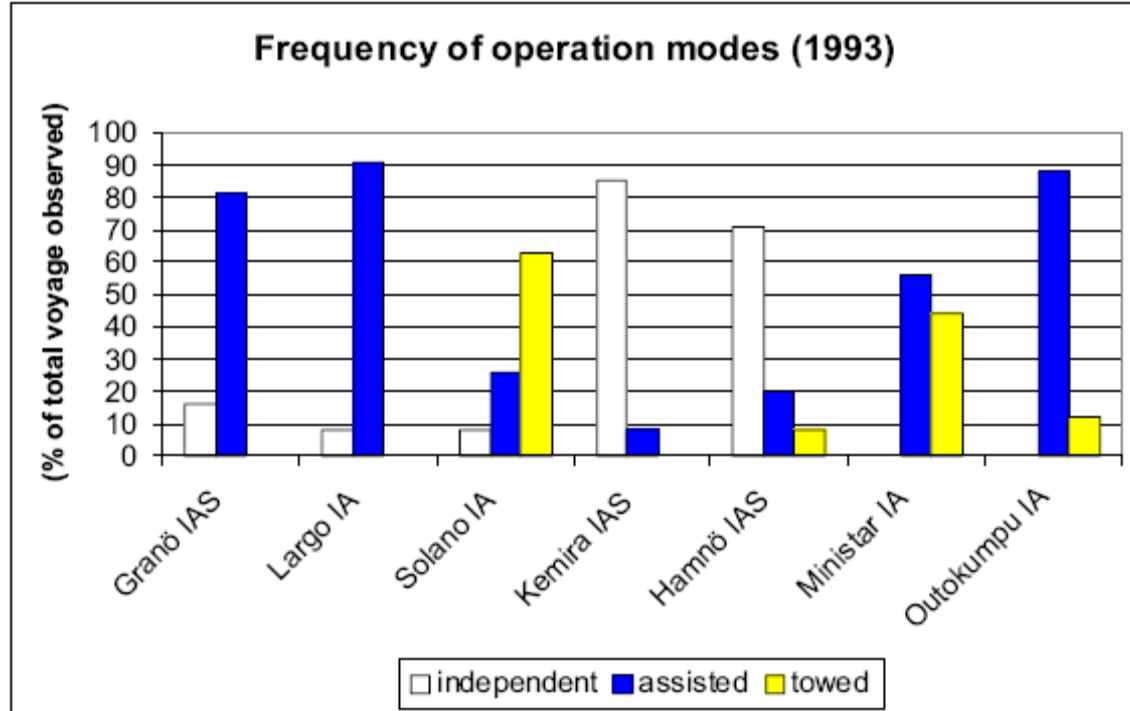
Bu çalışmanın en önemli sonuçları ticari gemilerinin operasyon durumlarının sıklığı ve en yaygın karşılaşılan buz koşullarının belirlenmiş olmasıdır. 1991, 1992 ve 1994 yıllarında elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekillerde açıklanmıştır.

Çizelge 4.1 1991 yılında Yapılan Çalışma Sonucu Operasyon Sıklığını Gösterir Tablo (Juva M., Riska K.,2002)

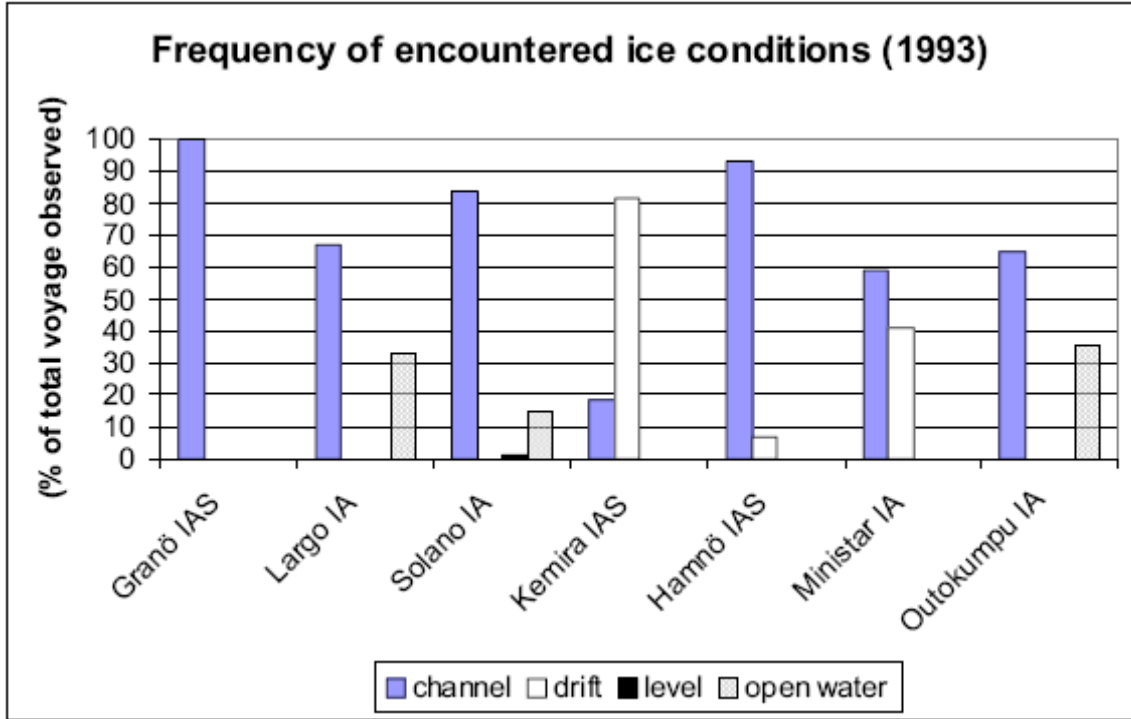


*Beyaz renk bağımsız, mavi buzkırıcı ile, sarı renk çekici ile çekilen gemileri göstermektedir.

Çizelge 4.2 1993 yılında Yapılan Çalışma Sonucu Operasyon Sıklığını Gösterir Tablo(Juva M., Riska K.,2002)

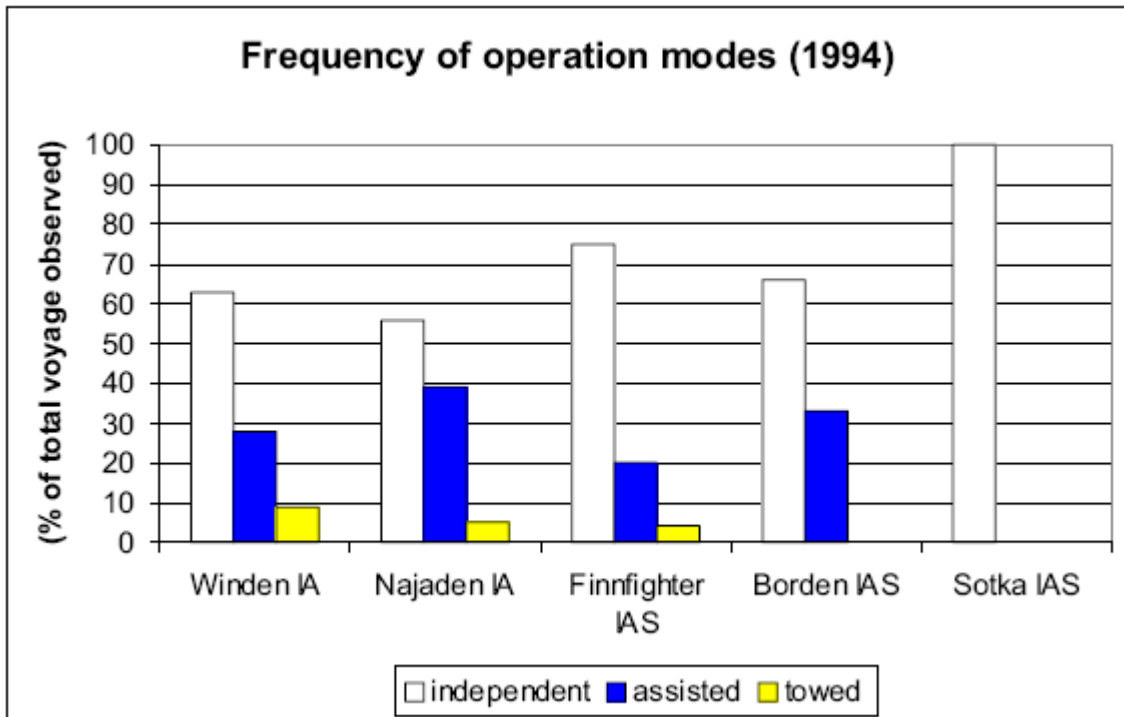


Çizelge 4.3 1993 yılında Yapılan Çalışma Sonucu Buz Koşullarını Gösterir Tablo(Juva M., Riska K.,2002)

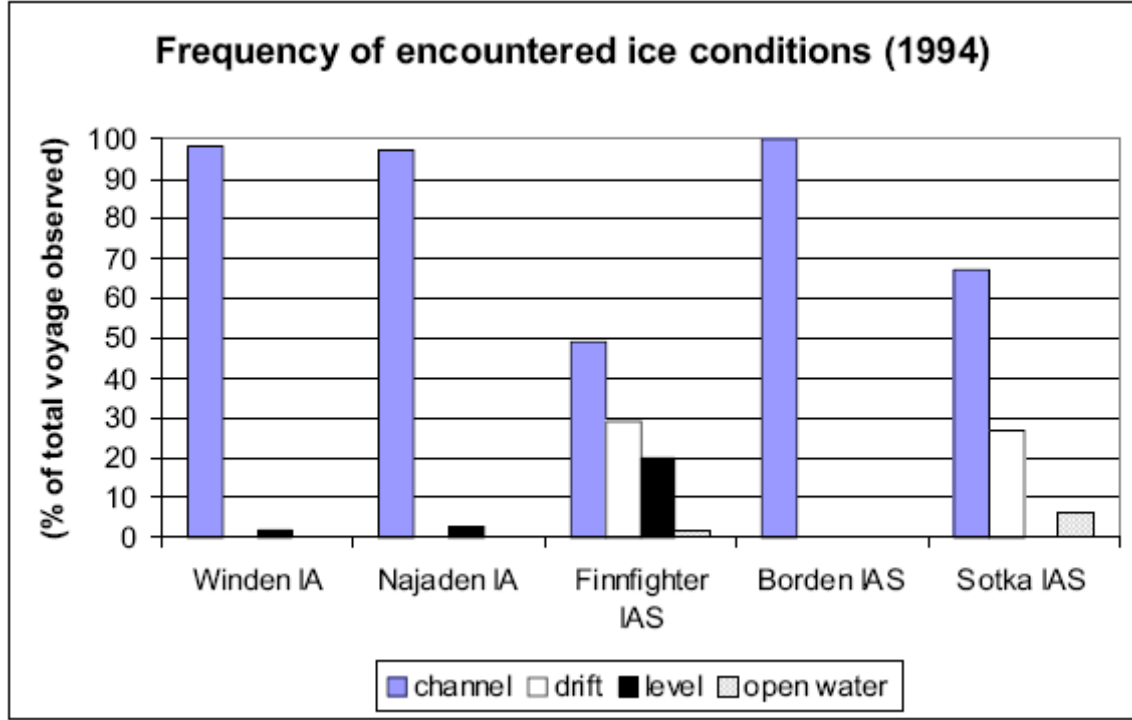


*Mavi renk kanalları, beyaz renk akıntıları, siyah renk dengeli durumu, beyaz renk açık denizi ifade etmektedir.

Çizelge 4.4 1994 yılında Yapılan Çalışma Sonucu Operasyon Sıklığını Gösterir Tablo(Juva M., Riska K.,2002)



Çizelge 4.5 1994 yılında Yapılan Çalışma Sonucu Buz Koşullarını Gösterir Tablo(Juva M., Riska K.,2002)



4.1. Buz Direnci Seviyesi

Günümüz seyir kanallarında kırık buzda karşılaşılan buz direnci iki bileşenden oluşur. Birincisi; kırılan buzun dibe ve yanlara yaptığı etki, ikincisi; paralel gövdeye sürtünme etkisidir. Aynı zamanda hıza bağlı bir etken de buz direncine etki etmektedir. Aşağıda buz direnciyle ilgili çalışmanın sonuçları açıklanmıştır. (Juva M., Riska K.,2002)

Model deneyi ve tam ölçekli test sonuçlarına göre, buz direnci seviyesi gemi hızıyla lineer olarak değişmektedir. Burada buz direnci R_i ; C_1 ve C_2 sabitlerine bağlı bir parametredir.

$$R_i = C_1 + C_2 \cdot v \quad (4.1)$$

$$C_1 = f_1 \frac{1}{2 \frac{T}{B} + 1} BL_{\text{par}} h_i + (1+0.021\Phi)(f_2 B h_i^2 + f_3 L_{\text{bow}} h_i^2 + f_4 L_{\text{bow}} h_i) \quad (4.2)$$

$$C_2 = (1+0.021\Phi)(g_1 h_i^{1.5} + g_2 B h_i) + g_3 h_i \left(1 + 1.2 \frac{T}{B} \right) \frac{B^2}{\sqrt{L}}$$

Burada;

h_i = buz kalınlığı

B = gemi genişliği

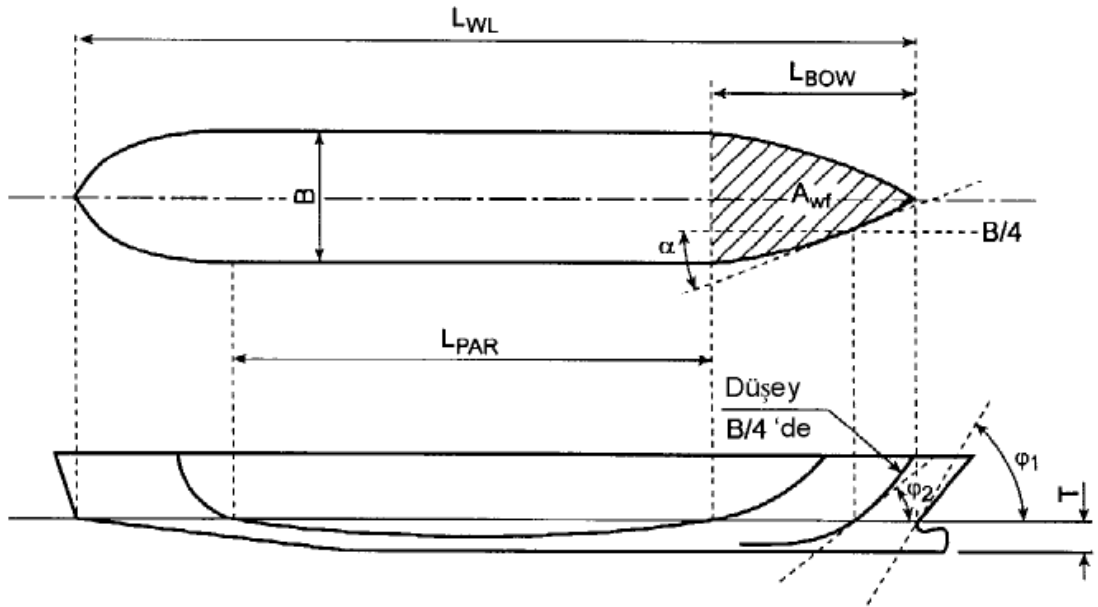
T =draft

L =Kaimeler arası boy

L_{par} = Paralel gövde boyu (Bknz: Şekil 1)

L_{bow} = Gemi baş tarafının boyu (Bknz: Şekil 1)

Φ = CL ile baş giriş açısı



Şekil 4.1 L_{par} , L_{bow} ve T Değerlerini Gösterir Şekil (FSICR,2008)

Model ve tam ölçekli gemiden alınan sabitler aşağıdaki gibidir;

$$f_1 = 0.23 \text{ kN/m}^3 \quad g_1 = 18.9 \text{ kN (m/s}^2\text{m}^{1.5}\text{)}$$

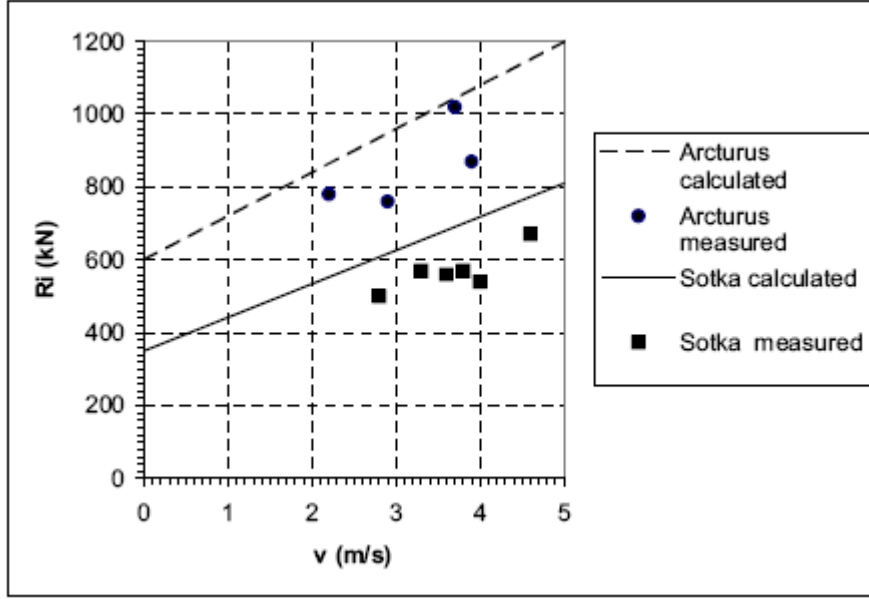
$$f_2 = 4.58 \text{ kN/m}^3 \quad g_2 = 0.67 \text{ kN (m/s}^2\text{m}^2\text{)}$$

$$f_3 = 1.47 \text{ kN/m}^3 \quad g_3 = 1.55 \text{ kN (m/s}^2\text{m}^{2.5}\text{)}$$

$$f_4 = 0.29 \text{ kN/m}^3$$

MT Sotka ve MV Arcturus gemileri için tam ölçekli direnç tahminleri aşağıda Çizelge 4.6 da açıklanmıştır. Hesaplanan direnç değerleri ölçülene göre biraz daha yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni eğilme momenti ve sürtünme değerlerinin yaklaşık olarak alınmasıdır. ($\sigma_f=500$ kPa ve $\mu=0.15$)

Çizelge 4.6 MT Sotka ve MV Arcturus gemileri için hesaplanan direnç değerleri (Juva M., Riska K.,2002)



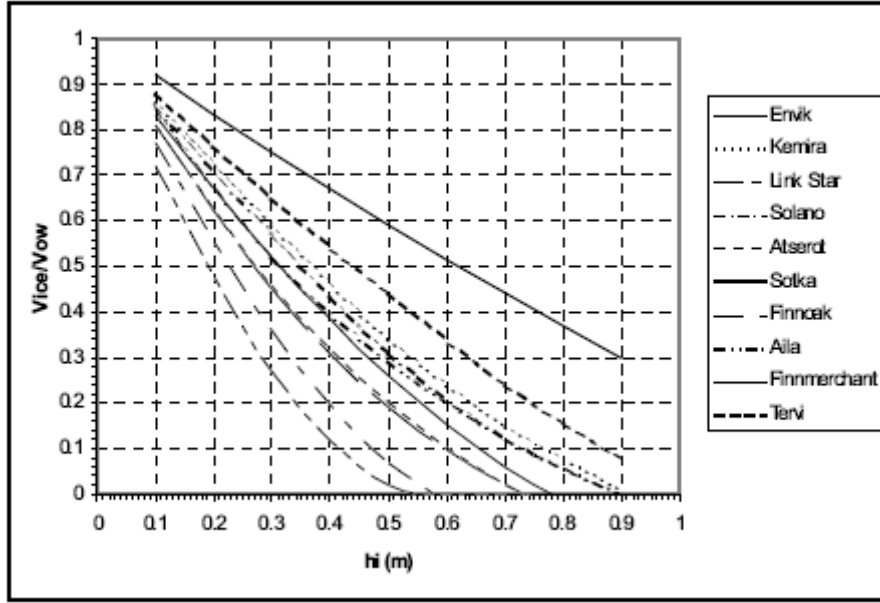
*MT Sotka ($h_i = 0.5$) ve MV Arcturus ($h_i = 0.45$) alınmıştır

Direnç formülasyonunun hesaplandığı gemiler Tablo 7 de verilmiştir. Bütün gemiler buz takviyeli kargo gemileridir ve çıkarılan direnç eşitlikleri bu tip gemiler için uygundur.

Çizelge 4.7 Buz Direnci Formülasyonunda Kullanılan Gemiler (Juva M., Riska K.,2002)

Ship	Class	L	B	T	Ps (MW)	Dp	Δ (t)
Envik	IA Super	96	16.2	5.2	2.74	3.05	5583
Kemira	IA Super	105	17	6.6	4.12	4.15	8565
Link Star	IA	98	17	5.8	2.96	3.6	6877
Solano	IA	116.3	21	6.2	5.52	3.8	10458
Atserot (ex: Tebostar)	IA	105.3	17.6	6.6	3.68	3.7	7810
Sotka	IA Super	150	21.5	9.5	11.47	5.45	22033
Finnoak (ex: Ahtela)	IA Super	112	19	6.1	5.92	3.7	9200
Aila	IA	97.4	16	5.8	2.96	3.6	6320
Arcturus	IA Super	146	25	7.3	13.2	5.7	18000
Tervi	IA	193.7	30.2	12	10.8	7.4	57300

Çizelge 4.8 Yukarıdaki On Geminin Performans Analizleri (Juva M., Riska K.,2002)



Tabloda MV Sotka gemisinin performansının çok iyi olduğu açıkça görülmektedir. Diğer gemiler sadece 40 cm ve 85 cm kalınlığında buz sınırlarında iyi performans göstermektedir.

4.2. Kanal Direnci

Dizayn sırasında performans gerekliliği önemli bir noktadır. Bu noktada kanal direnci her buz sınıfı için FSICR' a göre değişmektedir. Direnç eşitlikleri ϕ ve α baş bodoslama giriş açılarını içermektedir. Bu değerler buz kırıcı kuvvetlerin en çok geldiği orta simetri ekseninde baş bodoslamadan ölçülür. Bu açılar, ϕ_1 ve ϕ_2 açıları olarak şekil 2 de gösterilmiştir.

Elde edilen direnç değeri için formüller aşağıdaki gibidir;

$$R_{ch} = C_1 + C_2 + C_3 [H_F + H_M]^2 [B + C_\psi H_F] C_\mu + C_4 L_{par} H_F^2 + C_5 \left[\frac{LT}{B^2} \right]^3 \frac{A_{WF}}{L} \quad (4.3)$$

$$H_F = 0.26 + (H_M B)^{0.5} \quad (4.4)$$

$$C_\mu = 0.15 \cos \Phi_2 + \sin \psi \sin \alpha, 0.45 \text{ min} \quad (4.5)$$

$$C_\psi = 0.047 \psi - 2.115, \text{ min } 0 \quad (4.6)$$

$$\psi = \arctan \left[\frac{\tan \phi_2}{\sin \alpha} \right] \quad (4.7)$$

$$C_1 = f_1 \frac{1}{2 \frac{T}{B} + 1} BL_{\text{par}} + (1+0.021\Phi)(f_2 B + f_3 L_{\text{bow}} + f_4 B L_{\text{bow}}) \quad (4.8)$$

$$C_2 = (1+0.063\Phi_1)(g_1 + g_2 B) + g_3 \left(1 + 1.2 \frac{T}{B} \right) \frac{B^2}{\sqrt{L}} \quad (4.9)$$

(4.8) ve (4.9) eşitlikleri sadece 1A Süper Klasına uygulanabilir. C_1 ve C_2 , parçalı buzun birleşmiş en üst tabakasını hesaba katar ve 1A, 1B, 1C buz sınıfı için sıfır alınabilir.

$$C_3 = 845.576 \text{ kg/m}^2 \text{s}^2$$

$$C_4 = 41.74 \text{ kg/m}^2 \text{s}^2 \text{ alınabilir.}$$

C_5 çizelge 4.9 a göre seçilir.

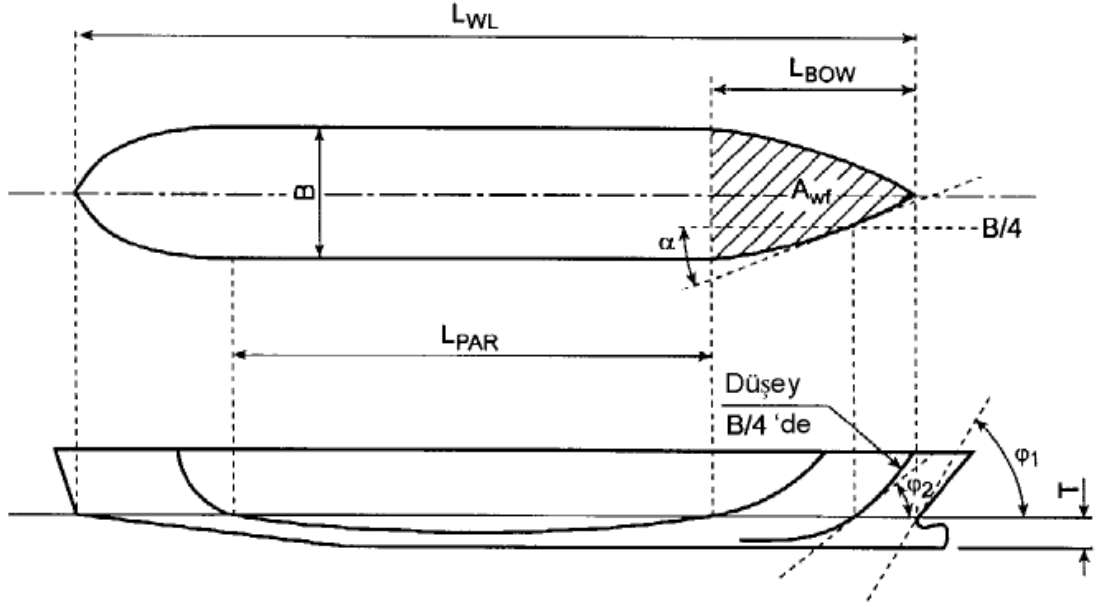
$H_M = 1.0 \text{ m}$ 1A Super ve 1A buz sınıfı için

= 0.8 m 1B Buz sınıfı için

= 0.6 m 1C Buz sınıfı için

Çizelge 4.9 Buz Sınıfı Sınıflarına Göre H_M , h_i VE C_5 Katsayılarını Gösterir Tablo(Juva M., Riska K.,2002)

Ice class:	1A Super	1A	1B	1C
H_M [m]	1.0	1.0	0.8	0.6
h_i [m]	0.1	0	0	0
C_5 [kg/s]	825.6	825.6	660.5	495.4



Şekil 4.2. Baş bodoslama eğim açısı φ_1 ve CL dan B/4 mesafede baş kısmının açısı φ_2

L_{PAR} = Paralel gövde boyu, [m].

L_{pp} = Kaimeler arası boy, [m].

L_{BOW} = Baş kısım boyu, [m].

T = Geminin gemi ortasındaki maksimum ve minimum buz klası draftı, [m],

A_{wf} = Baş kısmın su hattı alanı, [m²]

φ_1 = Merkez hattında baş bodoslama eğim açısı, [°]. Balıblı gemilerle φ_1 90° olarak alınacaktır.

φ_2 = B/4'de baş kısım eğim açısı, [°], $\varphi_{2maks} = 90^\circ$

α = B/4'de su hattı açısı

Çizelge 4.10 Geminin Direnci İçin Formülün Uygulanma Aralığı(FSICR,2008)

Parametre	Minimum	Maksimum
α [°]	15	55
φ_1 [°]	25	90
φ_2 [°]	10	90
L_{pp} [m]	65,0	250,0
B [m]	11,0	40,0
T [m]	4,0	15,0
L_{BOW} / L_{pp}	0,15	0,40
L_{PAR} / L_{pp}	0,25	0,75
D_p / T	0,45	0,75
$A_{wf} / (L_{pp} \cdot B)$	0,09	0,27

4.3. İtme Gücü Yaklaşımı

Gerekli sevk gücü; dizayn hızında ve dizayn buz koşullarında buz direncini aşmak için gerekli gücü ifade eder. FSCIR'a göre gerekli sevk gücü P_s aşağıdaki gibidir:

$$P_s = K_p \frac{(R_{ch})^{\frac{3}{2}}}{D_p} \quad (4.10)$$

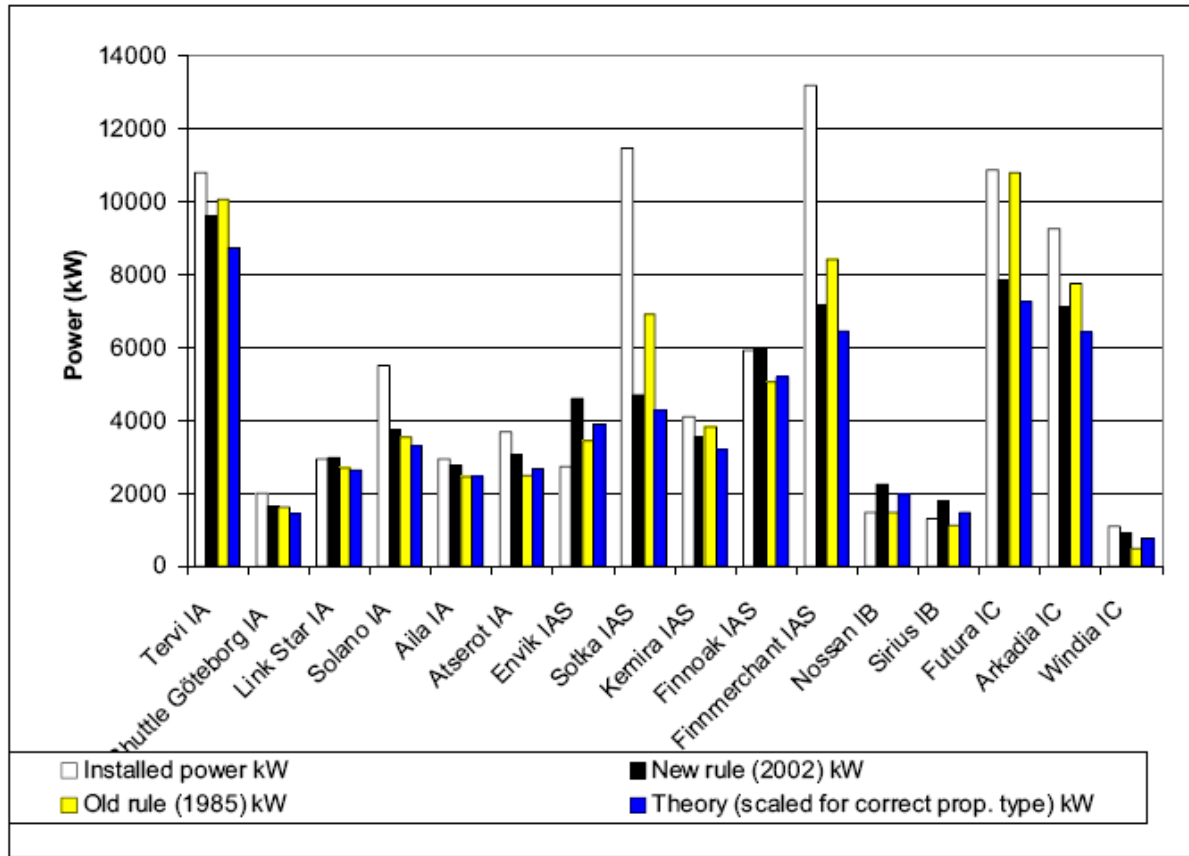
D_p (m) pervane çapı, R_{ch} (kN) kanal direncini ifade eder.

4.4. Karşılaştırma

Çizelge 4.11 de çalışmada kullanılan gemilerin gerekli sevk gücü hesaplanmıştır. Burada amaç buz koşullarında farklı buz klasına sahip gemilerin sevk güçlerinin karşılaştırılmasıdır. Bu gemilerin buz direnci (4.3) eşitliğine göre hesaplanmıştır. Tabloda ayrıca gerçek makine güçleri, yeni güç hesabı (2002 FSCIR'a göre) ve eski güç hesabı (1985 FSCIR'a göre) verilmiştir.

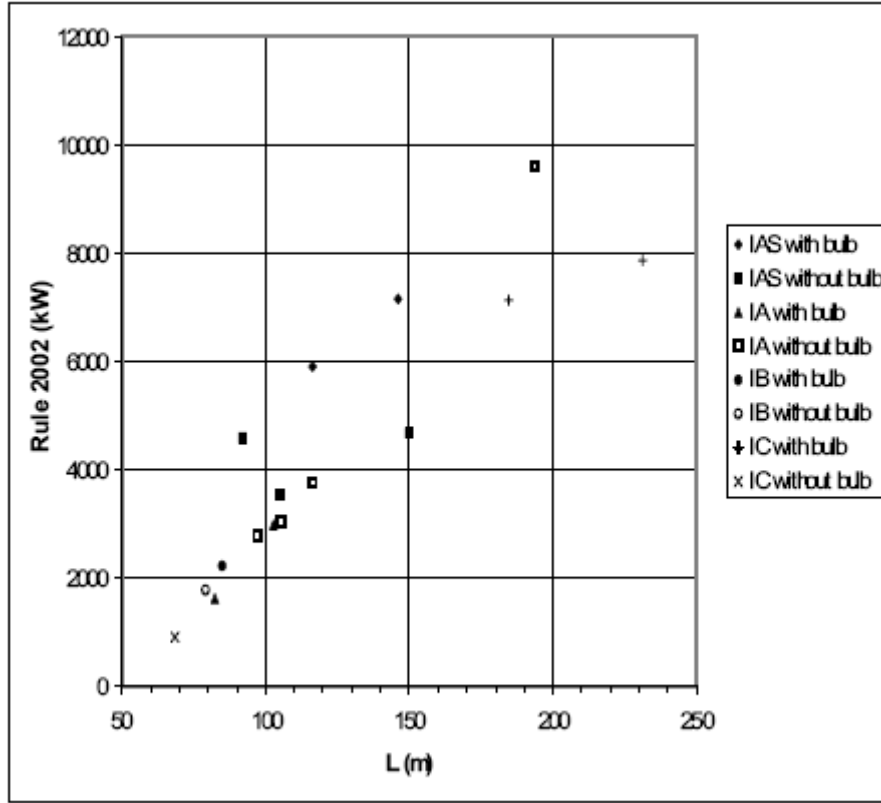
Çizelge 4.11 Değişik Kurallara Göre Gerekli Sevk Güçleri Karşılaştırması (Juva M., Riska K.,2002)

Laiva	Luokka	Bulb	DWT ton	α deg	ϕ_1 deg	ϕ_2 deg	L m	B m	T m	Lbow m	Lpar m	Awf m ²	Dp m	Propeller no	Propeller type	Rch rule (2002) kN	Installed power kW	New rule (2002) kW	Old rule (1985) kW	Theory (scaled for correct prop. type) kW
Tervi IA	IA	n	45000	53	41	41	193,7	30,2	12	32,9	136	680	7,40	1	CP	1071,1	10800	9616	10081	8750
Shuttle Göteborg IA	IA	y		50	90	25	82,5	13	3,6	6,6	74,2	46,7	3,20	1	CP	187,8	2000	1633	1625	1441
Link Star IA	IA	y	4017	23	90	41	102,7	17	5,8	29,4	44	340	3,60	1	CP	304,1	2960	2991	2685	2639
Solano IA	IA	n	7769	23	31	29	116,3	21	6,2	33,4	51	440	3,80	1	CP	367,7	5520	3767	3543	3311
Alla IA	IA	n	4402	23	31	60	97,4	16	5,8	25	33	280	3,60	1	CP	290,2	2960	2788	2450	2470
Atserot IA	IA	n	6060	19	47	35	105,3	17,6	6,6	33,5	37	400	3,70	1	CP	312,9	3680	3037	2507	2680
Envik IAS	IAS	n	3683	38	39	39	92	16,2	5,2	24,4	38	310	3,05	1	CP	362,0	2740	4584	3453	3911
Sotka IAS	IAS	n	15954	24	29	29	150	21,5	9,5	32,4	77	490	5,45	1	CP	541,3	11470	4691	6927	4293
Kemira IAS	IAS	n	5583	22	35	35	105	17	6,6	32,3	41	420	4,15	1	CP	375,4	4120	3557	3836	3181
Finnoak IAS	IAS	y	5399	19	90	35	116,2	19	6,1	43,1	50	490	3,70	1	CP	488,3	5920	5921	5046	5195
Finmerchant IAS	IAS	y	13025	17	90	24	146	25	8,3	52,9	73	710	5,70	1	CP	739,0	13200	7154	8423	6459
Nossan IB	IB	y		35	90	73	84,9	13,2	5,5	14,8	54,9	148	3,20	1	CP	231,9	1470	2240	1467	1962
Sirius IB	IB	n		19	61	47	79	12	4,6	24,9	38,4	138	2,20	1	FP	144,8	1300	1789	1134	1490
Futura IC	IC	y	95195	34	90	90	231,2	40	14	47,6	131,7	1480	7,80	1	CP	971,0	10860	7874	10791	7263
Arkadia IC	IC	y	47442	37	90	67	184,5	32,2	11,7	27,1	126,4	585	5,40	1	CP	711,7	9267	7137	7746	6419
Windia IC	IC	n		23	66	39	68,3	11,9	4,1	20,4	25,2	161	2,10	1	FP	90,0	1100	919	505	765

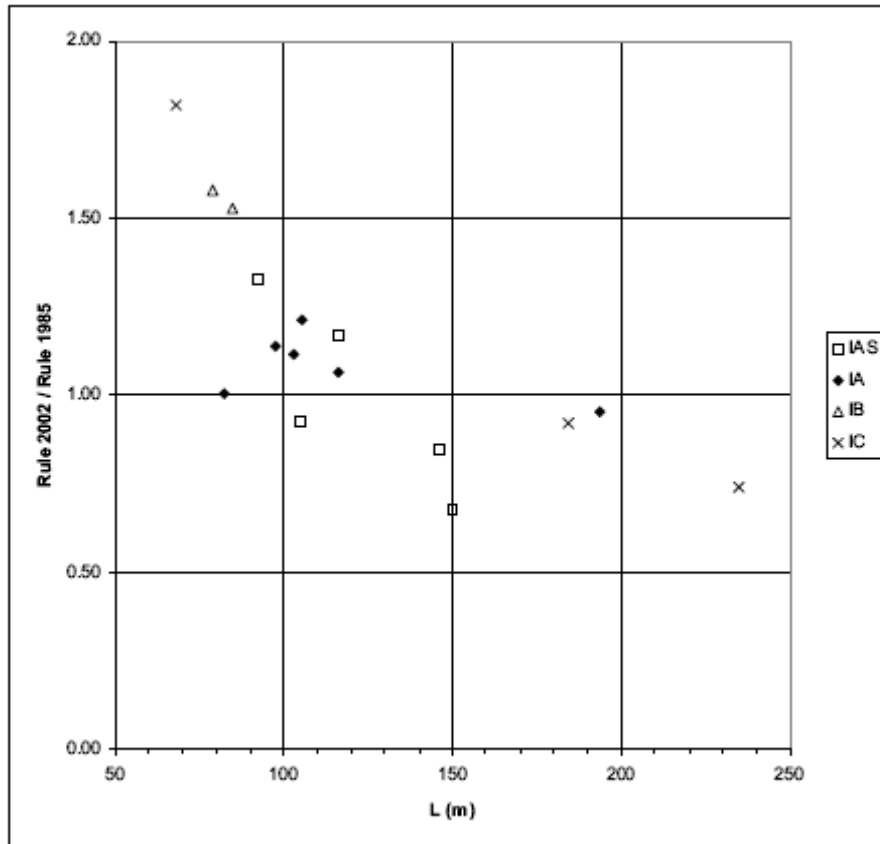


Şekil 4.3 Değişik Kurallara Göre Gerekli Sevk Güçleri Karşılaştırması (Juva M., Riska K.,2002)

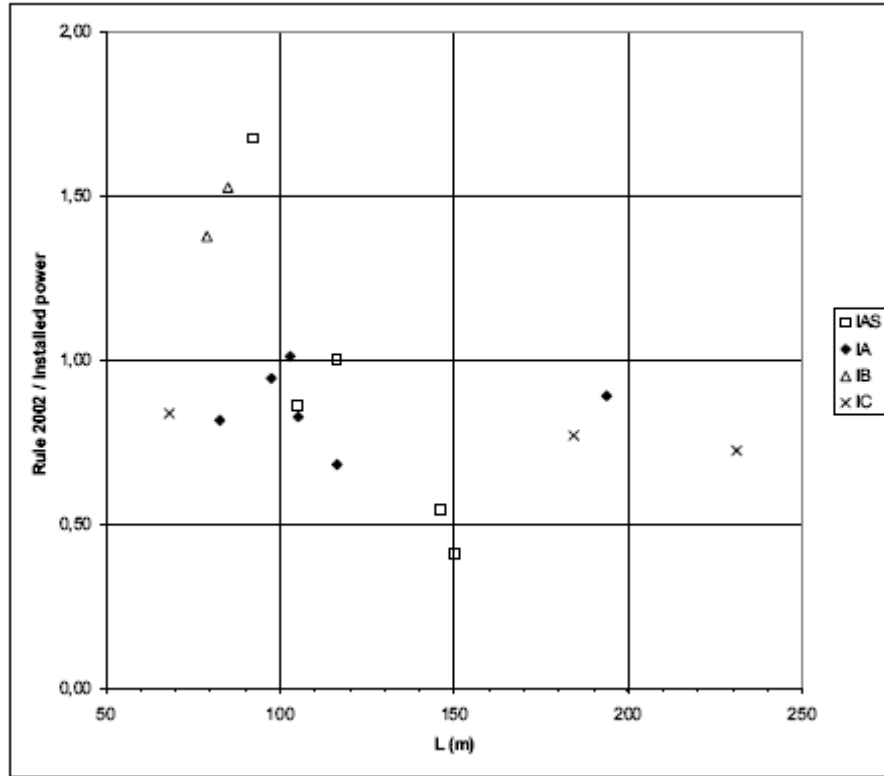
*Beyaz renk gerçek makine gücünü, siyah renk yeni kurallara göre gücü, sarı renk eski kurallara göre gücü ve mavi renk teorik gücü ifade eder.



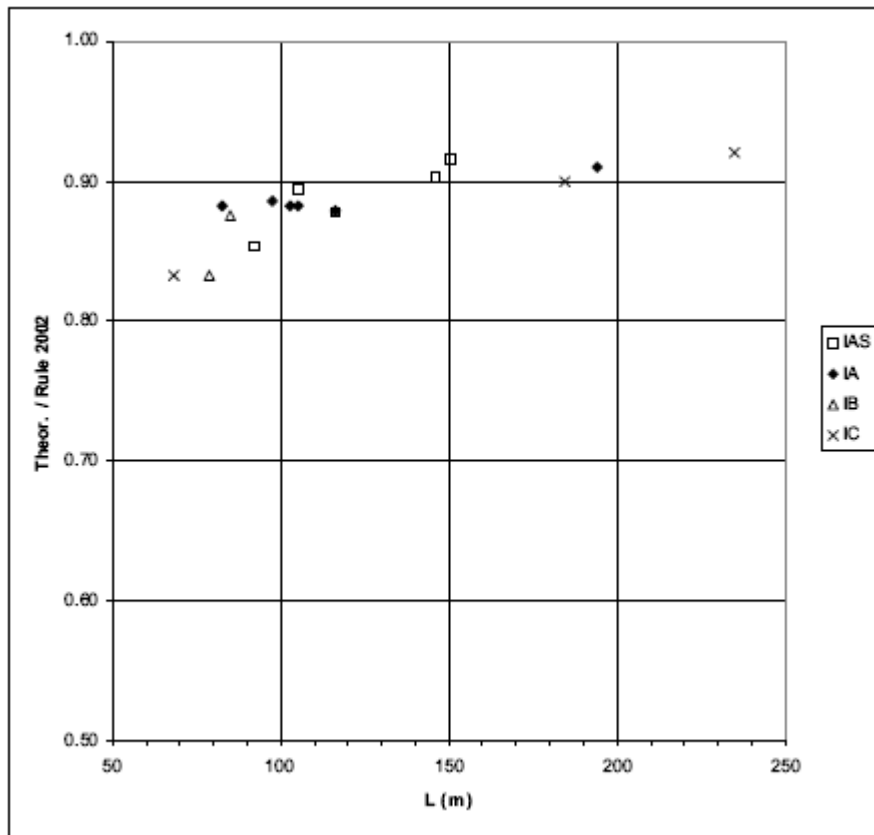
Şekil 4.4 Gemi boyuna göre 2002 kurallarıyla hesaplanan güçler (Juva M., Riska K.,2002)



Şekil 4.5 Gemi boyuna göre 1985 ve 2002 kurallarıyla hesaplanan güçler(Juva M., Riska K.,2002)



Şekil 4.6 Gemi boyuna göre gerçek güç ve 2002 kurallarıyla hesaplanan güçler oranı (Juva M., Riska K.,2002)



Şekil 4.7 Gemi boyuna göre teorik güç ve 2002 kurallarıyla hesaplanan güçler oranı (Juva M., Riska K.,2002)

5.BUZ KLASINA SAHİP GEMİLERDE SEYİR KOŞULLARI

Baltık Denizi'nin güçlü buz yapısı ve tuzsuz olması nedeniyle bu sularda seyredecek gemilerin yüksek mukavemetli bir yapıya sahip olması gerekmektedir. FMA ve SMA aynı zamanda seyir limitleri, hava şartlarını haftalık rapor olarak yayınlamaktadırlar.

Buz/buzlanma raporları Arctic, Iceland, Baltic Sea, E coast of Canada Gulf of Saint Lawrence, Gulf of Alaska, Bering Sea, Sea of Okhotsk Sea of Japan and Antarctica için etkili buzlanma olduğunda yayınlanır. Bu raporların ayrıntıları ve yayınlanan telsiz istasyonları Admiralty List of Radio Signals Vol.5'te verilmektedir. "International Ice Patrol" servisini Amerika Birleşik Devletleri Sahil Güvenlik Teşkilatı (USCG) işletir ve bu işin masrafını 1974 Solas Konvensiyonuna imza atan Devletler tarafından toplanır. Bu servisin ana amacı, Kuzey Atlantik'te Grand Banks of Newfoundland yakınındaki deniz buzu ve buzdağı limitleri ve sahası konusunda gemileri uyarmaktır. Servis buz/buzlanma mevsimi süresince Şubat sonu veya Mart başından yaklaşık Haziranın sonuna kadar hizmet verir.

Uluslar arası buz devriyesi, Titanic gemisinin 1912 yılında batması sonucu 1913'de toplanan SOLAS için uluslar arası konvensiyon tarafından 1914'te kurulmuştur. Titanic ilk seferinde bir buz dağına çarpması sonucu batmış ve 1513 kişinin ölümüne neden olmuştur. 1960 ve 1974 yıllarında SOLAS Konvensiyonlarında varılan antlaşmaya uygun olarak, "Uluslar arası Buz Devriyesi", yayınlamakla sorumlu olan U.S.Coast Guard tarafından yürütülmektedir. Belle Isle Boğazı da dahil olan Labrador ve New-foundland sahil suları ve St. Lawrence Körfezi için buz durumlarıyla ilgili bilgi ECAREG (Eastern Canada Traffic System) Canada tarafından herhangi bir sahil güvenlik telsiz istasyonu vasıtasıyla Aralık ayından Haziran ayının sonuna kadar toplanır. Bu bölgeler için deniz buz bilgileri Dartmouth, Nova Scotia, Sydney, Halifax, St. John's marine radio da bulunan buz operasyonları zabiti tarafından edinilir.

5.1.Gemilerde Buzlanma

Üst yapı buzlanması, üst yapının ve donanımın yerine ve boyutuna olduğu gibi yükleme koşullarına, meteorolojik şartlara ve rüzgarlı havalardaki geminin durumuna bağlı karışık bir süreçtir. Buz oluşumunun daha fazla bilinen bir sebebi, geminin üst yapısı üzerinde su

damlacıklarının birikimidir. Bu damlalar, ilerlerken geminin oluşturduğu dalga kırılmaları ile rüzgarın püskürtmesi sonucu meydana gelir. Buz oluşumu ayrıca, yağın karın miktarı, deniz sisi, ani sıcaklık düşüşü durumlarında ve geminin üst yapısına temas eden yağmur damlalarının donması sonucu meydana gelir. Buz oluşumu bazen güvertede kalan ve gemide nakledilen su ile oluşur.



Şekil 5.1. Gemilerde güverte üstü buzlanmasına örnek

Geminin buzlanması, rüzgar ve denizlere bağlı olarak geminin rotasının etkisidir ve genellikle şu bölgelerde şiddetli olarak görülür: baş bodoslama, küpeşteler, punteller, üst yapı ve güverte binalarının rüzgar yönüne bakan kısımları, zincir loçaları, demirler, güverte donanımı, baş kasara ve kış kasara, lumbar kapakları, telsiz antenleri, ıstralya halatları, çarmıh halatları, direkler,serenler.

Bazı durumlarda, gemilerin üst yapılarında ve güvertelerinde tatlı su ya da deniz suyu ile buzlanma oluşur ve birikim yapar, bu ciddi şekilde tehlikeli olabilir. Bu şekilde buzlanma şu üç sebepten meydana gelir.

- a. Sis, nispi olarak sıcak bir deniz yüzeyinden buharlaşma ile oluşan sisin donma şartlarıyla birleşmesi dahil
- b. Yağmur, çisenti veya yeni yağın karın donması
- c. Hava sıcaklığı deniz suyu donma noktasının (yaklaşık -2°C) altında olduğu zaman geminin üzerine gelen deniz suyu ve serpintiler.

5.1.1. Tatlı Sudan Oluşan Buzlanma

Sis, çisenti veya kar nedeniyle donanımların üzerinde biriken buzun ağırlığı artması ile geminin GM'ine negatif etki edebilir.

Buzlanma birikimi başladıktan hemen sonra antenler veya izolatörler üzerindeki buzlanma nedeniyle radar ve telsiz arızaları görülmüştür.

Buna rağmen buz miktarı, düşük sıcaklıklardaki dalgalı bir havada bir geminin üzerine büyük dalga ve serpintiler geldiği zaman oluşan buz miktarına göre azdır.

5.1.2. Deniz Suyundan Oluşan Buzlanma

Hava sıcaklığı deniz suyunun donma noktasının altında olduğu zaman ve gemi büyük dalgalı bir denizde iken, deniz tarafından sık sık yıkanmakta olan teknenin su hattı üzerindeki kısmında ve üst yapının üzerinde önemli miktarda su buzlanacaktır. Hava ve su sıcaklıklarını düşmesi ile buzlanma miktarı hızla artacak ve aşırı durumlarda gemilerin alabora olmasına sebep olabilir.

Hava sıcaklığı yaklaşık -2°C veya altında iken kuvvetli rüzgarlar birlikte olması tehlikeli durumlardır; yağmurun donması ya da yağın kar miktarı tehlikeyi artırır. Rüzgar hızı 6 Beaufort kuvvetinin üzerine çıktığında ve hava sıcaklığı yaklaşık -2°C'nin daha da altına düştüğünde, buzlanma birikiminin hızı devamlı olarak artacaktır. Ayrıca deniz suyu sıcaklığının düşmesi ile de buzlanma miktarı artar. Buzlanma birikimi miktarı ayrıca, geminin hızı, dalgalara ve rüzgara göre nispi rotası ve her geminin özel dizayn gibi faktörlere de bağlıdır.

Üst yapı buzlanması, hava sıcaklığı -2, 2°C veya daha az ve rüzgarlar 17 knot veya daha fazla

iken ve bu şartların birlikte olduğu zamanlarda meydana gelir. Genel örnekleme ile, 5 Beaufort kuvvetindeki rüzgarlar ince buzlanma, 7 kuvvetindeki rüzgarlar orta buzlanma ve 8'in üzerindeki kuvvette esen rüzgarlar şiddetli buzlanma oluşturur. Bu koşullarda, en şiddetli buz oluşumu, rüzgar ve denizin pruvadan geldiği zamanlarda yaşanır. Rüzgar bordadan ve omuzluktan estiğinde, geminin rüzgara bakan kısmı üzerinde buz daha hızlı toplanır ve bu son derece tehlikeli olan geminin bir tarafa bayılmasına neden olur.

5.2. Buzda Seyir

Denizin üzerindeki buz/buzlanma, bir buz kıran (ice breker) bile olsa herhangi bir gemi için engeldir. Buzda seyir konusunda tecrübeli kaptanların tavsiyesi, her formdaki buzlanmanın dayanıklılığı ve gözükmeyen gücü için sağlıklı bir ilgi geliştirmektir. Buna rağmen, iyi durumdaki gemiler yetenekli ellerle buzla kaplı sularda başarılı olarak çalıştırılabilir.

Buzda başarılı bir seyrin ilk prensibi, manevra serbestini sürdürmektir. Bir gemi buzda bir kere kapana sıkışırsa, buz nereye giderse, gemide oraya gider. Buzda seyir, büyük sabır gerektirir ve bu buz kıran eskortlu veya eskortsuz yorucu bir iş olabilir. Sınırları bilinen zor buz bölgesinin etrafındaki uzun yol, daha çok açık denizlere veya limana çıkan en hızlı ve en güvenli yoldur.

Tecrübeler göstermektedir ki, daha kalın oluşumlu buz bölgelerinde gemilerin uygulamış olduğu üç temel kural şöyledir:

- çok yavaş dahi olsa, geminin yolunu muhafaza etmek,
- buza karşı değil buz hareketi ile çalışmaya denemek,
- aşırı hız, buzdan zarar görmek demektir.

5.2.1. Buza Girmeden Önce Göz Önüne Alınacak Hususlar

Akıntı ve rüzgarın etkisi altında buzlar devamlı hareket halindedir, yüzer haldeki buzlara rüzgar daha çok etki eder. Rüzgarın bir değişim ile bazen birkaç saat içinde, buz durumu tamamen değişebilir.

Sıcaklık donma noktasının altına düştüğü zaman buzlar birbirleriyle kaynaşır. Sıkışık olmayan kırılmış parçalar halinde ve ayrı ayrı buz kitleleri olan bir bölgede çok çabuk katı bir buz kitlesine dönüşebilir ve bu durum buz kıranlar için bile ciddi problem teşkil eder.

Uygulanabilir olduğunda, köprü üstünden gözle kestirilemeyen açık suları ve buzlar arasında uzaktaki açıklıkların/çatlakların keşfi için direktteki gözcü kulübesinde bir gözcü bulunmalıdır. Eğer bir alternatif olarak uzun bir rota varsa, buza girilmemelidir.

Buza girmeye karar vermeden önce aşağıdaki faktörlerin dikkate alınması gerekir:

- buz tipi,
- yılın hangi ayında olunduğu, hava durumu ve sıcaklık,
- operasyon bölgesi,
- buz kıranların mevcudiyeti,
- beklenen buz/buzlanma tipine göre geminin buz sınıfı
- tekne, makine ve teçhizatın durumu ve yakıt, yedek parça ve kumanya durumu.
- geminin çektiği su, pervane üzerindeki su derinliği, dümen ve pervanenin tipi,
- köprü üstündeki sorumlu kişinin buzda seyir konusunda tecrübesi.

Tasarlanan orijinal rotalarda modern çelik gemilerle yapılacak bir seyre ince yeni buz izin verir. Geminin buz sınıfına göre, kalınlaşmış bir yıllık buzda veya eski buzda başarılı olmayabilir, ya rüzgar veya akıntının değişmesi ile şartlarda düzelme oluncaya kadar ya da bir buzkıran gemisi gelinceye kadar, durup beklenmesi gerekir.

5.2.2.Gemilerin Bağımsız Seyretmesi

Tecrübe göstermiştir ki, yeterli güçteki buz sınıfı olan gemi 6*10-7/10 oluşum oranındaki ilk yıl buzu boyunca seyredebilirken, yaklaşık 12 knot açık su hızıyla seyreden buz sınıfı olmayan gemiler kısmen hafif buz şartlarıyla kuşatılabilirler. Buz sınıfı gemiler, rota tavsiyesinden başka hiçbir yardım almaksızın, bağımsızca seyredebilirler.

5.2.3. Seyir Sırasında Dikkat Edilecekler

Yetkili makam tarafından uygun bir rapor etme sistemiyle tavsiye edilen rota, en son mevcut bilgileri içerir ve gemi kaptanlarının rotalarını buna göre düzenlemeleri tavsiye edilir. Buzda

seyirle ilgili aşağıdaki notlar dikkate alınmalıdır:

- Uzun olmasına rağmen alternatif bir rota varsa, buza girmeyiniz.
- Buzun zorluğunu küçümsemek oldukça tehlikeli ve çok kolaydır.
- Başlangıç etkisini almak için buza düşük hızda giriniz; girer girmez, ilerlemeye ve geminin kontrolüne devam etmek için hızı artırınız.
- Her zaman için “tam yol tornistan” yapmaya hazır olunuz.
- Gün batımından sonra, köprü üstünde kolaylıkla kontrol edilebilen güçlü projektörler olmaksızın, yüzen küçük buz parçalarının arasında seyretmek denenmemelidir. Eğer zayıf rüyet seyre engel olursa, ana makineyi tamamen durdurmaktansa, buzun zararını azaltmak için pervaneyi yavaşça döndürerek durdurmak daha uygundur.
- Pervaneler ve dümenler bir geminin en hassas kısımlarıdır; gemiler buzda, daima dümen ortada ve çok dikkatle tornistan yapmalıdırlar.
- Bir buz kütesindeki tüm buz türleri (buz dağıları, küçük buzdağı parçaları) akıntıya tabi iken, buz kütesinin kendisi rüzgara tabidir.
- Bağımsız olarak seyreden bir gemi, buzlar tarafından kuşatıldığında serbest kalabilmesi için genellikle bir buz kıranın yardımına ihtiyaç duyar. Bununla beraber, balastlı gemiler bir taraftan diğer tarafa balast pompalayarak ve transfer ederek kendi kendilerine serbest kalabilirler. Geminin serbest kalması için, triminde veya yana yatmasındaki çok küçük değişiklikler yeterli olabilir.
- Gemi kaptanı bir buz kılavuz servisinden hizmet talep edebilir.

6. BUZ KLASI KURALLARININ UYGULAMASI

Bu uygulamanın amacı; buz klası sınıflarının arasındaki farkın daha iyi anlaşılabilmesidir. 18000 DWT lık 2 ayrı buz klasına sahip ve buz klası olmayan 3 adet kimyasal tankerin dış kaplama kalınlıkları, konstrüksiyonu ve makine güçleri gibi teknik özelliklerinin karşılaştırması yapılacaktır. Hesaplar Türk Loydu Tekne Yapım Kuralları/Bölüm 15/Buz Takviyesi'ne göre yapılacaktır.

6.1. Gemilerin Genel Özellikleri

Ana boyutlar

L _{OA}	=147.5 m
L _{BP}	=140 m
B	=22.4 m
T	=9.75 m
Deplasman	= 22750 ton

A gemisi – 1A Buz Klası (Türk Loydu karşılığı B3)

B gemisi – 1C Buz Klası (Türk Loydu karşılığı B1)

C gemisi – Buz Klasına sahip değildir.

6.2. Hesaplamalar

6.2.1. Notasyonu B1-B4 olan Gemiler için Buz Klasında Çektiği Su Değeri

Üst buz su hattı (ÜBSH), buzda çalışması planlanan geminin en yüksek su hattıdır. Bu hat kırık bir hat olabilir. Alt buz su hattı (ABSH) buzda çalışması planlanan geminin en alt su hattıdır. Baş kaimede, gemi ortasında ve kıç kaimedeki buz klasındaki çektiği su değerleri üst/alt buz su hatlarına uygun olarak belirlenmeli ve onay için verilecek resimlerde belirtilmelidir. Baş kaimedeki maksimum buz klasındaki çektiği su değeri gemi ortasındaki maksimum değerden az olamaz.

B1-B4 buz ek klas işaretlerine sahip gemiler için, baş kaimedeki minimum çektiği su aşağıdaki değerlerin küçük olanından az olamaz:

$$T_{\min} = h_o \cdot (2 + 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot D) \text{ [m]}, \text{ veya} \quad (6.1)$$

$$T_{\min} = 4 \cdot h_o \text{ [m]} \quad (6.2)$$

D = TL B15 A.2.1'e göre, maksimum buz klası çektiği suyundaki deplasman, [t]

h_o = TL B15 B.2.1'e göre, dizayn buz kalınlığı, [m]

(6.1) ve (6.2) ye göre A, B ve C gemilerinin minimum baş draftları şöyle hesaplanmıştır:

B.2.1 Tablo 15.5 e göre;

$$h_{oA} = 0.8 \text{ m}$$

$$h_{oB} = 0.4 \text{ m alınarak}$$

$$T_{\min A} = 6.15 \text{ m ve } T_{\min B} = 3.075 \text{ m bulunmuştur.}$$

6.2.2. EK Klas İşareti B1-B4 olan Gemiler için Sevk Makinası Gücü

Bu bölümde geçen sevk makinası gücü, P , sevk makinasının devamlı, toplam maksimum gücü anlamındadır. Eğer makina gücü, teknik bir nedenle veya gemiye uygulanabilen bir kural nedeniyle sınırlandırılmışsa, P sınırlandırılmış güç olarak alınır.

1 Eylül 2003'de ve daha sonra omurgası kızığa konulan veya eşdeğeri yapım aşamasında bulunan B1 veya B2 buz klas işaretli gemiler ile B3 veya B4 buz klas işaretli gemilerde makina gücü aşağıdaki değerden daha az olamaz:

$$P = K_e \frac{(R_{ch} / 1000)^{3/2}}{D_p} \quad (\text{kW}) \quad (6.3)$$

$$P_{\min} = 2800 \text{ kW B4 buz klas işareti için}$$

$$= 1000 \text{ kW B1, B2 ve B3 buz klas işareti için}$$

K_c = TL B15 Tablo 15.2'den alınacaktır.

D_p = Pervane çapı, [m]

R_{CH} , [N] birleşik tabakalı ve parçalı buzlu bir kanalda, geminin direncidir.

$$R_{CH} = C_1 + C_2 + C_3 C_\mu (H_F + H_M)^2 \cdot (B + C_\psi H_F) + C_4 L_{PAR} + H_F^2 + C_5 \left(\frac{L_{PP} T}{B^2} \right)^3 \frac{A_{WF}}{L_{PP}} (N) \quad (6.4)$$

C_1 ve C_2 , parçalı buzun birleşmiş en üst tabakasını hesaba katar ve B1, B2, B3 buz sınıfı için sıfır alınabilir.

$$C_3 = 845 \text{ [kg/m}^2\text{/sn}^2\text{]}$$

$$C_4 = 42 \text{ [kg/m}^2\text{/sn}^2\text{]}$$

$$C_5 = 825 \text{ [kg/sn}^2\text{]}$$

$$C_\mu = 0,15 \cos^2 \varphi + \sin \psi \cdot \sin \alpha ; C_\mu \geq 0,45 \quad (6.5)$$

$$C_\psi = 0,047 \psi - 2,115 ; \psi \leq 45^\circ \text{ için } C_\psi = 0 \quad (6.6)$$

$$H_F = \text{Baş taraf tarafından ötelenen buz parçası tabakasının kalınlığı, [m]} \\ = 0,26 + (H_M \cdot B)^{0,5} \quad (6.7)$$

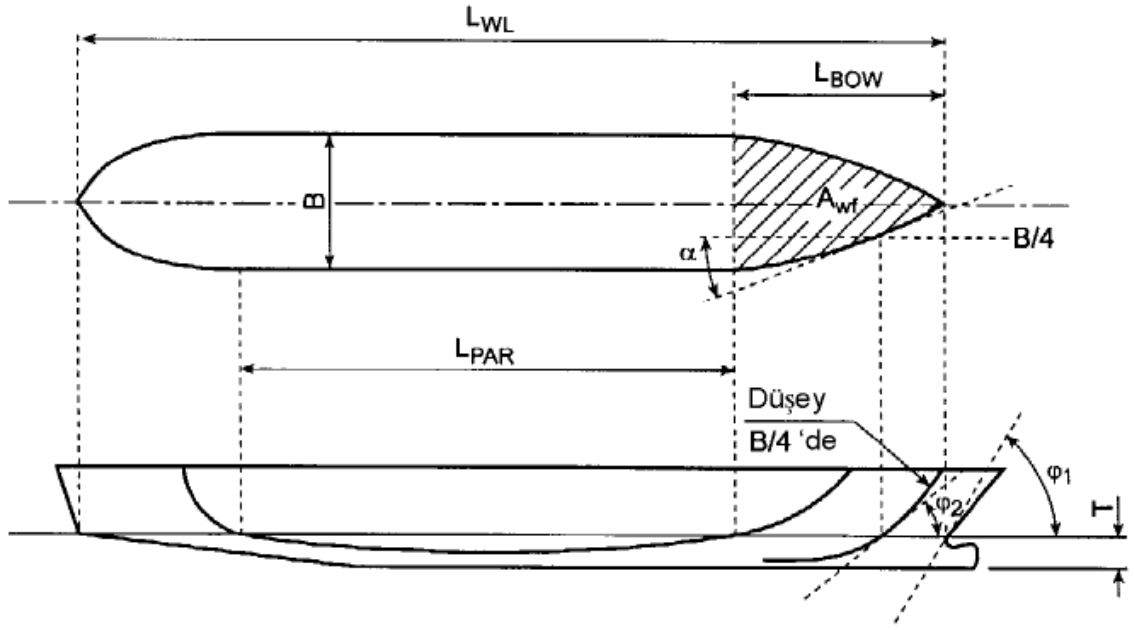
H_M = Kanalin ortasında buz parçasının kalınlığı, [m]

= 1,0 B3 ve B4 buz sınıfı işareti için

= 0,8 B2 buz sınıfı işareti için

= 0,6 B1 buz sınıfı işareti için

Geminin aşağıda tanımlanan parametreleri, yukarıda tanımlanan, gemi ortasındaki maksimum buz sınıfı draftından geçen yatay bir su hattı kullanılarak, ÜBSH'da ve 6.2.1'de tanımlanan, gemi ortasındaki minimum buz sınıfı draftından geçen yatay bir su hattı kullanılarak, ABSH'da hesaplanacaktır. Ancak L_{pp} ve B gemi boyutları daima ÜBSH'da dikkate alınacaktır. Şekil 6.1'e de bakınız. ÜBSH ve ABSH'daki L_{BOW} baş kısım boyu ÜBSH'da tanımlanan baş kaimesinden itibaren ölçülecektir. L_{PAR} paralel gövde boyu, eğer gemi iki nokta arasında tam genişliğe sahipse, kış kaime ile düz borda arasında ölçülecektir.



Şekil 6.1 Baş bodoslama eğim açısı φ_1 ve CL'dan B/4 mesafede baş kısmın açısı φ_2

L_{PAR} = Paralel gövde boyu, [m].

L_{pp} = Kaimeler arası boy, [m].

L_{BOW} = Baş kısım boyu, [m].

T = Geminin gemi ortasındaki maksimum ve minimum buz klası draftı, [m],

A_{wf} = Baş kısmın su hattı alanı, [m²]

φ_1 = Merkez hattında baş bodoslama eğim açısı, [°],

Balblı gemilerle φ_1 90° olarak alınacaktır.

φ_2 = B/4'de baş kısım eğim açısı, [°], $\varphi_{2maks} = 90^\circ$

α = B/4'de su hattı açısı

$$\psi = \arctan\left(\frac{\tan \varphi_2}{\sin \alpha}\right)$$

Bunlara göre;

A gemisinin $D_p = 5.3$ m

B gemisinin $D_p = 5.3$ m alınmıştır.

$$\varphi_1 = 43^\circ$$

$$\varphi_2 = 38^\circ$$

$$\alpha = 23^\circ$$

$$L_{PAR} = 25 \text{ m}$$

$$L_{pp} = 140 \text{ m}$$

$$A_{wf} = 475.6 \text{ m}^2$$

K_e , Piç kontrollü 1 adet pervane için TL Bölüm 15 Tablo 15.2 den 2.03 alınmıştır.

$$H_F = 0,26 + (H_M \cdot B)^{0,5}$$

$$H_{FA} = 4.99, \quad H_{FB} = 3.926$$

$$R_{CHA} = 514430 \text{ N}$$

$$R_{CHB} = 338274 \text{ N} \quad \text{bulunmuştur.}$$

Buna göre bulunan minimum güçler şöyledir:

$$P_A = 4470 \text{ kW}$$

$$P_B = 2383 \text{ kW}$$

6.3. Buz Kuşağı

Buz kuşağı, takviye edilecek dış kaplama bölgesidir.

Buz kuşağı aşağıda belirtilen bölgelere ayrılır.

a) Baş bölge (F)

Baş bodoslama ile, paralel gövde ve baş kuruzlu bölgenin kesişme (sınır) hattına paralel ve ondan (c) kadar kış tarafa olan hat arasındaki bölgedir.

$$- c = 0,04 L,$$

B3 ve B4 buz ek klas işareti için 6 m. yi, B1 ve B2 buz ek klas işaretleri için 5 m. yi geçemez.

$$- c = 0,02 L$$

B buz ek klas işareti için 2 m. yi geçemez.

b) Orta bölge (M)

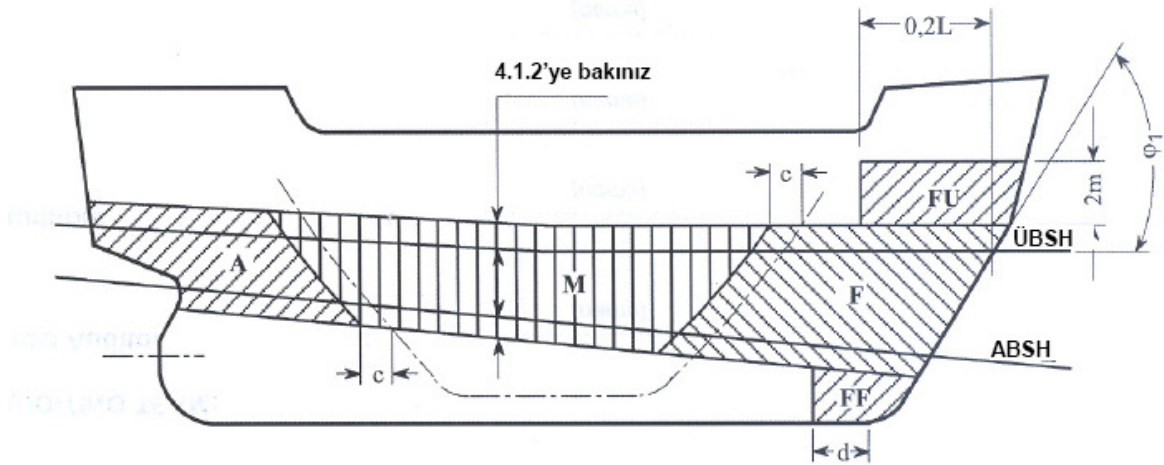
Yukarıda a) maddesinde tanımlanan baş bölge (F) kış sınırı ile, paralel gövde ve kış kuruzlu bölgenin kesişme (sınır) hattına paralel ve ondan (c) kadar kış tarafta olan hat arasındaki bölgedir.

c) Kıç bölge (A)

Yukarıda b) maddesinde tanımlanan bölüm (M)'den kıç bodoslamaya kadar olan bölgedir.

F, M ve A bölgelerinin düşey genişleme mesafeleri TL Bölüm15 Tablo 15.4'den hesaplanır.

F, M ve A bölgeleri Şekil 6.2 de açıklanmıştır.



Şekil 6.2 Buz Kuşağı

Eklerde verilen dış kaplama resimlerinde A ve B gemilerinin yukarıda açıklanan buz kuşağı bölgeleri çizilmiştir.

6.4. Buz Yükleri

Buz takviyeli geminin h_o değerini aşmayan buz kalınlığındaki açık deniz şartlarında çalıştığı kabul edilir.

Ancak, gerçek buz basıncına maruz bölgenin dizayn yüksekliği h 'nin, h_o 'dan daha az olduğu da kabul edilir.

h ve h_o değerleri TL Bölüm 15 Tablo 15.5'de verilmiştir.

Dizayn buz basıncı aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$p = c_d \cdot c_1 \cdot c_a \cdot p_o \quad (6.8)$$

$$c_d = \frac{a.k + b}{1000}$$

$$k = \frac{\sqrt{D.P}}{1000}$$

c_1 = TL B15 Tablo 15.7'de verilen katsayı.

$$c_a = \frac{47 - 5.l_a}{44}$$

ℓ_a = TL B15 Tablo 15.8'e göre alınacak efektif boy, [m]

p_0 = 5,6 [N/mm²], (buz basıncı anma değeri)

Buna göre bulunan buz yükleri şöyledir:

A gemisi

$$k_A = 12.62$$

Tablo 15.6 ya göre; $k_A > 12$ olduğundan

F bölgesi için;

$a=6$, $b=518$ alınmıştır.

$$c_d = 0.593$$

$$c_1 = 1.0$$

$$\ell_a = 2 \times 0.7 = 1.4 \text{ m (dış kaplama için)}$$

$$c_a = 0.909$$

$$p_A = 3.018 \text{ N/mm}^2$$

M ve A Bölgesi için; $a=2$, $b=286$ alınmıştır.

$$c_d = 0.311$$

$$\text{M bölgesi; } c_1 = 0.85 \text{ ve } p_A = 1.345 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{A bölgesi; } c_1 = 0.65 \text{ ve } p_A = 1.029 \text{ N/mm}^2$$

B gemisi

$$k_B = 11.68$$

Tablo 15.6 ya göre; $k_A < 12$ olduğundan

F bölgesi için;

$a=30$, $b=230$ alınmıştır.

$$c_d = 0.580$$

$$c_1 = 1.0$$

$$\ell_a = 2 \times 0.7 = 1.4 \text{ m (dış kaplama için)}$$

$$c_a = 0.909$$

$$p_A = 2.923 \text{ N/mm}^2$$

M ve A Bölgesi için; $a = 8$, $b = 214$ alınmıştır.

$$c_d = 0.307$$

$$\text{M bölgesi; } c_1 = 0.5 \text{ ve } p_A = 0.782 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{A bölgesi; } c_1 = 0.25 \text{ ve } p_A = 0.391 \text{ N/mm}^2$$

6.5. Buz Kuşağındaki Dış Kaplama Kalınlığı

Dış kaplama levhası kalınlığı, aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

Boyuna sistem için;

$$t = 667 \cdot a \cdot \sqrt{\frac{p_1}{f_2 \cdot R_{eH}}} + t_c \quad (\text{mm}) \quad (6.9)$$

TL B15 B1.1 e göre;

$$\text{Dışkaplama için; } p_1 = 0.75 \cdot p = 2.263 \text{ N/mm}^2$$

$$f_2 = 0.6 + \frac{0.4}{h/a}, \quad h/a \leq 1 \text{ için}$$

$$f_2 = 1.4 - \frac{0.4h}{a}, \quad 1 < h/a \leq 1.8 \text{ için}$$

t_c = Aşınma ve korozyon payı, [mm]. Genellikle $t_c = 2$ mm. alınır.

B3 Klası için $h = 0.3$ m (Tablo 15.5 e göre)

B1 Klası için $h = 0.22$ m (Tablo 15.5 e göre)

$$a = 0.35 \text{ m}$$

$$f_{2A} = 1.533 \text{ ve } R_{eH} = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{2B} = 1.872 \text{ ve } R_{eH} = 355 \text{ N/mm}^2$$

Buna göre A gemisinin buz kuşağındaki dış kaplama kalınlıkları;

F Bölgesinde $t_A = 18$ mm

M Bölgesinde $t_A = 14$ mm

A Bölgesinde $t_A = 12$ mm

Buna göre B gemisinin buz kuşağındaki dış kaplama kalınlıkları;

F Bölgesinde $t_B = 17.5$ mm

M Bölgesinde $t_B = 14$ mm

A Bölgesinde $t_B = 11$ mm

6.6. Enine Postalar

Ana, ara güverte veya ara enine postaların kesit modülleri aşağıdaki formüle göre hesaplanır

$$W = \frac{p.h.a.\ell}{m_t.R_{eH}}.10^6 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$m_t = \frac{7.m_o}{7 - 5.h / \ell} \quad (6.10)$$

m_o = Tablo 15.10'a göre katsayı.

A Gemisi için;

$$m_o = 5.7$$

$$h=0.3$$

$$\ell=3.2$$

$$m_t=6.109$$

F Bölgesi için;

$W=408 \text{ cm}^3$, buna karşılık gelen profil 260x12 HP seçilmiştir.

A ve M Bölgesi için;

$W=202 \text{ cm}^3$, karşılık gelen profil 200x10 HP seçilmiştir.

B Gemisi için;

$$m_o = 5.7$$

$$h=0.22$$

$$\ell=3.2$$

$$m_t=5.995$$

F Bölgesi için;

$W=390 \text{ cm}^3$, buna karşılık gelen profil 240x12 HP seçilmiştir.

A ve M Bölgesi için;

$W=202 \text{ cm}^3$, karşılık gelen profil 200x10 HP seçilmiştir.

Ana postalar ve ara güverte postalarında muhtemel farklı sınır şartlarından dolayı meydana gelen etkilerin, karşılıklı olarak dengelendiği kabul edilir ve bu etki m_0 değerine dahildir.

Buz yükü merkezi $\ell/2$ de alınır. Postanın ℓ desteklenmeyen boyunun %15'inden daha az bir kısmı, 4.1.3'de tanımlanan postaların buz takviyesi bölgesinde kalıyorsa, normal posta boyutları aynen kullanılabilir.

6.7. Boyuna Postalar

Boyuna postaların kesit modülleri ve kesit alanları aşağıdaki formüllere göre hesaplanır:

a) Kesit Modülü

$$W = \frac{f_3 \cdot f_4 \cdot p \cdot h \cdot \ell^2}{m \cdot R_{eH}} \cdot 10^6 \quad (\text{cm}^3) \quad (6.11)$$

b) Kesme Alanı

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot f_3 \cdot p \cdot h \cdot \ell}{2 \cdot R_{eH}} \cdot 10^4 \quad (\text{cm}^2) \quad (6.12)$$

$$f_3 = 1 - 0,2 \cdot h/a,$$

$$f_4 = 0.6$$

m = Çift braketli devamlı kirişler için 13,3 dür.

m = Çift braketsiz devamlı kirişler için 11 dır.

Genelde boyuna posta aralığı, aşağıda verilmiş olan değerleri aşmayacaktır:

- 0,35 m. , B3 ve B4 buz ek klas işaretleri için

- 0,45 m. , B1 ve B2 buz ek klas işaretleri için

A ve B gemilerinde posta aralığı 0.7 m dir ve boyuna posta aralığı 0.35 m dir.

A Gemisi için;

$$f_3 = 0.828$$

$$\ell = 2.8 \text{ m}$$

$W = 189.4 \text{ cm}^3$, buna karşılık gelen profil 160x10 HP seçilmiştir.

B Gemisi için;

$$f_3 = 0.874$$

$$\ell = 2.8 \text{ m}$$

$W = 190.8 \text{ cm}^3$, buna karşılık gelen profil 160x10 HP seçilmiştir

6.8. Dümen ve Dümen Donanımı

Buz kuşağı içerisindeki dümen levha kalınlığı, A bölgesindeki dış kaplama kalınlığı gibi boyutlandırılır. Federlerin kalınlığı, dümen levhası kalınlığının yarısından az olamaz.

B3 ve B4 buz ek klas işareti verilen gemilerde dümen şaftı ve dümen üst tarafı, buz basıncına karşı, buz mahmuzu veya eşdeğer bir düzenle korunmalıdır.

Kanatçıklı dümene sahip gemilerde, dümenin ve buz mahmuzunun dizaynına özel olarak dikkat edilmelidir.

Yukarıda bulunan değerlere göre A ve B gemilerinin buz klasına göre profil ve sac ağırlıkları hesaplanmıştır. Toplam ağırlıklar şöyledir:

Çizelge 6.1. A ve B Gemilerinin Buz Klasına Göre Ağırlıkları

	B3 KLASI(A)	B1 KLASI(B)	NO ICE(C)
TOPLAM SAC AĞIRLIĞI	280,844	273,670	209
TOPLAM PROFİL AĞIRLIĞI	93,676	30,563	-
TOPLAM AĞIRLIK(TON)	374,520	304,232	209

Çizelge 6.2 A ve B Gemilerinin Karşılaştırılması

	R_{CH} (N)	P (kW)	t_F (mm)	t_M (mm)	t_A (mm)	W_{sac} (ton)	W_{profil} (ton)
A Gemisi	514430	6000	18	14	12	280.844	93.676
B Gemisi	338274	4000	17.5	14	11	273.67	30.563

7. BUZ KLASININ GEMİ MALİYETİNE ETKİSİ

Buz klasının gemiye getirdiği ana ek maliyetler; ana makine, pervane, sac, profil ve işçilik maliyetleridir. Bunun yanında buzda seyir ve soğuk hava koşullarından dolayı gemide kullanılan ekipmanlardan kaynaklanan maliyetler de aşağıda açıklanmıştır.

Yukarıdaki A,B ve C gemilerinin karşılaştırması yapılmıştır.

1 ton sac: 600\$

1 ton profil: 900\$

1 ton sac ve profil işçilik maliyeti: 2.5 \$ olarak alınmıştır.

A Gemisi için alınan makine ve pervane teklifi ve fiyatı şöyledir:

Ana Makine: MAK 6M43C 6000 Kw

Pervane: ZF KH4 1350 (Pervane çapı 5400 mm)

Redüksiyon: ZF 103100 NC PTO 4

Kaplinler: Vulkan

Toplam : 3500000 € = 4550000\$

C Gemisi için alınan makine ve pervane teklifi ve fiyatı şöyledir:

Ana Makine: MAK 6M43C 4000 Kw

Pervane: ZF KH4 1350 (Pervane çapı 4500 mm)

Redüksiyon: ZF 93300 NC PTO 4

Kaplinler: Vulkan

Toplam : 3150000 € = 4095000\$

B3 buz klasına sahip A gemisinde balast tanklarındaki suyun soğuk hava koşullarından dolayı donmasını önlemek için ince bir boru sisteminin içinden sıcak su geçirilmesi yoluyla suyun ısıtılması sağlanmaktadır. Bu sistemin maliyeti 15000 \$ dır.

Ayrıca güverte üzerinde duş sistemi bulunmaktadır. Bu sistemin maliyeti 6000\$ dır. Ve güverte evinin ısıtılması için klima sisteminin de normal gemilere göre daha güçlü olması gerekir. Bunun maliyeti A gemisi için 175500 \$, B gemisi için 169000 \$ dır.

Toplam maliyetler aşağıda Çizelge 7.1 de hesaplanmıştır.

Çizelge 7.1. A,Bve C Gemilerinin Buz Klasına Göre Maliyet Analizi

	B3 KLASI(A)	B1 KLASI(B)	NO ICE(C)
Sac Maliyeti(\$)	168506.4	164202	125400
Profil Maliyeti(\$)	84308.4	27506.7	0
İşçilik Maliyeti(\$)	936.3	760.58	522.5
Makine Maliyeti(\$)	4550000	4550000	4095000
Isıtma Sistemi (\$)	15000	15000	0
İklimlendirme Sistemi (\$)	175500	175500	169000
TOPLAM MALİYET(TON)	4994251.1	4932969.28	4389922.5

Buna göre B3 ile B1 sınıfı arasında 61281 \$, B3 ile No ice buz sınıfı arasında 604328\$ maliyet farkı hesaplanmıştır.

8. SONUÇ

Son yıllarda buzlu denizlerde ve buz koşullarında seyreden gemilerin sayısında oldukça artış olmuştur. 1992 nin sonlarına doğru buz klaslı tankerler dünya filosunun sadece %3 ünü teşkil etmekteydi. 2004 yılında özellikle 1A Süper Buz Klaslı gemilere 4.5 milyar dolar yatırım yapılmıştır. 2008 yılının sonunda dünya filosunun %10 luk payını toplamda 18 milyon DWT ile buz klaslı gemiler oluşturmaktadır. Bu 18 milyon tonajın 10 milyonunu Ice 1A ve 1A Süper klaslı gemiler oluşturur.

Buz klası kurallarının çıkarılmasıyla Baltık Denizinden geçerek Fin-İsveç limanlarına girecek gemilerin buz koşullarında seyir kapasitesi arttığından Fin-İsveç Bayrak Devletleri'nin buzkıran gemi hizmeti verme zorunluluğu ortadan kalkmıştır. Yalnızca 1B, 1C ve buz klassız gemilere istenildiği takdirde bu hizmeti sunmaktadır. Bu da bu bölgedeki deniz trafiğini azaltmakta aynı zamanda buz kıran filosunun yetersizliğinden gemilerin bekleme süresini azaltmaktadır.

Buzda seyredebilmek için gerekli minimum makine gücü kuralları Buz Klası Kuralları'nın operasyonel kısmını; tekne, dümen, pervane, şaft ve donanımın mukavemet analizi kısmı da buzda seyirin güvenlik kısmını oluşturmaktadır. Her iki durumda da geminin tekne ve sevk sisteminin maruz kaldığı buz yüklerine göre takviyeler gerekmektedir. Bu kurallardan hareketle dizaynerler geminin buz klasına göre konstrüksiyonel yapısını ve makine güçlerini tayin ederler.

Farklı buz klaslarının yapısal özelliklerinin karşılaştırılması amacıyla 18000 DWT lık iki kimyasal tankerin Türk Loydu Buz Takviyesi Kuralları'na göre hesapları yapılmıştır. Buna göre bulunan sonuçlar şöyledir:

B3 Klasına sahip A gemisinin buz direnci ve gerekli minimum sevk gücü B gemisine göre daha fazla çıkmıştır. Buz kuşağındaki sac kalınlıkları ve profil ağırlıkları da dikkate alındığında A gemisinin ağırlığında 70 ton ekstra ağırlık eklendiği görülmektedir. Buz klasına göre A gemisinin konstrüksiyonel ve sevk gücü bakımından daha güçlü olması gerektiği açıktır. Tüm bu ek sac, profil ve makine farkları yanında buz klasına sahip olmanın yukarıdaki örnekte ek maliyeti 604328\$' dir. Sonuç olarak makine ve pervane sisteminin buz

klasına sahip gemilerde maliyet artımına en büyük etken olduğu anlaşılmıştır.

KAYNAKLAR

- Duggal, B.(2006), “Ice strengthened ships and ice rules”, in Seaways, August 2006
- FMA (2005),“Act on the Ice Classes of Ships and Icebreaker Assistance”, Helsinki
- FMA,SMA.(2008), “Finnish-Swedish Ice Class Rules”, Helsinki, December 2008
- FMA,SMA.(2005), “Guidelines For The Application Of The Finnish – Swedish Ice Class Rules”,Helsinki, December 2005.
- Juva M., Riska K.,(2002), “On The Power Requirement In The Finnish Swedish Ice Class Rules”, Helsinki University of Technology, September, 2002.
- Türk Loydu (2007), Tekne Yapım Kuralları/Bölüm15 “Buz Takviyesi”,İstanbul
- Wang, X., Sun H., Basu R., “Structural reliability levels in ice class rules”, the First MARSTRUCT International Conference, Glasgow, UK, March 12-14, 2007
- Kotiranta E.,(2008), “Shipping of Oil Products In The Baltic Region”, Baltic Rim Economies, Finland, 2008

İNTERNET KAYNAKLARI

http://veps.fma.fi/portal/page/portal/fma_fi_en/

http://www.helcom.fi/Recommendations/en_GB/rec25_7/

<http://www.nationmaster.com/encyclopedia/Ice-class>

http://www.shipadm.org/templates/SFVXPage_5548.aspx

<http://www.sma.se/>

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi 05.08.1984

Doğum yeri MERSİN

Lise 1998-2002 İçel Anadolu Lisesi

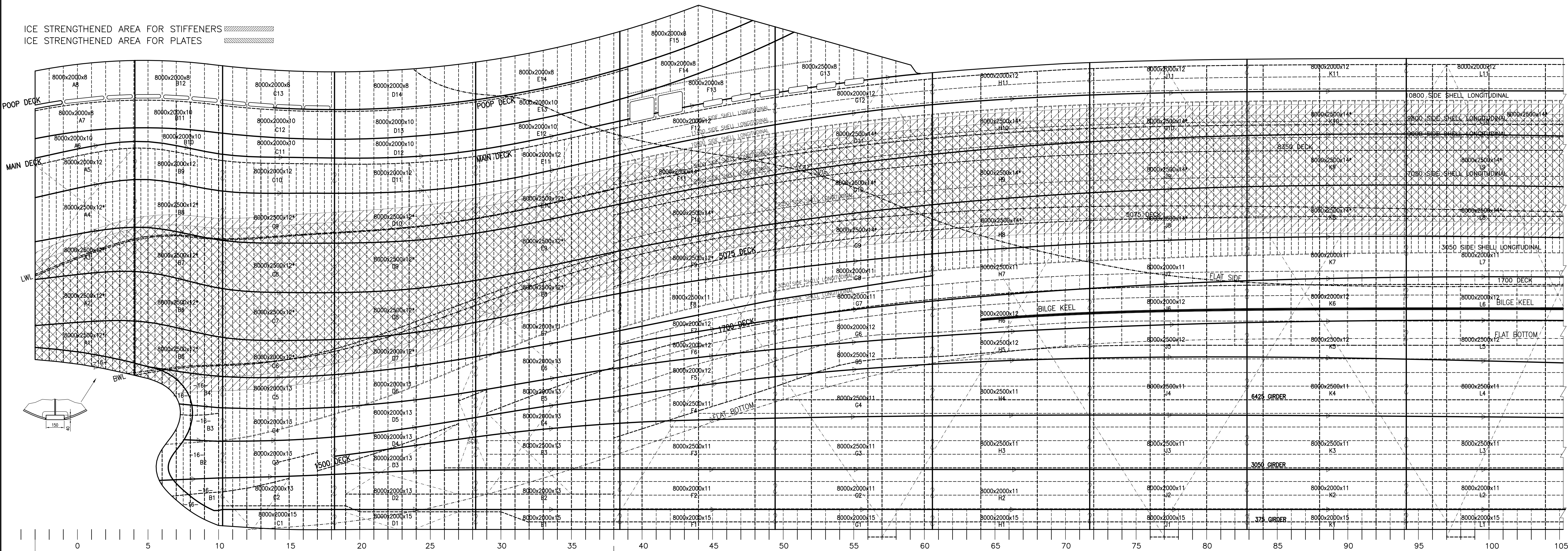
Lisans 2002-2006 Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi
Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans 2007-2009 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Bölümü

Çalıştığı kurum(lar)

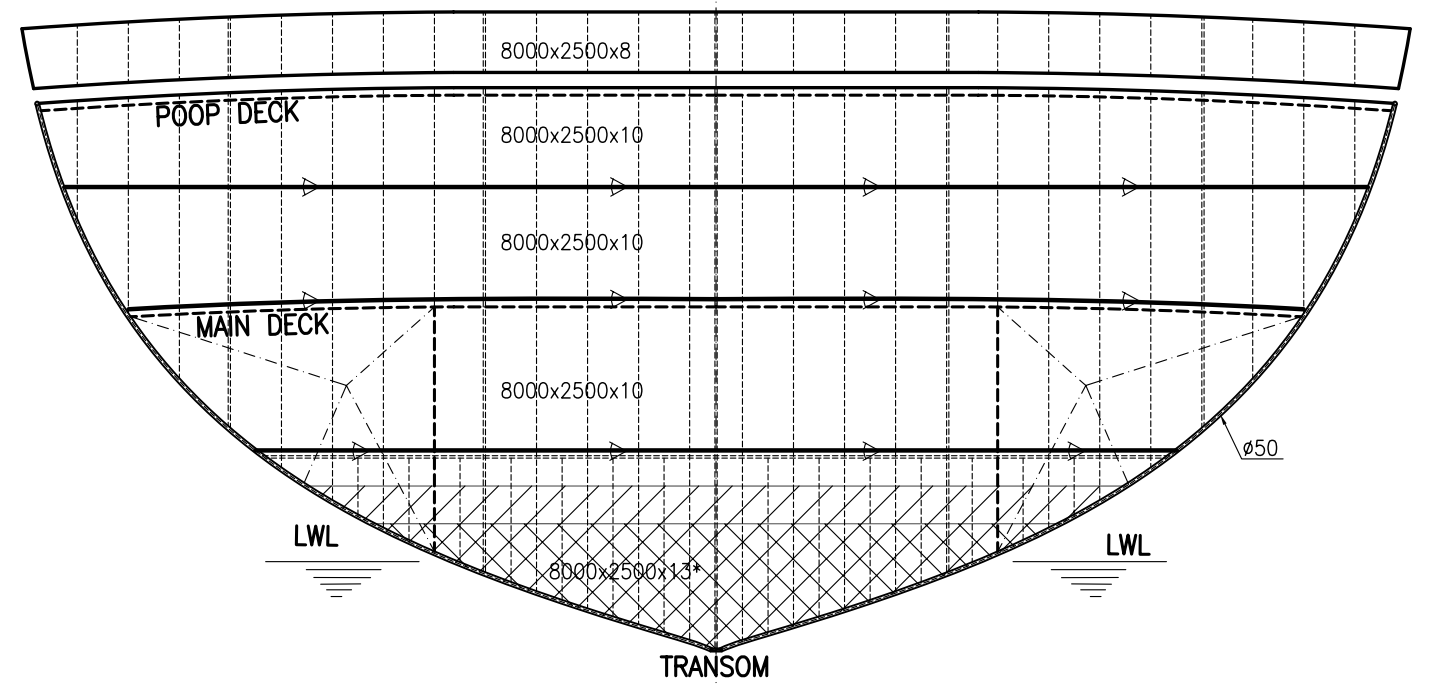
2006-Halen Admarin Denizcilik Ltd.Şti

ICE STRENGTHENED AREA FOR STIFFENERS
ICE STRENGTHENED AREA FOR PLATES

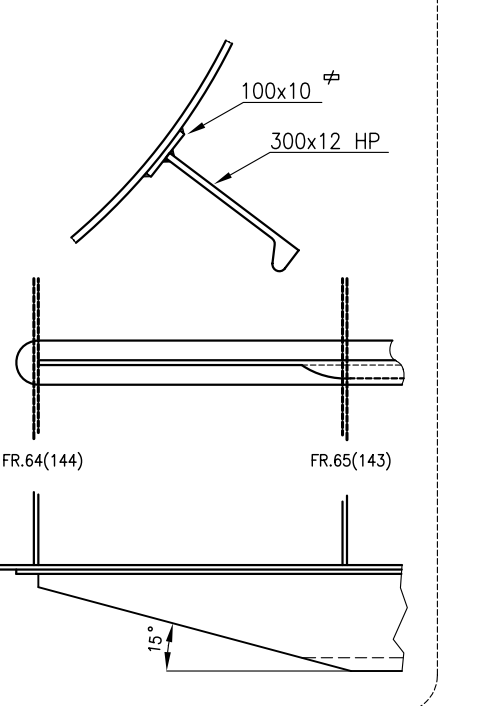


FRAMES BETWEEN 8350 DECK & MAIN DECK : 200x10 HP* WEB FRAMES:400x9+120x12
8350 DECK BEAMS :140x9 HP
LONGITUDINAL WEBS :400x9+120x12#
TRANSVERSE WEBS :400x9+120x12#

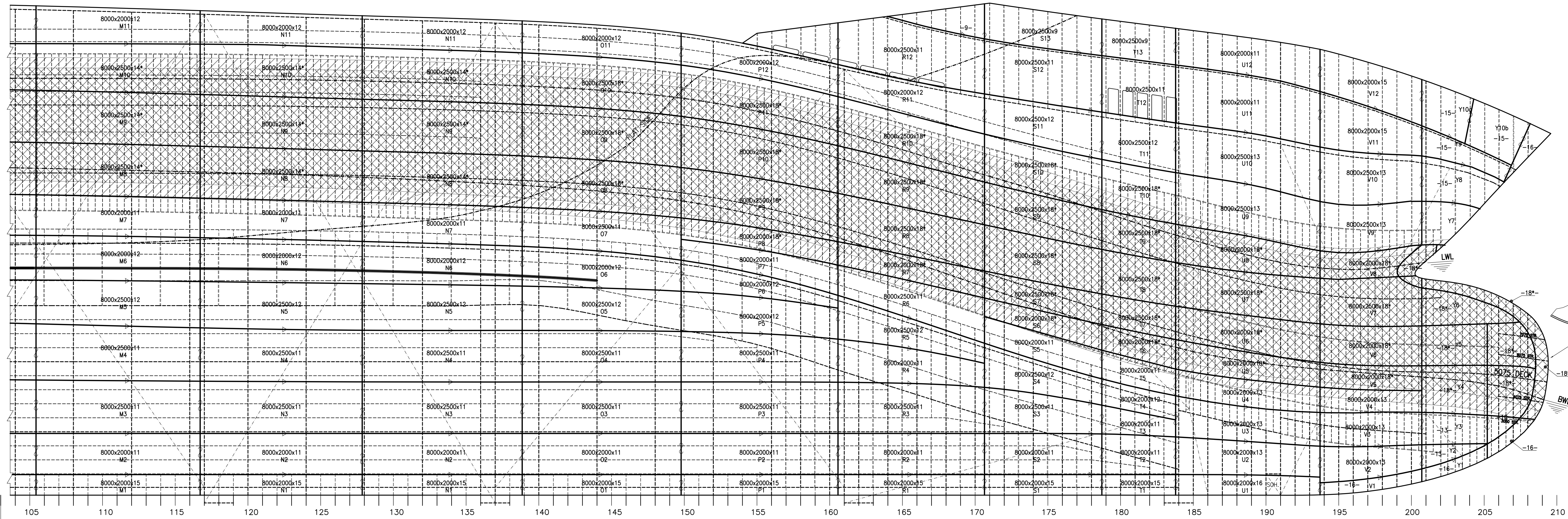
FRAMES & INTERMEDIATE FRAMES BTW. INNER BOTTOM & MAIN DECK 200x10 HP*
LONGITUDINAL SIDE STIFFENERS (12000,11400) : 180x9 HP*
LONGITUDINAL SIDE STIFFENERS (2375,7050,9000,9800) : 160x10 HP



BILGE KEEL DETAIL



BASE LINE



FORE REGION
FRAMES & INTERMEDIATE FRAMES BTW. INNER BOTTOM & MAIN DECK 260x12 HP*

PRINCIPAL DIMENSIONS

LENGTH O.A. : 147.50 m
LENGTH B.P. : 140.00 m
BREADTH MLD. : 22.40 m
DEPTH : 12.60 m
DRAUGHT : 9.63 m
DRAUGHT_{min} (Ballast) : 4.00 m (fore)
: 6.75 m (aft)
ICE CLASS : B3

SCALE:1/100

[illegible]