

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTUSU

GEMİLERİN BOYUNA MUKAVEMETİNİN LOYD

KURALLARI KARŞILAŞTIRILARAK İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Hasan DOĞRU

Ana Bilim Dalı : GEMİ İNŞAATI ve DENİZ BİLİMLERİ

Programı : GEMİ İNŞAATI MÜHENDİSLİĞİ

ŞUBAT 1990

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GEMİLERİN BOYUNA MUKAVEMETİNİN LOYD

KURALLARI KARŞILAŞTIRILARAK İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Hasan DOĞRU

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 15 OCAK 1990

Tezin Savunulduğu Tarih : 2 ŞUBAT 1990

Tez Danışmanı : Prof. Mesut SAVCI

**Diğer Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Ömer BELİK
Doç. Dr. Ferda GÖKŞİN**

ŞUBAT 1990

ÖNSÖZ

Bana bu konuda çalışma olanağı sağlayan ve her zaman beni destekleyen değerli hocam Sayın Prof. Mesut SAVCI' ya ve araştırmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Y. Müh. Ertekin BAYRAKTARKATAL' a, Y. Müh. Yalçın ÜNSAN' a ve Y. Müh Ali Murat GÖKMEN' e teşekkürü bir borç bilirim.

İstanbul

Şubat 1990

Hasan DOĞRU



İÇİNDEKİLER

	Sayfa No

ÖNSÖZ -----	ii
İÇİNDEKİLER -----	iii
TÜRKÇE ÖZET -----	viii
SUMMARY -----	ix
BÖLÜM 1 - Giriş -----	1
BÖLÜM 2 - BOYUNA MUKAVEMETİN TEORİK OLARAK İNCELENMESİ -----	4
2. 1. Genel -----	4
2. 2. Kabul Edilmiş Dalga Sistemi Formu -----	5
2. 3. Sarkma ve Çökme -----	10
2. 4. Sephiye eğrisi -----	14
2. 5. Ağırlık Eğrisi -----	20
2. 6. Düzeltilmiş Ağırlık Eğrisi Formu -----	29
2. 7. Yük, Kesme Kuvveti ve Eğilme Momenti Eğrileri -----	30
2. 7. 1. Planimetre veya integratör Yöntemi --	35
2. 7. 2. integral Kullanımı -----	35
2. 7. 3. Tablolu integrasyon -----	36
2. 8. Kesme Kuvveti Düzeltmesi -----	39
2. 9. Eğilme Momenti Düzeltmesi -----	39
2. 9. 1. Sakin Suda ve Dalga Tepesinde -----	40
2. 9. 2. Sakin Suda ve Dalga Çukurunda -----	41
2.10. Kesme Kuvveti ve Eğilme Momenti Eğri Karakteristikleri -----	44
2.11. Ağırlık Dağılımının Eğilme Momentine Etkisi -----	46
2.12. Sehim Hesabı -----	47

2.13. Kesme Kuvveti ve Eğilme Momenti için	
Yaklaşımlar -----	48
2.14. Maksimum Kesme Kuvveti için Yaklaşım ---	50
2.15. Atalet Momenti ve Kesit Modülü	
Hesapları -----	52
BÖLÜM 3 - SINIFLANDIRMA KURULUŞLARI ve BOYUNA	
MUKAVEMET KRİTERLERİ -----	54
3. 1. Det Norske Veritas -----	54
3. 1. 1. 100m' den Küçük Tekneler için -----	54
3. 1. 1. 1. Genel Tanımlar -----	55
3. 1. 1. 2. Düşey Eğilme Momenti -----	56
3. 1. 1. 2. 1. Sakin Su Durumunda -----	56
3. 1. 1. 2. 2. Dalga Durumunda -----	57
3. 1. 1. 3. Eğilme momenti -----	57
3. 1. 1. 4. Boyuna Mukavemet Elemanlarındaki	
Açıklıklar -----	59
3. 1. 1. 5. Yükleme Kitapçığı Bilgileri -----	62
3. 1. 2. 100m' den Büyük Tekneler için -----	63
3. 1. 2. 1. Genel Tanımlar -----	63
3. 1. 2. 2. Düşey Eğilme Momenti ve Kesme	
Kuvveti -----	66
3. 1. 2. 2. 1. Sakin Su Durumunda -----	67
3. 1. 2. 2. 2. Dalgalı Durumunda -----	68
3. 1. 2. 3. Eğilme Mukavemeti -----	69
3. 1. 2. 4. Kesme Mukavemeti -----	75
3. 1. 2. 5. Boyuna Mukavemet Elemanlarındaki	
Açıklıklar -----	84
3. 1. 2. 6. Yükleme Kitapçığı Bilgileri -----	89
3. 2. American Bureau of Shiping -----	91
3. 2. 1. Boyuna Tekne Kirişinin Mukavemeti ---	91
3. 2. 1. 1. Mukavemet Standartı -----	91
3. 2. 1. 2. Toplam Eğilme Momenti -----	95
3. 2. 1. 2. 1. Sakin Sudaki Kesme Kuvveti ve	
Eğilme Momenti -----	96
3. 2. 1. 2. 2. Dalga Etkisinden Dolayı Gemi	
Ortasındaki Eğilme Momenti ----	97
3. 2. 1. 3. İzin Verilen Kesme Kuvveti -----	99
3. 2. 1. 3. 1. Kesme Gerilmesi Hesabı -----	100

3. 2. 1. 3. 2. Tekne Kirişindeki Kesme Kuvveti -----	101
3. 2. 1. 3. 3. Farklı Anbarlarında Farklı Yükler Taşıyan veya Düzgün Yükleme Dağılımı Olmayan Gemi Tipleri için Tekne Kirişindeki Kesme Kuvveti Düzeltmesi -----	102
3. 2. 1. 3. 4. Boyuna Perdeleri Olan Gemiler için Kesme Gerilmesi Hesabı ---	104
3. 2. 2. Mukavemet Güvertesi -----	106
3. 2. 3. Sürekli Boyuna Anbar Mezarnaları ve Güverte üst Görderleri -----	107
3. 2. 4. Efektif Alt Güverteler -----	107
3. 2. 5. Yükleme Kitapçığı -----	108
3. 2. 5. 1. Denizde -----	108
3. 2. 5. 2. Limanda -----	109
3. 2. 6. Boyuna Açıklıkların Olması Durumunda-	109
3. 2. 7. Yüksek Mukavemetli Malzemeye Boyuna Mukavemet -----	112
3. 3. Nippon Kaiji Kyokai -----	113
3. 3. 1. Eğilme Mukavemeti -----	113
3. 3. 2. Kesme Mukavemeti -----	115
3. 3. 3. Açıklıklar için Artış -----	121
3. 4. Türk Loydu (Germanischer Lloyd) -----	121
3. 4. 1. Genel -----	121
3. 4. 1. 1. Hesaplama için Kabuller ve Yükleme Koşulları -----	121
3. 4. 1. 2. Yükleme Talimatı Bilgileri -----	123
3. 4. 1. 3. Tanımlar -----	125
3. 4. 2. Düşey Boyuna Eğilme Momentleri ve Kesme Kuvvetleri -----	126
3. 4. 2. 1. Düşey Boyuna Eğilme Momentleri ---	126
3. 4. 2. 2. Düşey Kesme Kuvvetleri -----	128
3. 4. 2. 3. Dövmme Zorlamasından Dolayı Gemi Baş Tarafında Oluşan Ek Eğilme Momenti -----	128
3. 4. 3. Kesit Modülü ve Kesit Atalet Modülü -	130

3. 4. 4. Birden Fazla Enine Anbar Ağızı	
Açıklıkları -----	133
3. 4. 5. Kayma Gerilmeleri -----	134
3. 4. 6. Sakin Su Kesme Kuvveti Eğrisinin	
Düzeltilmesi -----	136
3. 4. 7. izin Verilen Sakin Su Eğilme Momenti	
ve Kesme Kuvveti -----	137
3. 4. 8. Geniş Güverte Açıklıklı Gemiler -----	138
BÖLÜM 4 - ÖRNEK GEMİNİN TANITIMI ve	
SINIFLANDIRMA KURULUŞLARINA GÖRE	
BOYUNA MUKAVEMET HESAPLARI -----	141
4. 1. Örnek Geminin Tanıtımı -----	141
4. 1. 1. Tekne Karakteristikleri -----	141
4. 1. 2. Hidrostatik Hesaplar -----	143
4. 1. 3. Ağırlık Gurupları -----	147
4. 1. 4. Seçilen Yükleme Durumları -----	157
4. 1. 4. 1. Normal Balast Durumu -----	157
4. 1. 4. 2. Ağır Balast Durumu -----	162
4. 1. 4. 3. Cevher Yüklü Durum -----	164
4. 1. 4. 4. Homojen Yüklü Durum -----	168
4. 1. 4. 5. Tahıl Yüklü Durum -----	171
4. 1. 5. Seçilen Dalga Formu -----	178
4. 1. 6. Orta Kesit Atalet Momenti -----	178
4. 1. 7. Kesit Atalet Momenti Dağılımı -----	179
4. 2. Sınıflandırma Kuruluşlarına Göre Boyuna	
Mukavemet Hesapları -----	179
4. 2. 1. Det Norske Veritas -----	179
4. 2. 2. American Bureau of Shipping -----	181
4. 2. 3. Nippon Kaiji Kyokai -----	183
4. 2. 4. Türk Loydu -----	184
BÖLÜM 5 - BOYUNA MUKAVEMET HESAPLARI İÇİN YAPILAN	
BİLGİSAYAR PROGRAMININ TANITIMI -----	187
BÖLÜM 6 - ÖRNEKGEMİ İÇİN PROGRAM SONUÇLARI -----	195
BÖLÜM 7 - BÖLÜM 4, ve 6' da ELDE EDİLEN	
SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRILMASI -----	240
7. 1. Sınıflandırma Kuruluşlarının	
Karşılaştırılması -----	240

7. 2. Yapılan Program Sonuçlarının	
Karşılaştırılması -----	241
KAYNAKLAR -----	243
EKLER -----	244
ÖZGEÇMİŞ -----	246



OZET

Günümüzde bir seferde daha çok yük taşıma problemi, gemilerin büyümesine, dolayısıyla da boylarının uzamasına sebep olmuştur. Bu durumda gemilerin enine mukavemeti kadar boyuna mukavemeti de çok önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada ilk önce gemilerin boyuna mukavemeti teorik olarak anlatılmıştır. Burada kabul edilen dalga sistemleri, geminin bu dalga sistemindeki konumları ve sonuçları, gemi üzerindeki ağırlık gurupları ve dağılımı, sephiye eğrisinin elde edilmesi, yük, kesme kuvveti ve eğilme momenti eğrilerinin elde edilmesi ve karakterisiklikleri, gerilme ve sehim değerleri ve gemi üzerindeki maksimum kesme kuvveti ve eğilme momenti için yaklaşımlar verilmiştir.

Daha sonra, sınıflandırma kuruluşlarından Det Norska Veritas, American Bureau of Shiping, Germanisher Lloyd ve Nippon Kaiji Kyokai' nın boyuna mukavemet için vermiş olduğu en son kriterler incelenmiş ve birbirleriyle karşılaştırılmışlardır. Ardından, örnek gemi olarak alınan 18,000 DWT' luk BOLU (-B- Sınıfı) gemisinin, seçilen yükleme durumu için, sınıflandırma kuruluşlarının belirlemiş olduğu kriterlere göre boyuna mukavemet değerleri hesaplanmıştır.

Boyuna mukavemet hesabı için bir bilgisayar programı yapılmış ve aynı programla seçilen örnek gemiye ait, önceden belirlenmiş olan yükleme durumu için, kesitlerdeki kesme kuvvetleri, eğilme momentleri ve gerilme değerleri hesaplanmıştır. Program, bu hesap yönteminde kullanılan standart değerlerle sınırlı kalmamış, kullanım sahasını genişletmek amacıyla gemi yapısına ve dalga formuna ait değerlerin girilmesine de imkan vermiştir. Ayrıca, program, çabuk ve yaklaşık değerler elde etmek isteyen kullanıcılara da kolaylık sağlamak amacıyla gemi üzerindeki kesit atalet momenti dağılımı eğrisi ve dalga profili eğrisi gibi değerlerin standart durumlarını da kullanıcıya seçenek olarak sunmaktadır.

Sonuç olarak, 18,000 DWT' luk BOLU gemisinin sınıflandırma kuruluşlarına ve yapılmış olan boyuna mukavemet programına göre hesaplanan boyuna mukavemet değerleriyle bir arada sunulmuş ve sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

INVESTIGATION of COMPERATIVE LONGITUDINAL SHIP STRENGTH

SUMMARY

Nowadays, the desire of carrying large amounts of cargo at once, make ship owners order bigger ships. The increasing of length of ships brings the problem of longitudinal strength. Although, as a solution, longitudinal framing system is used, the longitudinal strength is still the most important subject for containers and bulk carriers.

After having established the principal dimensions, form and general arrangement of the ship, the designer is faced with the problem of providing a structure capable of withstanding the forces which may be imposed upon it. The hull of a steel ship is a most complex structure. It is unique in the field of engineering structures in that it is primarily a plate structure depending for its major over-all strength on the plating of the shell, decks and in some cases the inner bottom and the longitudinal bulkheads. The framing members, each of which has its own function to perform, are designed primarily to maintain the plate members to the planned contours and their position relative to each other when subjected to the external forces of water pressure and breaking sea as well as the loads which may be imposed upon it very considerably and in many cases are indeterminate. As a result, those responsible for the structural design of ships must be guided by established standards adopted after many years of every increasing application of scientific principles carefully checked from particular experiences with ships in service.

In general, the problem of the development of a satisfactory structure involves the following considerations :

(a) It is necessary to establish the size of and to combine effectively the various component parts so that the structure, with a proper margin of safety, can resist successfully the major over-all stresses resulting from longitudinal and traverse bending (or a combination of both) in still water and among waves.

(b) It is necessary to design each component of part so as to withstand successfully to the local loads imposed upon it from water pressure, breaking seas, the weight of deck houses, heavy machinery, masts and so on, including such additional margins as sometimes may be required to suit unusually severe conditions encountered in operation.

In the consideration of the over-all longitudinal strength, the entire ship's hull is considered to be a girder having a varying load throughout length corresponding to the weight of the structure and its contents. The supporting forces are those resulting from the buoyancy distribution throughout the displacement length. When there is a balance between the total downward forces of weight and total upward forces of buoyancy and the centers of action of these two forces coincide longitudinally, the ship is in equilibrium; even so there normally will result an excess of buoyancy over weight throughout certain portions of the length, counterbalanced by an excess of weight over buoyancy throughout the remaining portions. These excesses of upward and downward forces create conditions of shear forces and bending moments in the same manner as in ordinary beams.

It is quite possible, by means of simple approximations, to establish with a reasonable degree of accuracy, the general characteristics of the weight curve and in the case of ships operating in smooth water exclusively, the buoyancy curve can be determined easily, so that the shearing forces and bending moments under any condition of load can be estimated accurately.

For ocean going ship, there is dearth of information, as to just what are the most severe conditions that a ship might reasonably be expected to encounter, so that for the purpose of assessing for the longitudinal strength requirements on a comparative basis between structures of the same general type there has been adopted what is termed a standard wave in association with which buoyancy curves or curves of supporting forces can be developed.

The standard wave is assumed to have a length from crest to crest equal to the length of the ship. Its contour forms to that of a trochoid, having a depth from crest to trough can easily be defined with the help of rules of different classification societies. It is customary to consider the vessel either poised on a wave, with a crest at the middle of the length and a trough at each end or as bridging two crests, with one at each end and a trough at amidship. The former condition induces what is termed a "hogging moment" (one which tends to depress the ends of the ship inducing tension in the deck and compression in the bottom) and the latter condition induces what is designated as the "sagging moment" (one which tends to depress the ship at amidship inducing compression in the deck and tension in the bottom).

In some investigations, calculations are made with crest of a standard wave, located at regular intervals along the length of the vessel and the peaks of the bending moment curves, so obtained for both hogging and sagging, are then connected into two curves called the "envelope curves" for the maximum hogging and sagging

conditions. However, it has been found that, the standart calculations with either a crest or hollow at the middle of the lenth, are sufficient to indicate whether or not there are present any abnormal conditions of form of weight distribution, as to make it desirable to provide the margines in the over-all longitudinal strength over and above the established standarts. In this thessis, both hogging and sagging conditions are tried to be applied to the same ship in order to compare the results.

When the srength of a ship is investigated, the first thing to be done is to work out the total weight or displacement of the ship and longitudinal position of its centre of gravity for the particular condition of loading being considered. At the begining we have to determine all the hydrostatic values of the body form and draw the Bon-Jean curves of area. The problem is then to find the distribution of buoyancy which will give these values of displacement and centre of gravity so that the ship shall be in static equilibrium either in still water or on the wave.

In the still water from the total weight of the ship the draught of which the ship afloats can be easily determined from the Bon-Jean curves of area. But this is a very dificult task to find the accurate position of ship on a wave. Because of the wave form and the adjustment of wave on the ship, the displacement and the centre of gravity values might not be equal to the values determined from the load distribution. For the approximate position of the wave we need some approximations to correct the wave position.

After getting the buoyancy distribution, we need to determine the weight distribution on the ship. For this, we divide the weight of deadwight and lightweight items in groups as tanks, cargo holds, machinery, etc. and calculate the weight distribution over-all the ship.

The load on the structure at any point in the length of the ship is the difference between the weightper unit length and the buoyancy per unit length. By taking the difference between buoyancy curve and weight curve forms a curve of which usually called the load curve. The total area enclosed by the load curve should be zero this means equivalancy that the total verticle force on the ship is zero. This is, one of the conditions of the static equilibrium. Similarly, the total moment of the area of the load curve about any point shoul be zero to satisfy the other condition of static equilibrium.

The tabular method of integration, for integrating the load curve, is one which is used very frequently nowadays. It is particularly suited where the stepped type of weight curve has been employed. The sum of load curve for each section multiplified by length of section l, will give us the shearing force at any point. Second summation will be made for determinig the bending moment.

For the two conditions, as the ship on a wave either with crests at the perpendicular or with a crest amidships, it is possible to state some general characteristics of shearing force and bending moment curves.

Since the ship is freely supported, both the shearing force and bending moment must be zero at each ends. The bending moment curve rises to maximum value at or about amidships, although in some instances of very unsymmetrical loading the maximum bending moment may be some distance from amidships. Because of the relation of shearing force and bending moment, it follows that where the bending moment is maximum the shearing force is zero, so that in general the shearing force will be zero at amidships. The greatest values of the shearing force occur towards the end of the half length amidships.

The position of the wave relative to the ship has an influence on the position of the maximum bending moment. If the wave is assumed to be in some position intermediate between the two conditions which have been discussed, it will be found that the position of the maximum bending moment moves from amidships but the value of the maximum will be less. It will be seen that the two basic conditions assumed, as sagging and hogging, will yield the greatest bending moments and for all purposes these greatest bending moments occur at amidships.

In addition to wave form weight distribution has a great influence on the bending moments over-all the length of the ship. Generally, it may be stated that concentration of weight near the points of support will result in smaller bending moments than if weight were concentrated away from the points of support. This means that the sagging condition concentration of loads near amidships will result in high bending moments, and in the hogging condition weights concentrated towards the ends of the ship will lead to high bending moments. To obtain a weight distribution which give the minimum wave bending moment for a given displacement of the ship, the wave bending moment in both sagging and hogging conditions should be worked out.

For the calculation of longitudinal ship strength, a computer programme is formed for any load and buoyancy distributions chosen by the user. In addition to this, programme is able to give the chance of choosing some standart values used in the calculations, as the height of the wave form and the distribution of moment of inertia over the entire length of the ship, for getting quick and approximate results of load distribution shear forces and bending moments on the sections choosen and the hydrostatic values of the vessel, if required.

In the other part of this thessis, the rules of some clasification societies, mostly preferred in our country, were subjected and the requirements, as the load distribution, maximum shear forces and bending moments,

section modules and moment of inertia of the chosen sections about the transverse neutral axis were compared.

In the final part, a bulkcarrier, of 18,000 DWT, named BOLU, was chosen as an example and the requirements of classification societies were utilized for the chosen load distribution which is required in the rules. Later the results, calculated by the computer programme of longitudinal ship strength, for the same load distribution and results determined from rules were compared in order to recognize the accuracy of the rules.



BÖLÜM 1 - GİRİŞ

Bu tezde, gemilerin boyuna mukavemeti, sınıflandırma kuruluşlarının vermiş olduğu kriterler yardımıyla elde edilen değerlerin, pratikte kullanılan yöntemle hesaplanmış sonuçlarla karşılaştırılması, şeklinde incelenmiştir.

Tezin ikinci bölümünde gemilerin boyuna mukavemetinin teorik incelenmesi yapılmıştır. İlk önce problemin yapısı incelenmiş, daha sonra kabul edilmiş dalga sistemleri anlatılmıştır. Burada dalga formu için yapılmış kabuller ve yapılmış olan bilgisayar programında kullanılan dalga formunun elde edilmesi gösterilmiştir. Ardından, geminin dalgalar arasındaki hareketinde ortaya çıkan konumlar anlatılmış ve bu konumlarda geminin bulunması halinde gemiye ne tür kuvvetlerin etkiyebileceği belirtilmiştir. Bu kısmın ardından, sephiye eğrisinin tayini, bu tayin sırasında kullanılan yaklaşımlar ve programda kullanılan yaklaşım metodu anlatılmıştır. Gemi üzerindeki ağırlık gurupları tanımlanmış ve bu ağırlık guruplarının gemi boyunca nasıl dağıtılması gerektiği belirtilmiştir. Gemi üzerindeki ağırlık guruplarının en önemlilerinden biri olan çelik tekne ağırlığının dağılımı birkaç farklı yöntemle verilmiş ve programda geliştirilen yöntem detaylı olarak anlatılmıştır.

Yük, kesme kuvveti ve eğilme momenti eğrilerinin anlatılması kısmında, işlemlerde kullanılabilecek yöntemlerle programda kullanılacak yöntem verilmektedir. Daha sonra, hesaplanmış olan kesme kuvveti ve eğilme

momenti değerlerinde yapılan kabullerden gelebilecek hataların nasıl düzeltililebileceği ve yük, kesme kuvveti ve eğilme momenti eğrilerinin karakteristik özellikleri belirtilmiştir. Kısaca sehım hesabı anlatıldıktan sonra, kesme kuvveti ve eğilme momenti için yaklaşım metodlarından bazıları açıklanmıştır. En son olarak da, gemi orta kesiti için yatay tarafsız eksene göre kesit modülü ve atalet momenti hesabı verilmiştir.

Üçüncü bölümde, ülkemizde en çok kullanılan sınıflandırma kuruluşlarından Det Norske Veritas, American Bureau of Shıping, Türk Loydu (Germanisher Lloyd) ve Nippon Kaiji Kyokai' nın son yıllarda yayınlamış oldukları kriterlerden boyuna mukavemete ayrılmış değerler ayrı ayrı verilmiş ve bu kriterler kısım kısım birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

Dördüncü bölümde sayısal uygulama için D. B. Deniz Nakliyat şirketine ait olan 18,000 DWT' luk BOLU gemisi (dökmeyük) örnek olarak alınmıştır. Önce gemi tanıtılmış ve özellikleri verilmiş daha sonra da üçüncü bölümde boyuna mukavemet kriterleri verilen sınıflandırma kuruluşlarının verdiği kriterler doğrultusunda boyuna mukavemet için istenen değerler elde edilmiştir.

Beşinci bölümde, günümüzde pratikte kullanılan boyuna mukavemet hesap yöntemi esas alınarak yapılmış olan bilgisayar programı, akış diyagramı yardımıyla tanıtılmış ve mantık sırası verilmiştir. Daha sonra da program adım adım anlatılmış ve çalışması sırasında kullanıcıya sunulan seçenekler ve içerikleri detaylı olarak teker teker açıklanmıştır.

Altıncı bölümde, örnek olarak alınmış geminin sınıflandırma kuruluşlarında istenen yükleme şartları için program sonuçları verilmektedir.

Bu tezin son bölümünde de dördüncü ve altıncı

yedinci bölümlerde bulunan sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılmış ve yöntemlerin avantajlı ve dezavantajlı yönleri belirtilmiştir.



BÖLÜM 2 - BOYUNA MUKAVEMETİN TEORİK OLARAK İNCELENMESİ

2 . 1 . - GENEL

Sakin suda yüzmekte olan bir geminin su altında kalan kısmına etki eden kuvvet hidrostatik basınç kuvvetidir. Normal şartlardaki bir denizde ise gemi hem hidrostatik basınç kuvvetleri hem de dalgalardan meydana gelen dinamik kuvvetler etkisi altındadır. Denizdeki dalgalar karışık dalga sisteminde olduğu için, bu dalgalar arasında hareket eden bir gemi, hem enine kesitler üzerinde bir boyuna eğilmeye hem de dalgaların gemi boyuna eksenine açıla gelmesinden dolayı burulmaya zorlanır. Bu durumda problemimiz dinamiktir.

Bunun yanında, karışık dalga sisteminde hareket eden bir gemide meydana gelen baş kıkırma ve dövmeye olaylarının oluşturduğu şok değerleri de mevcuttur. Bu durumda, gemi üzerine gelen kuvvetlerin ve etkiye noktalarının belirlenmesi oldukça zor olmaktadır.

Buna ek olarak, enine kesit modüllerinin tayini de oldukça zor bir durum oluşturmaktadır. Bazı araştırmacılar enine kesitteki tüm elemanların boyuna mukavemete etki ettiğini kabul ederken, bazıları da çok büyük kesit alanlarına sahip kaplama levhaları ve derin görderelerin yanında adi boyuna postaların ihmal edilmesi gerektiğini savunmaktadırlar. Ayrıca, geminin meyilli durumdaki mukavemet değerleri de değişmektedir.

Bütün bu zorlukların giderilmesi, gemilerin dizaynı sırasındaki hesaplamalarda ve benzer gemilerin arasındaki karşılaştırmalarda kolaylık sağlaması açısından problem statik hale indirgenmiştir. Bu durumda gemi yüzen bir kiriş olarak kabul edilmiştir. Bu kiriş, yüzdüğü ortama en uygun olarak seçilmiş boy doğrultusundaki bir dalga sistemine oturtulur ve kirişe etki eden kesme kuvveti ve eğilme momenti değerleri hesaplanır. Her ne kadar dinamik halin statik hale indirgenmesi pek gerçekçi gibi görünmese de karşılaştırma için oldukça uygun değerler vermektedir.

Gemilerin kabul edildiği kiriş normal kirişten farklıdır. Bu, kirişin yapısından ve mesnet kuvvetini oluşturan sephiye kuvvetinin dağılımından gelmektedir.

Statik denge kabulünden dolayı gemiye etki eden sephiye kuvvetinin ve gemi ağırlıklarının düşey bileşenleri birbirine eşit olmalıdır. Statik dengenin diğer bir şartından dolayı da bu düşey bileşenler gemi ağırlıklarının ağırlık merkezinden geçmelidir.

2 . 2 . - KABUL EDİLMİŞ DALGA SİSTEMİ FORMU

Genellikle, denizdeki bir gemi karışık galga sistemiyle karşılaşır. Yani, dalgalar farklı yükseklik ve boydadır ve değişik yönlerden gelmektedir. Karışık dalga sistemini deniz ortamında oluşturmak çok zordur ve bu sistemin, deniz ortamında, aynen tekrarlanması çok az bir olasılıktır. Bu nedenle bir geminin boyuna eğilmesinin incelenmesini kolaylaştırmak için bazı basitleştirilmiş dalga sistemleri kabul edilmektedir.[1]

İlk kabul dalgaların düzgün bir formda olması, ikinci kabul de dalga tepeleri arasındaki mesafenin uzun olması yani, dalga çukurlarının tepelere göre daha yaygın

olmasıdır. Ayrıca, geminin, hareketi sırasında, dalga tepelerine dik olarak girdiği düşünülmektedir.

Dalgaların yüksekliğinin ve boyunun, gemi boyunca hacim dağılımına çok önemli bir etkisi olduğu kabul edilmektedir. Gemiye gelen bu dalgaların boylarının en çok ne kadar olması halinde eğilme momentleri, kesme kuvvetleri ve sehim için extremum değerlerin elde edildiği çok önemlidir. Eğer bu boy, gemi boyundan çok fazla büyük ise bu durumda sephiye dağılımı sakın su haline çok yakın olacaktır. Aynı zamanda, eğer dalga boyları gemi boyunun çok küçük bir oranında olursa, çok küçük dalgalanmalarla sakın su sephiye eğrisi elde edilir. Bunlar sakın suda gemi üzerinde oluşan eğilme momentine çok az etki eder.

Bu durumda, bu iki extremum değer arasındaki bir dalga boyunun sephiye dağılımına maksimum etki edeceği açıktır. Standart olarak gemi boyuyla aynı boya sahip dalganın en kötü moment etkisi yaratacağı kabul edilmiştir.

Gemiyle aynı boya sahip bir dalgada, dalganın yüksekliğinin artmasıyla beraber sephiyeye göre eğilme momentinin de artacağı açıktır. burada en fazla etkiyi yapan bir optimum yükseklik yoktur ve problem, seçilen bir dalga boyuna bağlı bir dalga yükseklik değerinin belirlenmesidir. Tecrübeler dalga tepesi için boyun $1/25'$ ini, dalga çukuru için de boyun $1/20'$ sini dalga yüksekliği olarak almanın uygun olacağını göstermiş ve bu durumda boyuna mukavemet hesapları yapılmıştır. Dalgaların incelenmesi sonucu uzun dalgaların kısa dalgalara göre daha az dik olduğu bulunmuş ve Lloyd's Register dalga yükseklikleri için şu yaklaşımı yapmıştır.

$$h = 1.1 L^{0.5} \quad (2.1)$$

$h/L = 1/20$ kabulündeki gibi $h/l = 1.1 L^{0.5}$ şeklindedir. Daha sonraki çalışmalarda Lloyd's Register, dalga

yüksekliği için $L^{0.5}$ yerine $L^{0.3}$ kabulü yapmış ve istatistiksel dalgalardan yararlanarak dalga yüksekliği için şu formülü yayınlamıştır.

$$h = 3.75 L^{0.3} \quad (2.2)$$

Bu dört formülle elde edilen dalga yüksekliklerinin karşılaştırılması aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

TABLO 2.1

L	L/20	L/25	1.1 $L^{0.5}$	3.75 $L^{0.3}$
100	5.0	4.0	11.0	14.9
200	10.0	8.0	15.6	18.3
300	15.0	12.0	19.1	20.8
400	20.0	16.0	22.0	23.4
500	25.0	20.0	24.6	24.2
600	30.0	24.0	26.9	25.5
700	35.0	28.0	29.1	26.7
800	40.0	32.0	31.1	27.9
900	45.0	36.0	33.0	28.8
1000	50.0	40.0	34.8	29.8

Formüllerden elde edilen dalga yüksekliklerinin farkı tablo 2.1' de açıkça görülmektedir. Bu durumda, her ne kadar boyuna mukavemet hesapları çok genel kabullerle yapılıyorsa da, iki gemi arasında karşılaştırma yaparken uygulanan dalga yüksekliği formülünün aynı olması önemlidir.

Düşünülmesi gereken diğer bir faktör de dalganın şeklidir. Derin su dalgasının formu için düşünülebilecek ilk yaklaşım sinüs eğrisidir.[1,2]

$$y = h \sin\left(\frac{2\pi x}{l}\right) \quad (2.3)$$

l = Dalga boyu

Denizdeki dalgaların incelenmesi sonucu dalga tepelerinin dalga çukurlarına göre daha sivri olduğu bulunmuştur. Ancak sinüs eğrisi formundaki bir dalga, x eksenine göre simetrik bir yapıdadır.

Tepelerde, çukurlara göre daha sivri olan eğri trokoid eğrisi olarak bilinmektedir (Şekil 1.1). Aşağıdaki şekilde de görüldüğü gibi R yarıçaplı bir dairemiz olsun. Bu dairemizin üzerinde, merkezinden r kadar mesafede bir A noktası düşünelim. R yarıçaplı dairemizin $N - N_1$ noktaları arasında $\theta = 2\pi R$ kadar yuvarlanması sonucu ele aldığımız A noktasının çizmiş olduğu eğriye trokoid eğrisi ve bu eğri ile aynı formda olan dalgaya da trokoidal dalga denir (Şekil 2.2).

Trokoid eğrisinin apsis ve ordinatları R yarıçaplı dairemizin dönüş açısına bağlıdır. Burada

$$x = R\theta - r \sin(\theta) \quad (2.4)$$

$$y = r + r \cos(\theta) \quad (2.5)$$

h = dalga yüksekliği

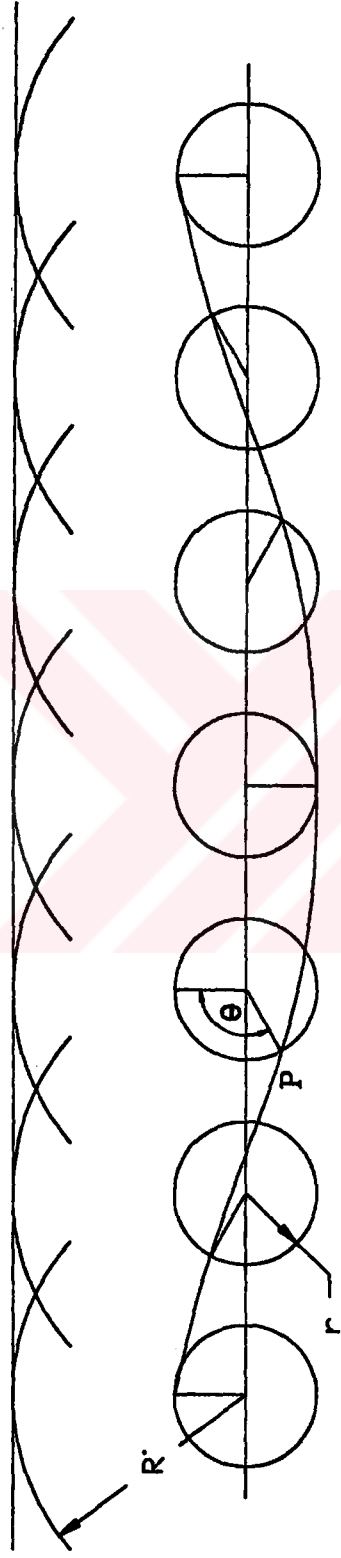
l = dalga boyu ise,

$$h = 2r \quad l = 2\pi R$$

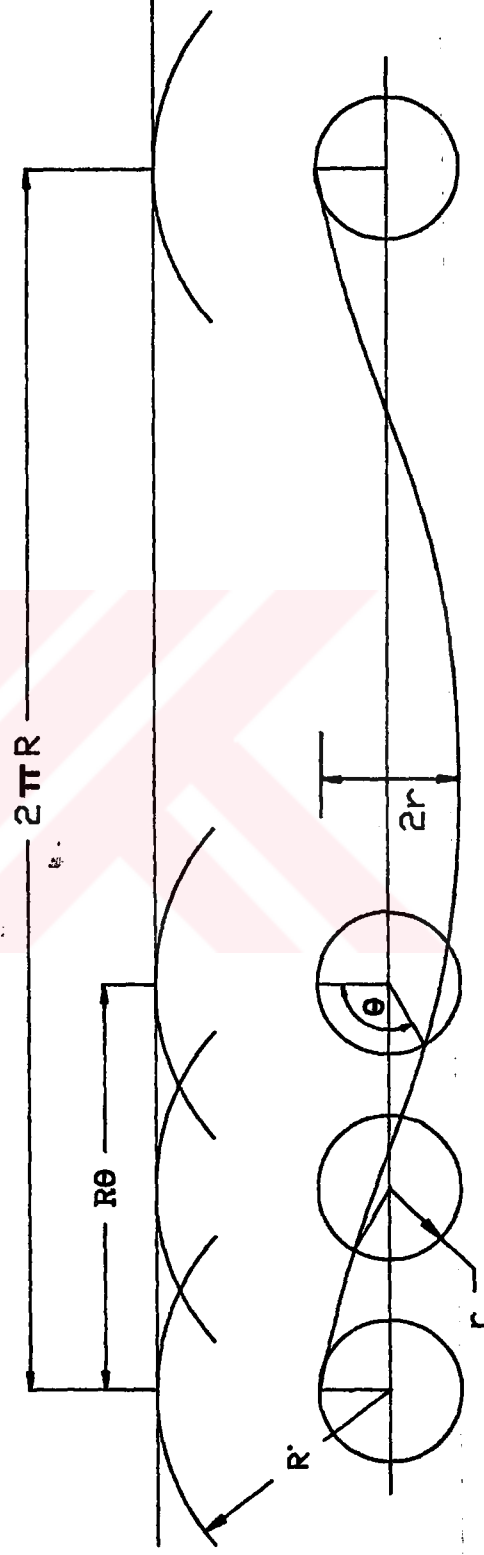
yani,

$$r = \frac{h}{2} \quad R = \frac{l}{2\pi}$$

elde edilir. Bulunan bu değerler (2.4) ve (2.5) denklemlerinde yerine konursa,



ŞEKİL 2.1 Trokoid



ŞEKİL 2.2 Trokoid Eğrisinin Elde Edilmesi

$$x = \frac{l}{2\pi} \theta - \frac{h}{2} \sin(\theta) \quad (2.4a)$$

$$y = \frac{h}{2} (1 + \cos(\theta)) \quad (2.5a)$$

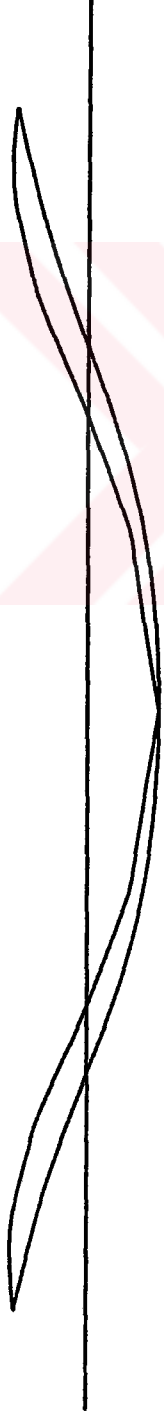
elde edilir. Bu durumda, trokoidal dalga formunun apsis ve ordinat değerleri, istenen bir aıda, verilmiş olan bir dalga boyu ve dalga yüksekliği değerlerine bağlı olarak elde edilmiş olur.

Sinüs ile trokoid eğrilerinin arasındaki karşılaştırma şekil 2.3' de gösterilmiştir. Burada, trokoidal dalganın, tepelerde sinüsoidal dalgaya göre daha sivri olduğu aıkıça görülmektedir. r değeri R değerine yaklaştırıkça, yani ele aldığımız A noktası R yarııaplı dairenin çevresine doğru ilerledikçe tepeler daha sivrileşir ve A noktası R yarııapına eşit olduğu zaman tepelerde sivri uılar olur.

Dalga yüksekliğinin belirlenmesinden sonra trokoidal ve sinüsoidal dalgaları karşılaştırdığımızda fazla bir fark ortaya çıkmayacaktır. Ancak hesaplamalarda daima trokoidal dalga formu kullanılmaktadır.

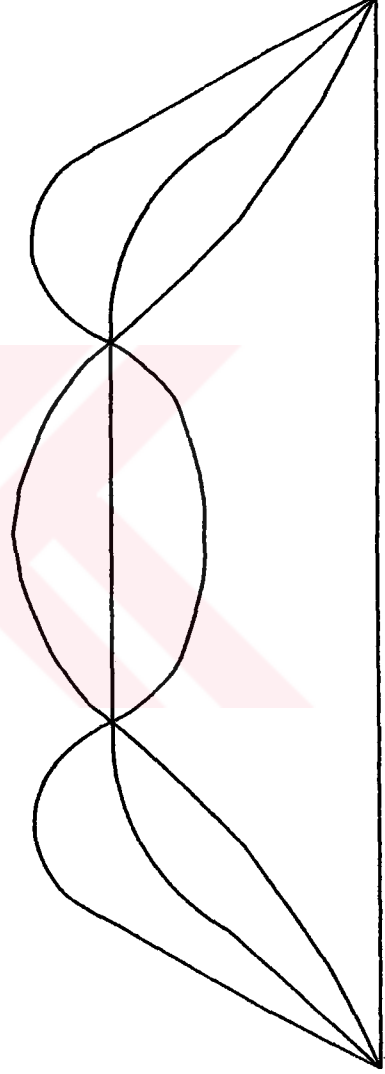
2 . 3 . - SARKMA ve OKME

şimdi gemiye göre dalganın durumu düşünülmelidir. Bu durumda gemi boyunca olan sephiye dağılımı, dalganın gemiye göre konumuyla değişecektir. Gemi boyuna eşit bir dalga hareket ettikçe, dalga tepesinin baş ve kıı kalmelerde olması durumundan, dalga tepesinin gemi ortasında olması durumuna kadar bir çok dalga konumu elde edilir.[1]



SEKİL 2.3

Sindüs ve Trokoid Eğrilerinin Karşılaştırılması

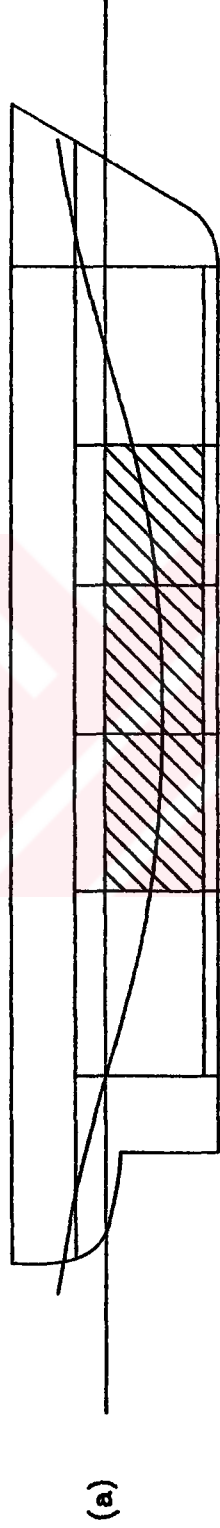


SEKİL 2.4 Değişik Dalga Konumları için Sephiye Eğrileri

Sakin sudaki sephiye eğrisini karşılaştırmak üzere şekil 2.4' de verilen, iki ekstremum için sephiye eğrilerini düşünelim. Maksimum sephiye ordinatı, dalga tepesinin baş ve kış dikeylerde olması halinde bu noktalarda, gemi ortasında olması halinde de gemi ortasında meydana gelecektir. Bu nedenle, gemi üzerinde, maksimum eğilme momentleri, dalga tepesi baş ve kış dikeylerdeyken yük birikiminin gemi ortasında olması veya dalga tepesi gemi ortasındayken yük birikiminin baş ve kış bölümlerinde olması sonucu meydana gelir. Birinci durumda gemi çökecek ve dipte çekme meydana gelirken güvertede de basma oluşacaktır. İkinci durumda ise gemi sarkacak ve bu sefer dipte basma ve güvertede de çekme meydana gelecektir. Bu iki durum, sarkma ve çökme durumu, belirgin bir şekilde çok yüksek eğilme momenti değerleri vermektedir. Bu nedenle boyuna mukavemet hesabında bu iki durumun incelemesi yapılmaktadır. Şekil 2.5' de taralı alanlar her iki durum için gemi içindeki yüklerin konumlarını göstermektedir.[2]

Hesaplar için uygulanan yükleme, uygulanabilmeli ve geminin çalışma durumuna olanak sağlamalıdır. Makinaları ortada olan bir gemiye örnek vermek gerekirse, en uygun durum tüm anbarların boşaltılmış olduğu haldir. Ancak bu durumda elde edilen eğilme momenti, baş ve kış taraflardaki anbarlarının dolu olması durumunda elde edilecek değerden daha az olabilir. Aynı şekilde, sarkma durumu düşünüldüğünde, mümkün olan yükleme, ballast durumunda tüm baş ve kış anbarların dolu olduğu haldir.

Yani, sarkma ve çökme durumlarında maksimum eğilme momentini meydana getiren yükleme durumunu genellemek ve hangi gemiler için hangi yükleme dağılımının kullanılması gerektiğini kesin olarak belirtmek mümkün değildir. Hangi yükleme durumunun daha iyi olduğunu anlayabilmek üzere çeşitli durumlar için inceleme yapılması gerekmektedir.



(a)



(b)

ŞEKİL 2.5 (a) Çökme (b) Sarkma

Maksimum eğilme momentinin elde edilmesi için, sarkma ve çökme hallerinde geminin farklı yük dağılımlarının olduğunu kabul edersek hesaplarımızın pratikte uygulanması daha kolay olur. Çünkü gemi belirli bir yükleme durumunda, dalga tepelerinin kaimelerden gemi ortasına doğru hareketi sonucu sarkma ve çökme döngüsüne girer. Bu durumda sarkma ve çökme için maksimum eğilme momenti meydana gelmeyebilir. Genellikle, eğer yük dağılımı sarkmada maksimum eğilme momenti değerini veriyorsa, dalga tepelerinin kaimelere ulaştığı andaki çökme durumunda meydana gelen eğilme momenti çok az olur. Aynı şekilde çökme için maksimum eğilme momenti değerini veren yük dağılımında sarkma için eğilme momenti çok küçük olacaktır.[3]

Bunu en iyi sakın su halinde kısmi yükleme durumundaki eğilme momenti değeri belirtir. Eğer, bu sakın su eğilme momenti değerlerine dalga eğilme momenti değerleri eklenince büyük sarkma değeri veriyorsa dalgalar arasında büyük sarkma ve küçük çökme momenti değerleri elde edilir. Aynı şekilde eğer, sakın su eğilme momenti yüksek çökme değerleri veriyorsa bu durumda, dalgalar arasındaki büyük çökme ve küçük sarkma momentleri ortaya çıkacaktır.

2 . 4 . - SEPHİYE EĞRİSİ

Bir geminin boyuna mukavemeti inceleneceği zaman ilk iş geminin tüm ağırlığının ve düşünülen kısmi yükleme durumu için ağırlık merkezinin boyuna yerinin belirlenmesi olmalıdır. Bu arada, gemiye ait tüm hidrostatik bilgilerin bilindiği ve Bon-Jean alan eğrilerinin belirlenmiş olduğu kabul edilmektedir. Bu durumda problem, bu ağırlıktaki gemiyi hem sakın suda hem de dalgalar üzerinde dengede tutabilmek için gerekli sephiye değerlerini ve sephiye merkezini veren sephiye dağılımını bulmaktır.

Sakin su durumu için, baş ve kıç draftlar bilindiğinde, geminin yüzdüğü su hattı şekil 2.6' daki gibi çizilebilir. Eğer, Bon-Jean alan eğrileri gemi profili üzerinde gösterilmişse, su altındaki kesit alanlarını elde etmek çok kolaydır. Kesitlerdeki sephiye değerleri ise bu alanların geminin yüzdüğü su yoğunluğu ile çarpılmasıyla elde edilir. Bon-Jean alan eğrilerinden elde edilen kesit alan değerlerinin doğru deplasmanı ve sephiye merkezini verip vermediği kontrol edilmelidir.

İstenen deplasmanın D ve ağırlık merkezinin x , ayrıca Bon-Jean alan eğrilerinden hesaplanan değerleri sırasıyla D' ve x' olduğunu kabul edelim. Gerçek deplasmanı elde etmek için su hattı, şu fomül kadar kaydırılmalıdır. Yani draft değişimi,

$$\frac{D' - D}{T_1} \quad (2.6)$$

Burada, $T_1 = 1$ cm batma tonajıdır. Trimdeki değişim ise,

$$\frac{D'(x' - x)}{M_1} \quad (2.7)$$

Burada, $M_1 = 1$ cm trim momentidir. Yeni alan değerleri elde edilip deplasman ve sephiye merkezi hesapları tekrarlanmalıdır. Sakin su halinde bu yaklaşım oldukça iyi sonuç vermektedir.[2]

Prensipte sakin su haliyle aynı olmasına rağmen geminin dalga üzerine yerleştirilmesi problemi pratikte oldukça zordur. Sonuçta deplasmanı ve sephiye merkezini iyi bir doğrulukla sağlamak mümkün olmamaktadır. Ayrıca düzeltme için kullanılan 1 cm batma tonajı ve 1 cm trim momenti değerlerinin dalgalı durumdaki su hattı için de hesaplanmasının gerekliliğine rağmen bu değerler sadece sakin su halindeki su hattı için mevcuttur. Bu nedenle,

yeterli sayıda hassasiyet sağlamak için çok sayıda hesap ve düzeltme yapmak gerekmektedir.

Dalganın doğru yerini belirlemek için çeşitli prosedürler oluşturulmuştur.

Sakin suda t draftıyla yüzmekte olan bir dubanın su hattı altındaki deplasmanı, bu su hattına oturtulan trokoidal dalga altındaki deplasmanından fazladır. Yani, duba trokoidal dalgaya yerleştirildiğinde deplasman sağlanmayacak ve bir draft artışı olacaktır. Buradaki draft artışı şu şekildedir.

$$\Delta t = \frac{r^2}{2R} \quad (2.8)$$

$$r = \frac{h}{2} \quad \text{ve} \quad R = \frac{1}{2\pi} \quad (2.9)$$

$$\Delta t = \frac{h^2/4}{21/2\pi} \quad \Delta t = \frac{\pi h^2}{41} \quad (2.9a)$$

Bu durumda, geminin trokoidal dalga üzerine yerleştirilmesi için ilk yaklaşım olarak yukarıda elde edilen draft artışı kullanılabilir. Hesaplarımızı dikdörtgen duba için yapıyor olsaydık bu yaklaşımımız hem çökme hem de sarkma durumları için bize doğru deplasman ve sephiye merkezi değerlerini verecekti.

Ancak, gemide orta bölümler, baş ve kıç bölümlere göre daha dolgundur. Çökme durumunda, çıkan deplasmanın eklenen deplasmandan daha fazla olması, geminin draftında artış meydana getirirken sarkma durumunda çıkan deplasmanın eklenen deplasmandan daha az olması, geminin draftında azalma oluşturacaktır. Gemi formu mastoriye göre

simetrik olmadığından draft değişimi sırasında sephiye merkezinin yeri de değişecek ve gemi yukarı aşağı hareket ederken aynı zamanda başa veya kıça da trim yapacaktır. Bu durumda, dalga gemi boyunca, x gemi kıcından ölçülmek üzere, x kadar yatay ve a ve b elde edilmesi gereken sabitler olmak üzere, aşağıdaki y formülü kadar düşey hareket edecektir.

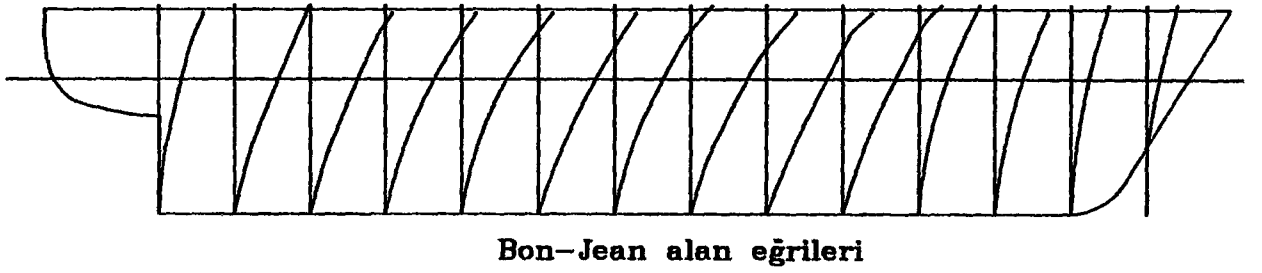
$$y = a + b \frac{x}{l} \quad (2.10)$$

Şekil 2.7' de geminin herhangi bir kesitindeki Bon-Jean alan eğrisinin bir kısmı gösterilmektedir. Burada C noktası dalga için yapılan ilk konum kabulünde dalga profilinin enine kesiti kestiği noktadır. Bu C noktasındaki kesit alanı A_0 olsun. C noktasının 1.3m (4ft) yukarısında aynı kesitin alanı A_4 olsun. 1.3m aralıkta Bon-Jean alan eğrilerinin değişiminin lineer olduğunu kabul etmekle yeterli doğrulukta sonuçlar elde edilmektedir. Bu nedenle bu basitleştirici yaklaşım dalganın konumunun bulunmasında oldukça kolaylık sağlayacaktır.

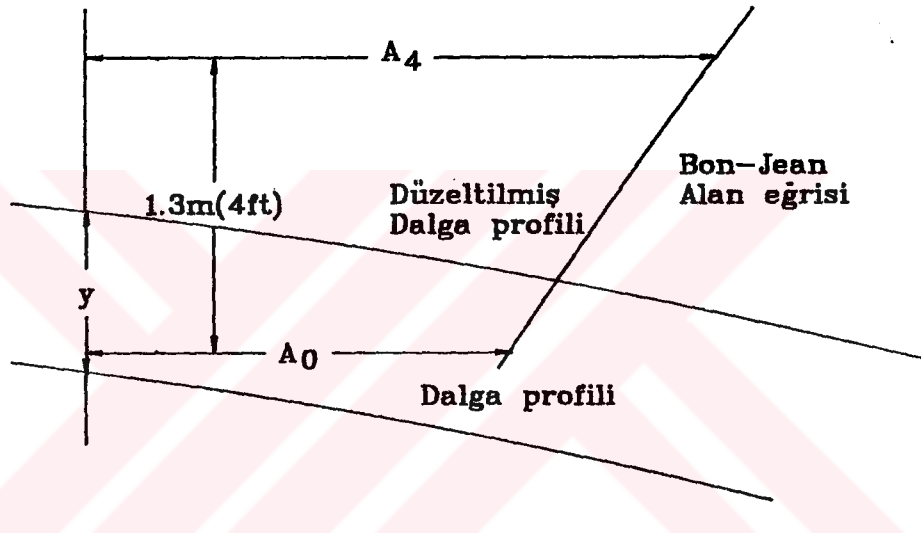
Eğer dalga, çökme durumundaki gibi, C noktasından itibaren y kadar yükselmeliyse, yeni durumdaki kesit alanı şu formülle tanımlanır.

$$\begin{aligned} A &= A_0 + \Delta A \\ &= A_0 + y \frac{A_4 - A_0}{4} \\ &= A_0 + (a + b \frac{x}{l}) (\frac{A_4 - A_0}{4}) \end{aligned} \quad (2.11)$$

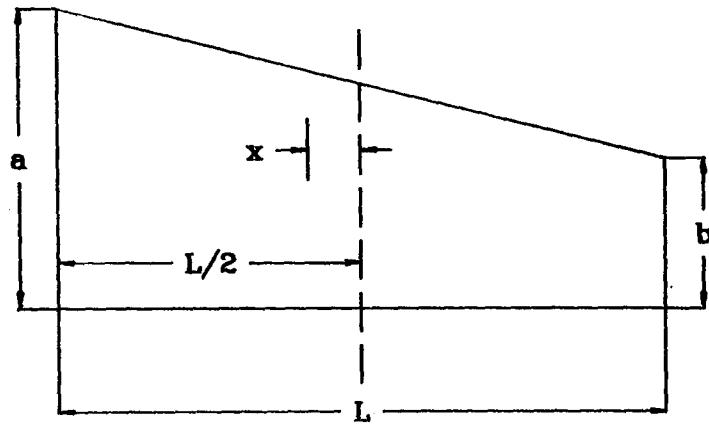
Dalğanın yukarı doğru kaydırılmasıyla elde edilen hacim, bizim yükleme durumumuza karşılık gelen V



ŞEKİL 2.6 Sakin Su için Sephiyenin Elde Edilmesi



ŞEKİL 2.7 Dalga Konumunun Düzeltilmesi



ŞEKİL 2.8 Yarı Sürekli Yüklerin Dağıtımı

hacmidir. Bu durumda,

$$V = \sum A_0 dx + \sum \left(a + b \frac{x}{l} \right) \left(\frac{A_4 - A_0}{4} \right) dx \quad (2.12)$$

veya,

$$V = \sum A_0 dx + a \sum \left(\frac{A_4 - A_0}{4} \right) dx + b \sum \frac{x}{l} \left(\frac{A_4 - A_0}{4} \right) dx \quad (2.13)$$

Aynı şekilde kış kaimeye göre alanların moment ifadesi de şu şekildedir.

$$Ax = A_0 \frac{x}{l} + \left(a + b \frac{x}{l} \right) \left(\frac{A_4 - A_0}{4} \right) \frac{x}{l} \quad (2.14)$$

Bu durumda, hacim momenti ifadesi ise şu şekilde olmaktadır.

$$V \frac{x}{l} = \sum A_0 \frac{x}{l} dx + \sum \left(a + b \frac{x}{l} \right) \left(\frac{A_4 - A_0}{4} \right) \frac{x}{l} dx$$

veya,

$$V \frac{x}{l} = \sum A_0 \frac{x}{l} dx + a \sum \frac{x}{l} \left(\frac{A_4 - A_0}{4} \right) dx + b \sum \frac{x^2}{l^2} \left(\frac{A_4 - A_0}{4} \right) dx \quad (2.15)$$

(2.12) ve (2.15) denklemlerinin çıkarılması çok kolaydır. Elde edilen bu denklemler a ve b katsayılarını içermektedir. Verilen değerler kullanılarak

(2.12) ve (2.15) denklemlerinden a ve b bilinmeyenlerine bağılı iki denklem oluşturulup a ve b 'ye göre çözülür. Bulunan bu a ve b değerleriyle yeni kesit alanları hesaplanıp deplasman ve sephiye merkezi kontrolü yapılabilir.

Bu düzeltme metodu yeterli bir yaklaşım sağlamaktadır. Daha kesin sonuçlar elde etmek için çok daha hassas işlem yapmak gerekmektedir. Bizim kullanacağımız düzeltme metodu hem olabildiğince gerçeğe yakın olmalı hem de normal hesap makinalarında kolaylıkla hesaplanabilmeli ve bilgisayarlara uyarlanabilmelidir.

2 . 5 . - AĞIRLIK EĞRİSİ

Gemi üzerindeki moment ve kuvvetlerin elde edilmesindeki diğer bir faktör de gemi boyunca ağırlık dağılımıdır. Basit yöntemler kullanılmadığı zaman bu, sephiye hesabından çok daha zor olmaktadır. Sonuçta, gerçek ağırlık eğrisini elde etmek uzun ve zor bir işlem halini alır. Bu nedenle, geminin bazı bölümleri için bazı yaklaşım metodları belirlenmiştir.

Temelde, geminin herhangi bir yükleme koşulunda toplam ağırlığı **Lightweight** ve **Deadweight** şeklinde ikiye ayrılabilir.

Lightweight, kendi içinde, sürekli ve yarı sürekli ağırlıklar olmak üzere ikiye ayrılabilir. Sürekli ağırlıklar gemi boyunun tümüne dağılmış ağırlıklardır. Yarı sürekli ağırlıklar ise, gemi boyunun belirli bir kısmına sürekli dağılmış olan ağırlıklardır. **Lightweight** dağılımını belirlemek için ilk önce yarı sürekli ağırlıkları **Lightweight** 'den çıkartıp sonra da çıplak teknenin ağırlık merkezini bulmamız gerekmektedir. Bu yapıldığında sürekli bir ağırlığın, örneğin W (çelik tekne)

ağırlığının ağırlık merkezi gemi ortasından itibaren K mesafesinde elde edilecektir.[1]

Yarı sürekli ağırlıklara örnek olarak makina, üst binalar, filikalar, gemi boyunca sürekli olmayan güverteler sayılabilir. Bu kategorideki ağırlıklar geminin genel yerleştirme planında belirlenmeli ve ağırlıklarıyla ağırlık merkezleri mümkün olduğunca hassas bir şekilde hesaplanmalıdır. Ağırlıklar düşünüldüğünde, çelik, ahşap ve diğer donanım ağırlıkları da hesaba katılmalıdır. Bu, özellikle üst binalarda önem kazanmaktadır.

Eğer yarı sürekli ağırlığın gemi ortasındaki bir güverte evi gibi sabit bir kesiti varsa, ağırlığın o boya düzgün yayılı olduğunu ve dolayısıyla ağırlık merkezinin o boyun ortasında olduğunu kabul etmek oldukça doğru sonuç verir. Eğer, kesit ve dolayısıyla ağırlık boya değişmekteyse, bu ağırlık dağılımını trapez şeklinde kabul etmek yeterli yaklaşıklık sağlayacaktır.

Şekil 2.8' de boyu l ve ağırlığı w olan yarı sürekli bir ağırlığın, trapez yayılı yük şeklindeki dağılımı gösterilmektedir. Eğer ağırlık merkezi boyun ortasında x mesafedeyse ve yük dağılımı eğrisinin uç noktalarındaki ordinatları a ve b ise, bu durumda,

$$x = \frac{1}{6} \left[\frac{a - b}{a + b} \right] \quad \text{ve} \quad w = \frac{l(a + b)}{2} \quad (2.16)$$

Bu iki denklemden a ve b değerleri, dolayısıyla dağılım eğrisi elde edilebilir. Bu durumda,

$$a = \frac{w}{1} + \frac{6wx}{l^2} \quad \text{ve} \quad b = \frac{w}{1} - \frac{6wx}{l^2} \quad (2.17)$$

şeklinde bulunur. Aynı yolla, tekil yükler ve düzgün dağılımı olmayan yükler de incelenebilir.

Yarı sürekli yüklerde, yükün dağılım boyu için çok iyi karar vermek gerekmektedir. Bunun için filikalar ve mataforalar çok iyi bir örnek teşkil etmektedir. Teorik olarak, filikaların ve mataforaların ağırlıkları, mataforaların yapıya bağlandığı iki noktada etki etmektedir. Buna rağmen, filikanın ağırlığını filika boyunca sürekli kabul etmek de oldukça mantıklıdır.

Sürekli yüklerin büyük bir kısmını çelik tekne ağırlığı oluşturmaktadır. Çelik tekne ağırlığı içine kaplamalar, tank yapıları, güverteler, boyuna elemanlar, döşekler ve borda postaları girmektedir. Eğer gemi boyunca dağılmış olan üst yapı mevcut ise onu da çelik tekne ağırlığına katmak gerekmektedir. Gemi boyunca sürekli perdeler olmasına rağmen, bunların sürekli yüklere dahil edilmemesi fazla bir hata doğurmamaktadır. Aynı durum enine su geçirmez perdeler gibi tekil yükler için de geçerlidir. Bunlar bazen tekil yük kabul edilirler ama, sürekli yüklere dahil edilmeleriyle de fazla bir hata yapılmamış olunur.

En iyi yaklaşım, gemi boyunca sürekli yüklerin, ele alınan her kesitteki değerlerinin belirlenmesidir. Bu eğrinin altındaki alan sürekli yüklerin ağırlıklarına eşit ve alan merkezi de sürekli yüklerin ağırlık merkezi ile çakışık olmalıdır. Genel olarak bu ağırlık eğrisinin alan ve alan merkezinin sürekli yüklerin ağırlık ve ağırlık merkeziyle çakışık olaması gerektiğinden, ordinatların bu değerleri sağlayacak şekilde ayarlanması gerekmektedir.

Şekil 2.9' da gemi boyunca tüm kesitlerin her biri için ağırlık hesabı yapılarak elde edilen ağırlık eğrisi gösterilmektedir. Bu eğrinin altındaki alan W_1 ve ağırlık merkezinin gemi ortasından uzaklığı da K_1 olsun. Ayrıca, istenen ağırlık W ve ağırlık merkezinin gemi

ortasından uzaklığı da K' dir. Eğrinin arka ucundan itibaren herhangi bir x mesafesindeki ordinatı w olsun. Gerçek ağırlık, tüm bu ordinatların W/W_1 oranıyla çarpılmasıyla elde edilir.

$$\text{Düzeltilmiş ordinat} = w \frac{W}{W_1} \quad (2.18)$$

Bu, alanın sağlanması için taban çizgisinin paralel olarak kaydırılmasına denk düşmektedir.

Ağırlık merkezini düzeltmek için taban çizgisini eğmek gerekmektedir. Bu, ilk eğrinin ordinatları üzerine

$$a + b \frac{x}{l} \quad (2.19)$$

kadar bir eklemeyle aynı etkiyi yapar. Burada a ve b sabitlerdir. Bu nedenle düzeltilmiş ordinatlar,

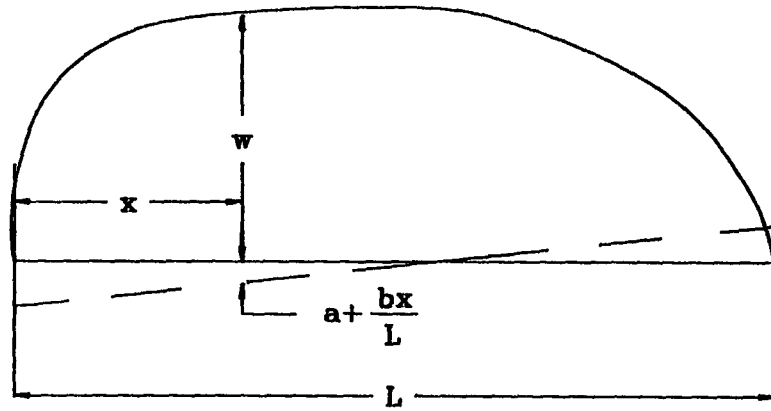
$$w + a + b \frac{x}{l} \quad (2.20)$$

şeklinde olacaktır. Bu durumda aşağıdaki şu denklemlerin sağlanması gerekmektedir.

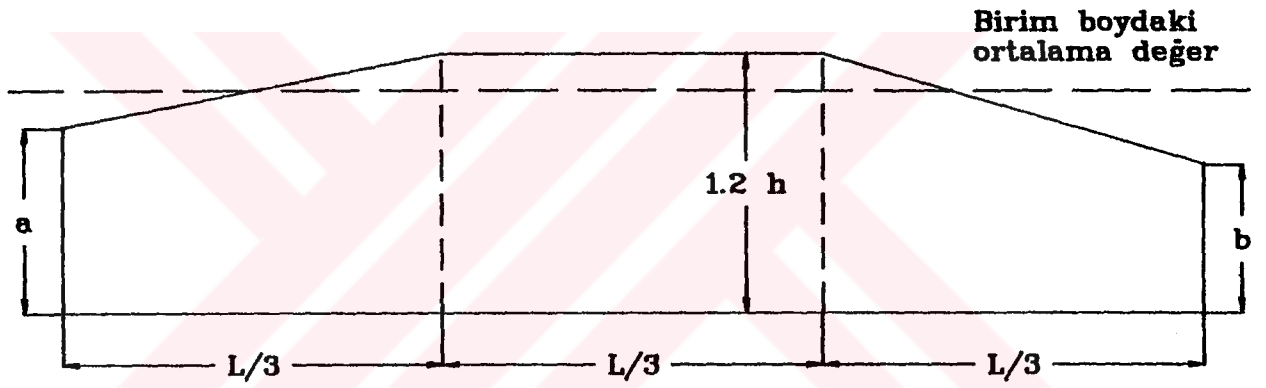
$$W = \int_0^L (w + a + b \frac{x}{L}) dx \quad (2.21)$$

$$W(\frac{L}{2} - K) = \int_0^L (w + a + b \frac{x}{L}) x dx \quad (2.22)$$

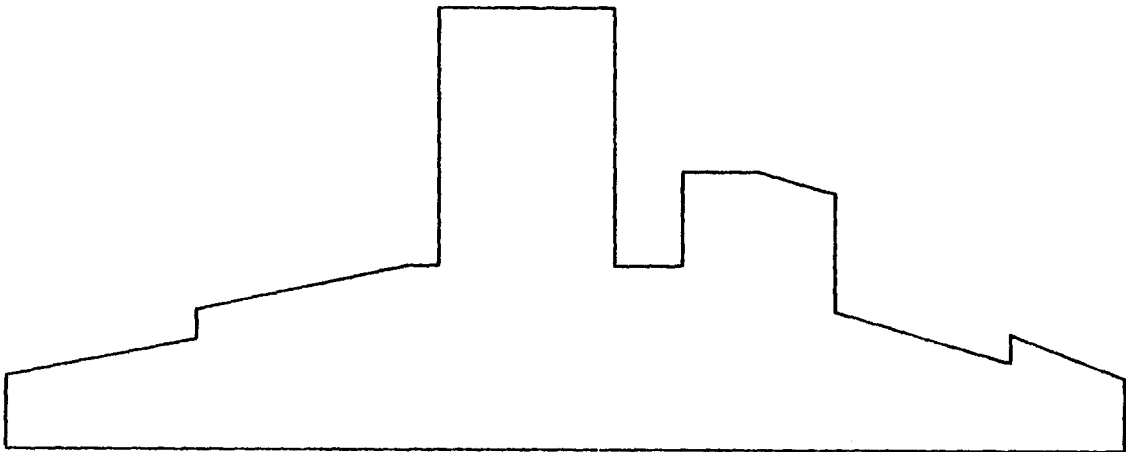
Bu iki denklemden a ve b değerleri çözülerek



ŞEKİL 2.9 Sürekli Yüklerin Dağılımı



ŞEKİL 2.10



ŞEKİL 2.11 Çıplak Tekne Ağırlık Dağılımı

yerlerine konduğunda ağırlık eğrisinin gerçek ordinatları hesaplanabilecektir.

Sürekli yüklerin genel karakteristiğinin ilki gemi ortasındaki ağırlık ordinatlarının uçlarındakilerden daha fazla olması ve ikincisi de gemi ortasında paralel gövde boyunca ağırlık ordinatlarının sabit olmasıdır. Sürekli yükler için bu karakteristikleri sağlayan yaklaşık bir eğri geliştirmek mümkündür. En iyi yaklaşım şekil 2.10' da gösterilen yaklaşımdır.

Ağırlık ordinatları, gemi ortasında, gemi boyunun 1/3 uzunluğundaki kısmında sabit kabul edilmektedir. Daha sonra ağırlık ordinatları, baş ve kıçta, a ve b ordinatlarına kadar lineer olarak azalmaktadır. Gemi ortasındaki ordinat değerlerinin, ortalama ağırlık ordinatı değerinin 1.2 katı olduğu kabul edilmektedir. Bu durumda a ve b sabitleri, sürekli yükün ağırlığını (W) ve ağırlık merkezini (K) verecek şekilde elde edilir. Şekil 2.10' da görüldüğü gibi,

$$W = 1.2h \frac{L}{3} + \frac{1.2h + a}{2} * \frac{L}{3} + \frac{1.2h + b}{2} * \frac{L}{3} \quad (2.23)$$

veya,

$$W = L(0.8h + \frac{a + b}{6}) \quad (2.23a)$$

Gemi ortasına göre alan momenti,

$$WK = \frac{1.2h + a}{2} * \frac{L}{3} \left[\frac{L}{3} - \frac{1.2h - a}{1.2h + a} * \frac{L}{18} \right] - \frac{1.2h + b}{2} * \frac{L}{3} \left[\frac{L}{3} - \frac{1.2h - b}{1.2h + b} * \frac{L}{3} \right] \quad (2.24)$$

veya,

$$WK = (a - b) \frac{7L^2}{108} \quad (2.24a)$$

Bu iki denklemden a ve b değerleri çözüldüğünde,

$$a = h \left(0.6 + \frac{54 K}{7 L} \right) \quad b = h \left(0.6 - \frac{54 K}{7 L} \right) \quad (2.25)$$

Bu, a ve b değerleri benzer ağırlık dağılımları için uygulanabilir, fakat aynı ifadeler, sabit alınacak boyun ve maksimum ordinat değerinin değişmesiyle değişecektir. Bu durumda, yapılan kabuller doğal olarak her gemiye uygulanamaz. Örneğin, modern dev tankerlerde, gemi boyunun $1/3'$ ünden çok daha fazla bir boy parçasında birim boya düşen ağırlık değerleri sabittir. Aynı zamanda, paralel gövdesi olmayan çok narin bir gemide de birim boya düşen ağırlık değeri sabit kalmayıp gemi ortasından uzaklaştıkça azalacaktır. En iyi yol, bir çok çeşitli gemi için, birim boya düşen ağırlık değerlerinin analizi sonucu elde edilen değerleri kabul etmektir.

Sürekli yüklerin dağılımı elde edildikten sonra yarı sürekli yükler, ağırlık merkezleri gerçek yerlerinde olacak şekilde yerleştirilerek çıplak tekne ağırlık dağılımı şekil 2.11' deki gibi elde edilir.

Deadweight birimlerinin doğru bir şekilde dağıtılması Lightweight' e göre daha kolaydır. Deadweight içinde ana kargo, yakıt, erzak, tatlı su, kullanma suyu ve ballastlar bulunmaktadır. Genelde Deadweight birimlerinin içinde bulunduğu bölmeler için kesit alan eğrileri yeterli olmaktadır ve birim boya düşen ağırlık değerleri de bu kesit alanlarıyla orantılıdır.

Eğer bir bölmenin hacmi V , içindeki ağırlık W ve bölme boyu da l ise,

$$\text{birim boya gelen ağırlık} = \frac{A}{V/l} * \frac{W}{l} = \frac{AW}{V} \quad (2.26)$$

Burada A , düşünülen noktanın kesit alanını vermektedir. Daha basit olarak, eğer w , birim hacme karşılık gelen ağırlık değeri ise,

$$\text{birim uzunluğa düşen ağırlık} = A w \quad (2.27)$$

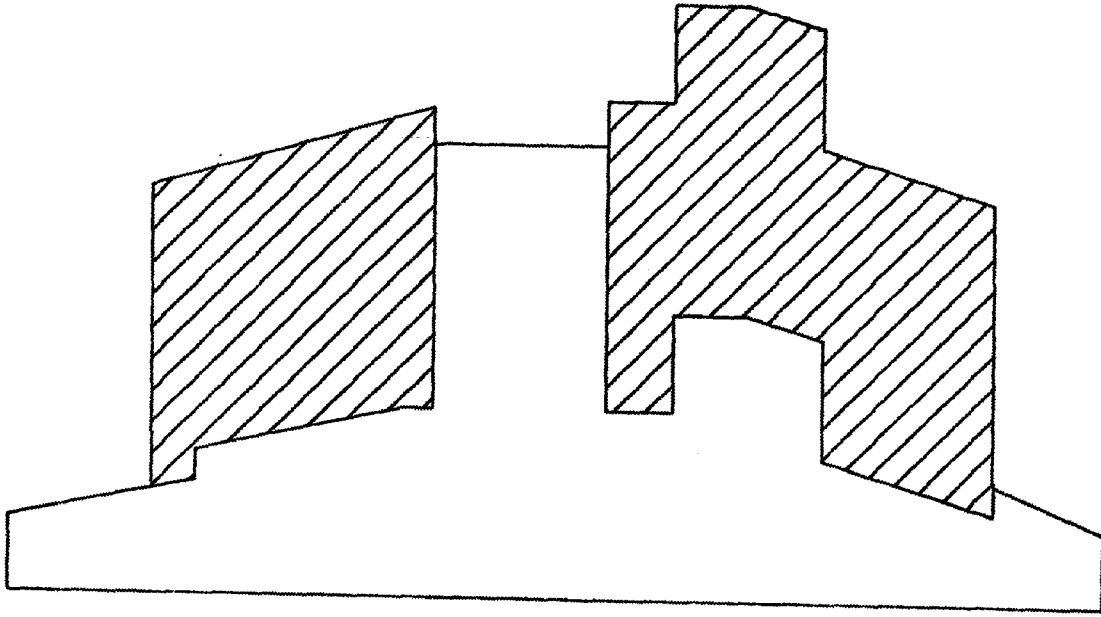
şeklinde olacaktır. Bu aynı bölmede farklı yüklerin bulunması durumunda kolaylık sağlayacaktır (anbarlar gibi).

Deadweight birimleri için birim boya gelen ağırlık değerleri bulunduktan sonra, bunlar Lightweight için çizilmiş olan eğrinin üzerine eklenerek şekil 2.12' de gösterilen toplam ağırlık eğrisi elde edilir.

Bu eğri çizildiğinde, geminin yükleme durumu için, eğrinin toplam alanının geminin bu durumdaki toplam ağırlığına eşit ve eğrinin boyuna alan merkezinin geminin ağırlık merkezinin boyuna yeriyle aynı olup olmadığı kontrol edilmelidir. Doğal olarak ağırlık ve ağırlık merkezi değerleri kesinlikle aynı olmayacaktır. Ancak yapılan hata da pek fazla olmamalıdır. Daha önce kullanılan ağırlık ve ağırlık merkezi değerleri, çizilmiş olan ağırlık eğrisi kullanılarak elde edilmelidir.

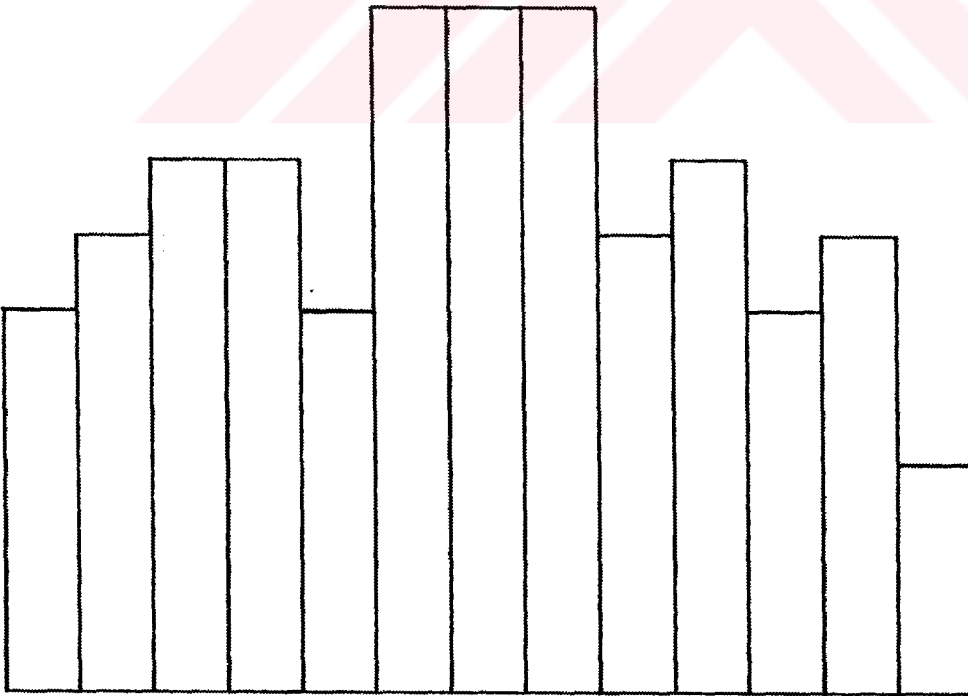
Bu durumda, gemi üzerindeki ağırlıklar maddeler halinde şu şekilde sıralanabilir.

- 1) Çelik tekne ağırlığı
- 2) Teçhizat ağırlığı
- 3) Ballast ağırlığı
- 4) Yakıt ağırlığı
- 5) içme suyu ağırlığı



 = Deadweight parçalarını göstermektedir

ŞEKİL 2.12 Toplam Ağırlık Eğrisi



ŞEKİL 2.13 Kademeli Ağırlık Eğrisi

- 6) Kullanma suyu ağırlığı
- 7) Anbarlardaki yüklerin ağırlığı
- 8) Yağlama yağı ağırlığı
- 9) Kreyinlerin ağırlığı
- 10) Anbar kapakları ağırlığı
- 11) Makina ağırlığı
- 12) Makina dairesi teçhizat ağırlığı
- 13) Üst bina ve donanımları ağırlığı

2 . 6 . - DÜZELTİLMİŞ AĞIRLIK EĞRİSİ FORMU

Bir önceki bölümde anlatılan yöntemle elde edilen bu ağırlık eğrisinde, şekil 2.12' de de görülebileceği gibi, bazı süreksizlikler mevcuttur. Birim boydaki ani değişiklikler, boy üzerinde belirli aralıklarla değildir ve bu, belirli bir yöntemle integrasyon yapılırken zorluklar çıkartmaktadır. Bu durumu gidermek için genelde yapılan işlem gemi boyunun eşit aralıklara bölünmesi ve birim boya gelen ağırlıkların her bölüm için sabit kabul edilmesidir. Sonuçta elde edilen kademeli ağırlık eğrisi şekil 2.13' de gösterilmiştir. Ne kadar çok aralık alınırsa o derece daha doğru sonuçlar elde etmek mümkün olmaktadır.

Probleme yapılan bu yaklaşım, ağırlık eğrisinin elde edilmesindeki işlemlerin azaltılması değildir. Aksine ilk önce detaylı bir ağırlık eğrisi hazırlanmalı, sonra da her boy aralığı için toplam ağırlık hesaplanmalı ve bu hesaplanan değerler, aralıkların uzunluklarına bölünerek her aralık için birim boya gelen ağırlık değerleri elde edilmelidir. Bu şekilde kademeli ağırlık eğrisi elde edildikten sonra eğrinin toplam alanıyla alan merkezinin boyuna yerinin istenen değerde olup olmadığı kontrol edilmelidir.

2 . 7 . - YÜK, KESME KUVVETİ ve EĞİLME MOMENTİ EĞRİLERİ

Gemi üzerindeki herhangi bir kesitte, ağırlık sephiyeden fazlaysa aşağıya doğru, sephiye ağırlıktan fazlaysa yukarı doğru bir kuvvet etkisi meydana gelmektedir.

Sonuçta, düşey yükler etkisi altındaki bir kiriş gibi, geminin teknesi bu düşey kuvvetler nedeniyle eğilmeye zorlanmaktadır.[1,2,3]

Geminin belirli sayıda parçalara ayrıldığını kabul etmiştik. Bu durumda, her parçada, sephiyenin ağırlıktan fazla olup olmamasına göre, yukarı veya aşağıya doğru bir kuvvet etkisi meydana gelecektir.

Şekil 2.14' de XX ve YY arasındaki bir parçanın sancak tarafının büyütülmüş hali gösterilmektedir.

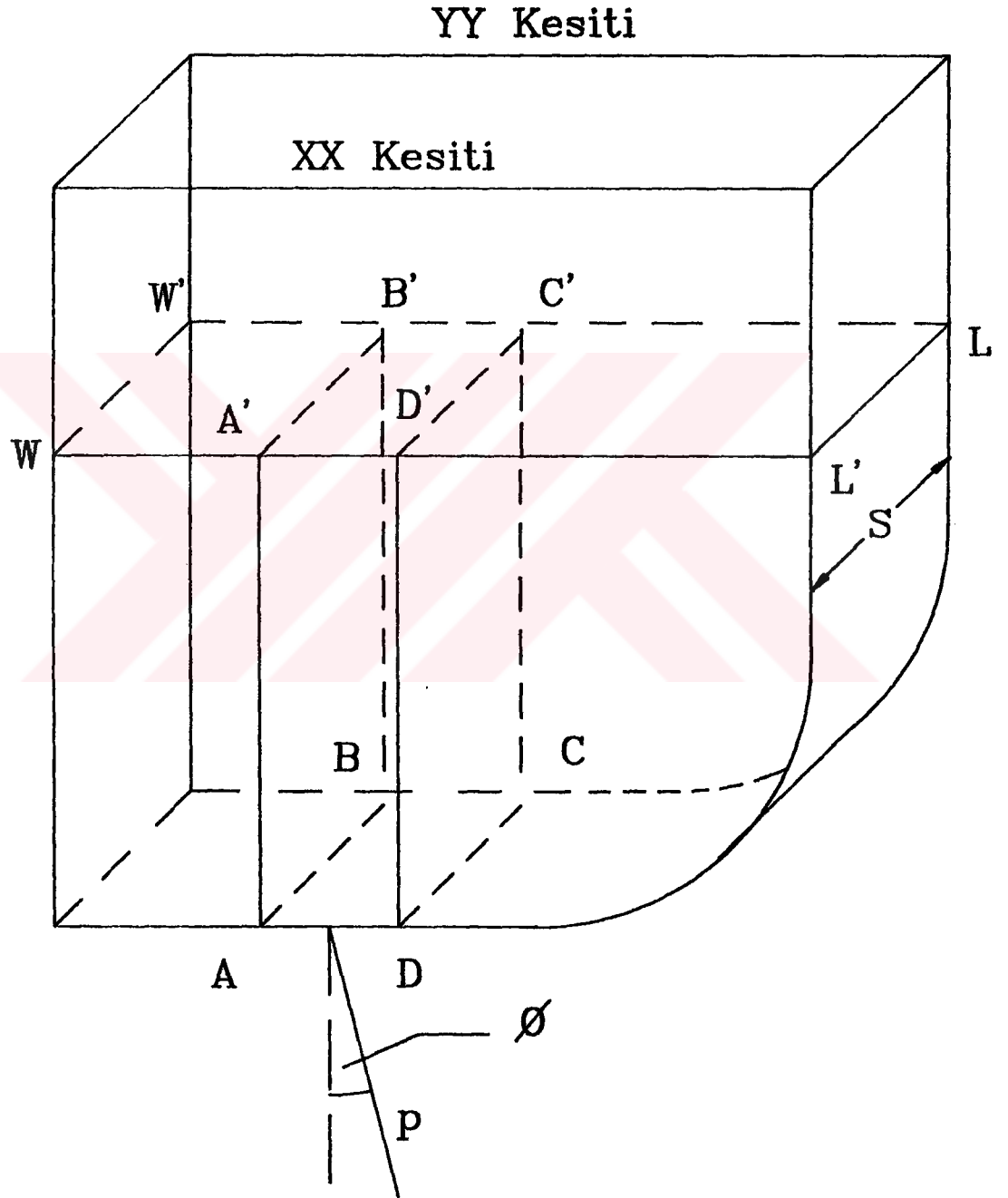
Eğer W parçanın toplam ağırlığı ve S de XX ve YY ordinatları arasında kalan mesafe (parça kalınlığı) ise, birim boya karşılık gelen ağırlık değeri şu şekildedir.

$$w = \frac{W}{S} \quad (2.28)$$

h derinlikte, ıslak bölgede, ABCD ile sınırlı küçük bir alanı düşünelim. Eğer bu alana gelen ortalama normal basınç p ise,

$$p = \sigma h \quad \text{kg/cm}^2 \quad (2.29)$$

şeklindedir. Burada σ suyun birim hacimdeki ağırlığıdır (kg/cm^3).



ŞEKİL 2.14

Yüzeyin normali düşey ile ϕ açısı yaptığı için basıncın düşey bileşeni $p \cos(\phi)$ şeklindedir. Bu durumda ABCD yüzeyindeki toplam basınç,

$$\sigma h \cos(\phi)(\text{Alan ABCD}) \quad (2.30)$$

Tüm parçayı ABCD gibi küçük alanlara bölüp teker teker elde ettiğimiz basınçları toplarsak parçaya etkiyen toplam basıncı bulmuş oluruz.

$$\text{Toplam Basınç} = (\text{Toplam Hacim}) \sigma \quad (2.31)$$

XX ve YY ordinatları arasındaki parça için birim boydaki ortalama sephiye değeri,

$$\frac{\sigma (\text{Parça Hacmi})}{S} = \frac{\sigma V}{S} \quad (2.32)$$

Burada V parça hacmidir.

Eğer W, $V\sigma$ değerinden fazlaysa parça üzerindeki kuvvet aşağıya doğru, W, $V\sigma$ değerinden daha az ise parça üzerindeki kuvvet etkisi yukarı doğru olacaktır. W ağırlığının $V\sigma$ dan fazla olduğu ve parçanın gemi ortasında d mesafede bulunduğunu kabul edelim. Bu durumda parça üzerindeki yük,

$$W - V\sigma \quad (2.33)$$

ve bu yükün gemi ortasına göre momenti

$$(W - V\sigma) d \quad (2.34)$$

şeklindedir.

Bütün parçaların yük değerlerini eğri ile birleştirdiğimizde geminin herhangi bir noktasındaki birim

boya gelen yük değerleri elde edilmiş olur.

Şekil 2.15' deki gibi olan bu eğriye yük eğrisi denir. Taban çizgisinin altında kalan alanların negatif olması koşuluyla bu kapalı eğrinin altındaki toplam alan sıfır olmalıdır. Bu, gemiye etki eden kuvvetlerin düşey bileşenlerinin toplamının sıfır olduğu demektir ki, geminin statik denge durumu için kesinlikle doğrudur.

$$D = \int_0^L a(x)dx \quad (\text{Deplasman}) \quad (2.35)$$

$a(x)$ = sephiye ordinatları

$$P = \int_0^L q(x)dx \quad (\text{Ağırlıklar}) \quad (2.36)$$

$q(x)$ = ağırlık ordinatları

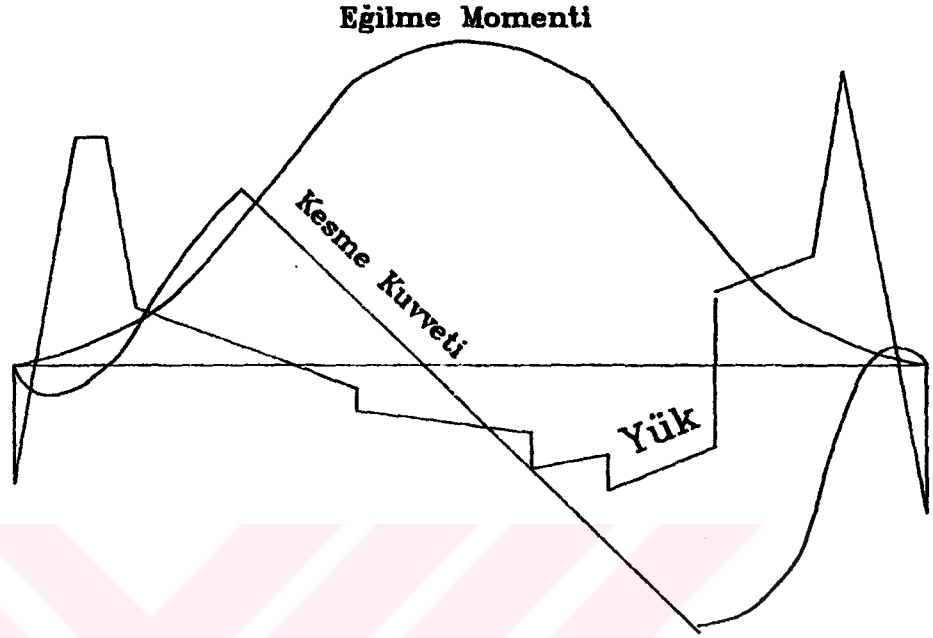
$$p(x) = q(x) - a(x) \quad (2.37)$$

$p(x)$ = yük ordinatları

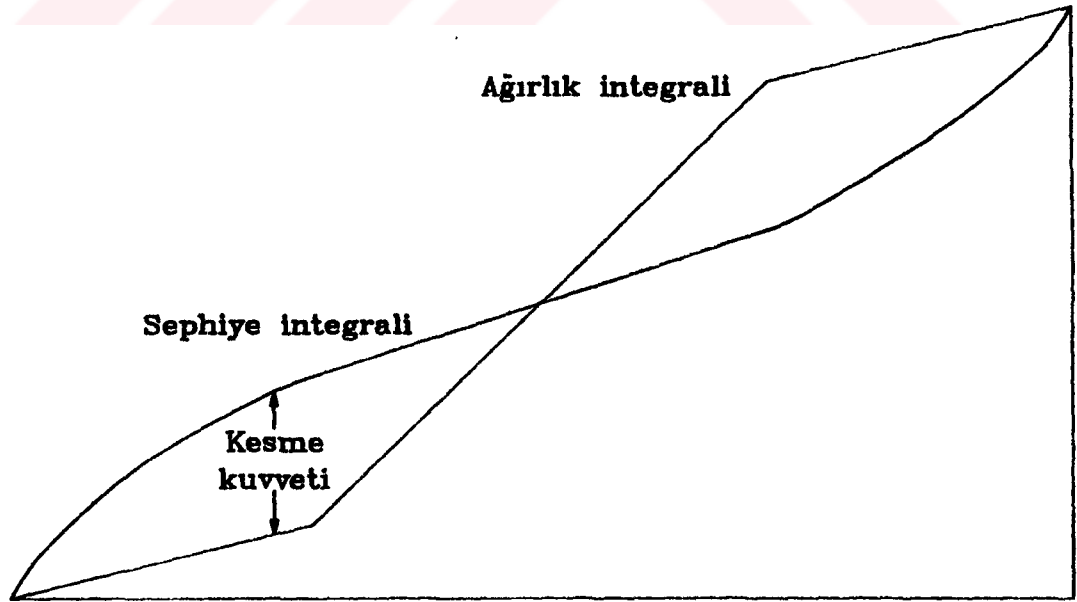
Benzer şekilde yük eğrisinin herhangi bir noktasına göre alınan moment de sıfır olmalıdır. Bu da dengenin diğer bir şartı olan statik dengede gemiye etkileyen kuvvetlerin momentlerinin toplamının sıfır olması durumudur.

Yük eğrisinin boy doğrultusunda integresiyle yapı üzerindeki kesme kuvveti değerleri elde edilir. Bu durumda,

$$Q(x) = \int_0^L p(x)dx \quad (2.38)$$



ŞEKİL 2.15 Yük, Kesme Kuvveti, Eğilme Momenti Eğrileri



ŞEKİL 2.16 Ağırlık ve Sephiye Eğrilerinin integrasyonu

Elde edilen eğrinin formu şekil 2.15' deki gibidir. Kesme kuvvetinin integrasyonu da bize yapı üzerindeki eğilme momenti değerlerini vermektedir.

$$M(x) = \int_0^L Q(x)dx = \int_0^L \int_0^L p(x)dx dx \quad (2.39)$$

Denge şartından dolayı bu iki eğrinin uç noktalarındaki yani, $x = 0$ ve $x = L'$ deki ordinatları sıfır olmalıdır. Eğer $x = L'$ deki ordinat değeri sıfırdan farklıysa düzeltme işlemi uygulanır.

Kesme kuvveti ve eğilme momenti değerlerinin hesaplanmasında farklı yöntemler kullanılabilir.

2 . 7 . 1 . - Planimetre veya integratör Yöntemi

Yük eğrisi belirli sayıda bölümlere ayrılabilir ve bu bölümler için alan değerleri, sınırlarda planimetre veya integratör çevrilmesiyle elde edilebilir. Her bölüm için kesme kuvveti, bir önceki alan değeriyle o bölüm için bulunan değerın toplanması ile hesaplanır. Daha sonra kesme kuvveti eğrisi belirli sayıda bölümlere ayrılır ve alanlar kesme kuvvetinde olduğu şekilde elde edilir. Bu alanların toplamı bize, eğilme momenti eğrisini çizebilmek için eğilme momenti ordinatlarını verir.

2 . 7 . 2 . - İntegraf Kullanımı

İntegraf, ucu bir eğri üzerinde dolaştırıldığında bir kalemle integral eğrisini çizen bir alettir. Aslında amacımıza oldukça uygundur.

integraf iki şekilde kullanılabilir. İlk şekil yük eğrisinin integrasyonunun kullanılmasıdır. Uç, eğri üzerinde dolaştırıldığında kesme kuvveti eğrisi doğrudan doğruya çizilir. Daha sonra uç kesme kuvveti eğrisi üzerinden geçirilerek eğilme momenti eğrisi de elde edilir.

İkinci şekil ise, ağırlık ve sephiye eğrilerinin ayrı ayrı integrale edilmeleridir. Bu eğrilerin integrali şekil 2.16' da da gösterilen eğrileri verir ve kesme kuvvetleri bu iki eğrinin ordinatlarının farkıdır. Eğer birinci integral eğrileri tekrar integrale edilirse şekil 2.17'de de gösterilen eğriler elde edilir ve yine bu iki eğrinin ordinatları arasındaki fark bize bu sefer eğilme momenti ordinatlarını verecektir.

Bu metod bizi yük eğrisini çizme gereksiniminden kurtarmaktadır. Aynı zamanda, ağırlık ve sephiye eğrilerinin birinci ve ikinci integral eğrileri çok büyük olacağından integrafın sınırı dışına çıkacaktır. Bunun için daha küçük ölçekler seçilmelidir ancak, sonuçta kesme kuvveti ve eğilme momenti değerlerinin gerçeklikleri kaybolmaktadır.

2 . 7 . 3 . - Tablo integrasyon

integrasyonda tablo metodu günümüzde en çok kullanılan metoddur. Aynı zamanda kademeli ağırlık eğrisinin kullanımına da uymaktadır.

Gemi boyunun eşit uzunluktaki parçalara ayrıldığını kabul etmiştik. b ve w sırasıyla ağırlık ve sephiye eğrilerinin her aralıktaki ortalama Deadweight olsun. Bu bölümleme için, ağırlık ve sephiye eğrilerinin herhangi bir noktaya kadar farklarının integrasyonu bize o noktadaki kesme kuvveti değerini verecektir.

$$Q = \Sigma(b - w) * L = L \Sigma(b - w) \quad (2.40)$$

Bütün bunların yapılmasının sebebi, ağırlık ve sephiye eğrilerinin her kesit için farklarını almak, tüm kesitler için bunları toplamak ve L ile çarparak herhangi bir noktadaki kesme kuvveti değerini bulmaktır. İkinci kademede her kesit için kesme kuvveti değerleri alınarak eğilme momenti değerlerini elde etmek için toplanır. Yani, Q herhangi bir kesit in kesme kuvveti değeri ise bu durumda eğilme momenti şu şekilde tanımlanır.

$$M = L \Sigma Q = L \Sigma \Sigma(b - w) * L = L^2 \Sigma \Sigma(b - w) \quad (2.41)$$

Kesme kuvvetinin bir ordinattaki ortalama değerini almak için aralığın iki ucundaki ordinatların aritmetik ortalamasını almak yeterli doğruluğu verecektir. Kesme kuvveti ve eğilme momenti değerleri için hesaplar tablo 2.2' deki gibi bir tablo kullanılarak yapılacaktır.

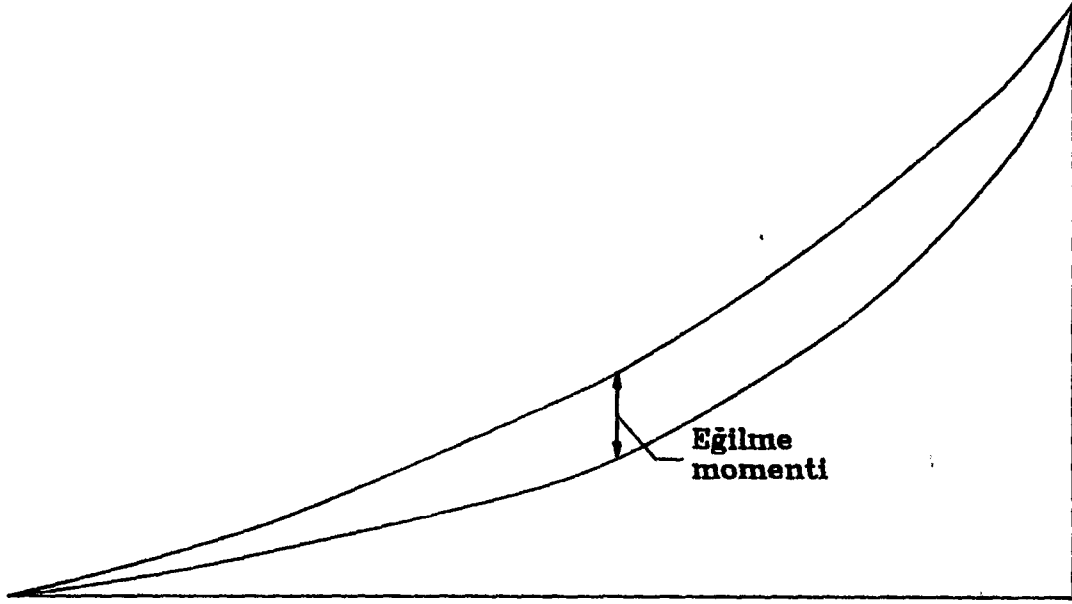
TABLO 2.2

Kesit	Sephiye eğrisi ordinatları	Ağırlık eğrisi ordinatları	Yük eğrisi	Kesme kuvveti	Eğilme momenti

Kesme kuvveti = (5. sütundaki toplamalar) * L

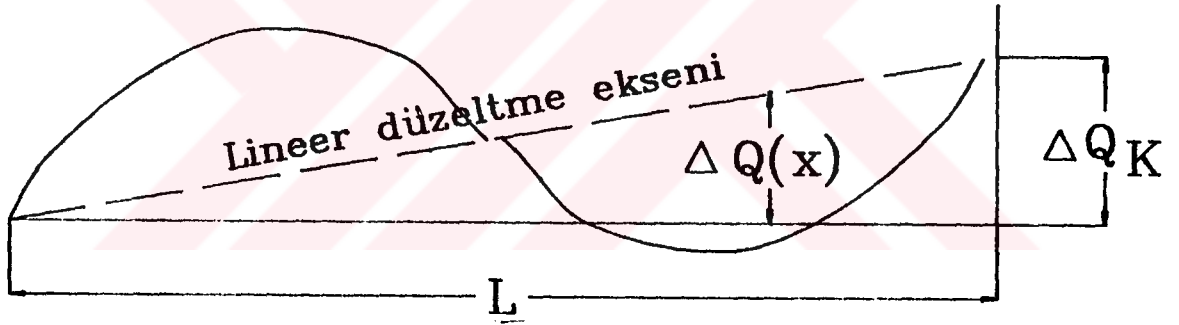
Eğilme momenti = (6. sütundaki toplamalar) * L^2

Tablo metodu bilgisayar kullanımına çok uygun bir metoddur. Bu amaçla yapılan bir program kesme kuvveti ve eğilme momenti değerlerinin çok çabuk bulunmasını

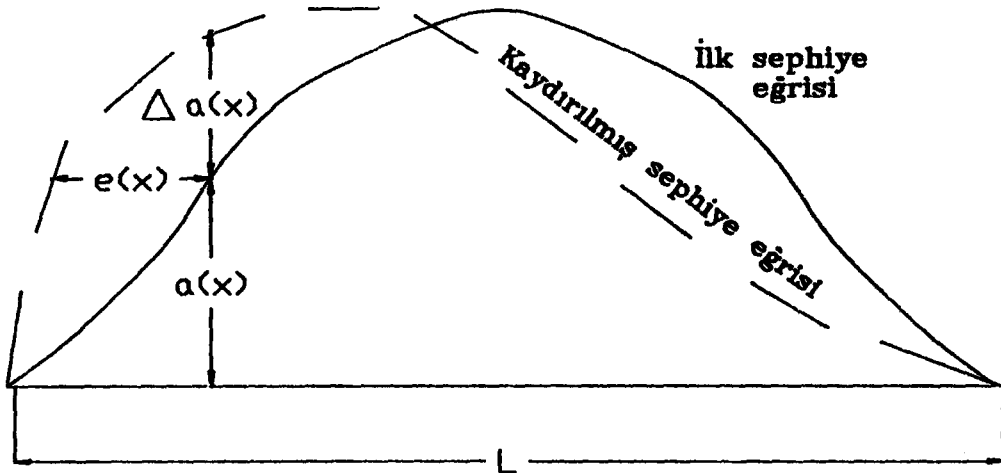


ŞEKİL 2.17

Ağırlık ve Sephiye Eğrilerinin ikinci integrasyonu



ŞEKİL 2.18



ŞEKİL 2.19

sağlayabilir. Bu yöntemde gemi boyunu eşit aralıklara bölmek gerekmektedir. Eğer istenirse aralıklar ağırlık eğrisinin süreksizliklerinin olduğu yerlerde alınabilir. Bu durumda aralıklar eşit olmayabilir. Her ne kadar bu gibi durumlarda daha iyi sonuçlar elde edilebilinirse de eşit aralık almak hesaplamaların çok daha kolay yapılması açısından uygundur.[3,4]

2 . 8 . - KESME KUVVETİ DÜZELTMESİ

Hesaplamalardan, ölçü ve çizimlerden ve yapılan kabullerden ileri gelen hatalardan dolayı bulunan gemi ağırlığı ve deplasman birbirinden farklı olabilir. Sonuçta kesme kuvveti eğrisi uç noktalarda sıfır olmayabilir. Bu durumda eğride düzeltme yapılması gerekmektedir. Uçta kalan kesme kuvveti $1Q_K \leq 0.03Q_{max}$ ise, kesme kuvveti için şekil 2.18'deki gibi bir düzeltme yapmanın yeterli olduğu kabul edilmektedir. Aksi takdirde düzeltme, dalga eğrisinin Bon-Jean alan eğrileri üzerinde düşey hareketiyle sağlanmalıdır.

2 . 9 . - EĞİLME MOMENTİ DÜZELTMESİ

Genellikle ağırlık ve sephiye eğrilerinin alan merkezleri bir düşey üzerinde çakıştırılamayabilir. Bu durum bize geminin dalgalar üzerinde bir miktar trim yapması gerektiğini belirtir. Bu nedenle eğilme momenti eğrisi uçlarda sıfır değildir ve bir miktar moment kalmıştır. Eğer bu, uçlarda kalan moment $M_K \leq 0.06M_{max}$ ise, lineer düzeltme yapmak yeterlidir. Bu düzeltme kesme kuvvetinde olduğu gibi yapılır. Eğer kalan moment bu değerden büyükse dalga tepesi ve dalga çukuru için ayrı ayrı iki yöntemle oldukça yaklaşık değerler elde edilmektedir.[3,4]

2 . 9 . 1 . - Sakin Suda ve Dalga Tepesinde

Bu metodda sephiye eğrisini kaydırmakla düzeltme yapılır. Sephiye eğrisinin kaydırılması sonucu yeni bir kesme kuvveti değişimi ortaya çıkar. Bu nedenle de ikinci kesme kuvveti düzeltmesi yapılmalıdır. Şekil 2.19' da görüldüğü gibi sephiye eğrisi $e(x)$ kadar kaydırıldığında sephiye ordinatları olan $a(x)$ değerleri $a(x)$ kadar değişecektir. Buna göre kesme kuvveti değişimi aşağıdaki gibi olur. Kesme kuvveti farkı =

$$\Delta Q(x) = \int_0^x \Delta a(x) dx \quad (2.42)$$

moment farkı ise,

$$\Delta M(x) = \int_0^x \int_0^x \Delta a(x) dx dx \quad (2.43)$$

şeklindedir. Sephiye eğrisi kaydırıldıktan sonra uç noktalarında yani, $x = L$ de moment farkı M_k sıfır olmalıdır. Bu durumda,

$$\int_0^x \int_0^x \Delta a(x) dx dx = -\Delta M_k \quad (2.44)$$

$e(x) < L/30$ için çok yaklaşık olarak

$$\frac{a(x)}{e(x)} \approx \frac{da}{dx}$$

$$\Delta zQ(x) = e \int_0^x \frac{da}{dx} dx = e a(x) \quad (2.42a)$$

$$\Delta M(x) = -e \int_0^x a(x) dx = -e D \quad (2.43a)$$

D = deplasman

$$e = - \frac{\Delta M_k}{D} \quad (2.45)$$

Bu şekilde, sephiye eğrisinin kaydırılması gereken miktar bulunmuş olur. Sephiye eğrisinin yeniden çizilmesine gerek kalmadan sephiye eğrisinin $a(x)$ ordinatları ve e faktöründen bulmak mümkündür.

2 . 9 . 2 . - Sakin Suda Dalga Çukurunda

Gemi dalga çukurundayken moment düzeltmesi, sephiye eğrisinin ortası kenarlarına göre daha alçak olduğundan dalga tepesi için kullanılandan farklıdır (Şekil 2.20).

Bu durumda kesme kuvveti değişimi eğrisi $zQ(x)$, sephiye değişiminin integral eğrisidir. Bunu yaklaşık olarak bir cosinüs eğrisi gibi kabul edebiliriz

$$\Delta zQ(x) = q \left(1 - \cos \left(\frac{2\pi x}{L} \right) \right) \quad (2.46)$$

$$\int_0^L \Delta zQ(x) dx = -\Delta M_K \quad (2.47)$$

$$\int_0^L q(1 - \cos(\frac{2\pi x}{L})) dx = q L = -M_K \quad (2.47a)$$

$$q = -\frac{\Delta M_K}{L} \quad (2.48)$$

Burada q kesme kuvveti değişimi eğrisine ait, kuvvet boyutunda ortalama bir değerdir.

$$\Delta zQ(x) = q c \quad (2.49)$$

$$c = 1 - \cos(\frac{2\pi x}{L}) \quad (2.49a)$$

Bu durumda moment düzeltmesi,

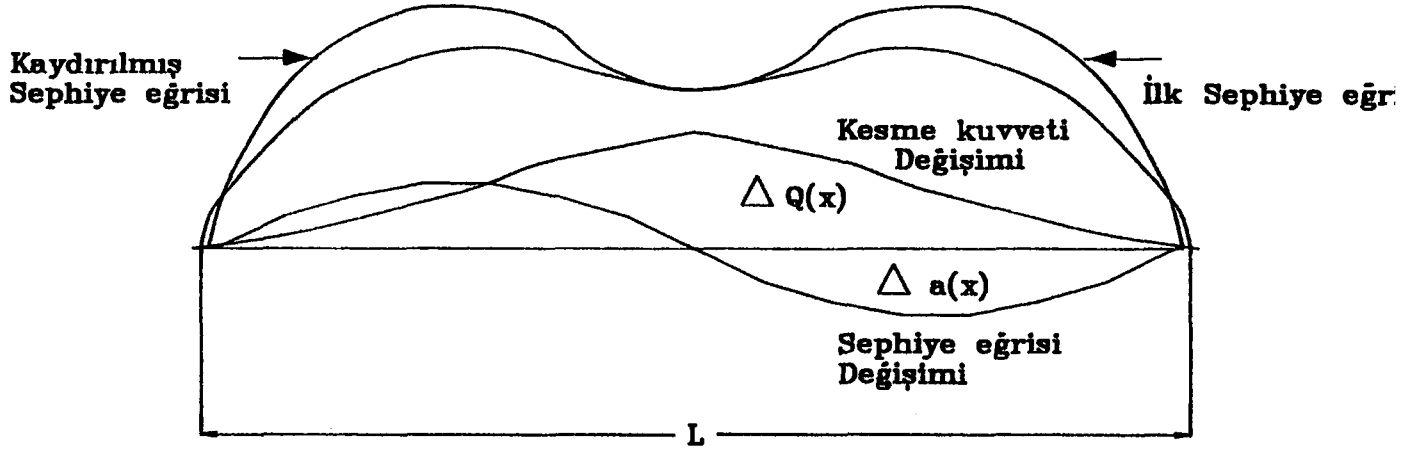
$$\Delta M(x) = \int_0^x \Delta zQ(x) dx \quad (2.50)$$

şeklindedir. c değeri x/L ye göre tablo 2.3'de verilmiştir.

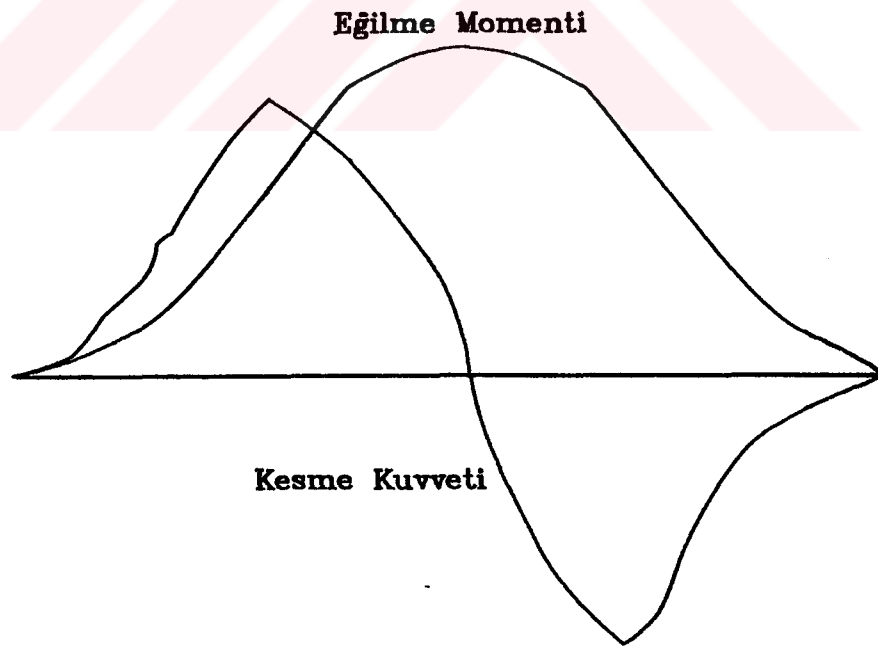
TABLO 2.3

	0	1/20	1/10	3/20	1/5	1/4	3/10	7/20	2/5	9/20	1/2
a	1	19/20	9/10	17/20	4/5	3/4	7/10	13/20	3/5	11/20	
0	0	0.049	0.19	0.412	0.69	1	1.31	1.588	1.8	1.951	2

$$a = X/L$$



ŞEKİL 2.20



ŞEKİL 2.21

Tipik Kesme Kuvveti ve Eğilme Momenti Eğrileri

2 . 9 . - KESME KUVVETİ ve EĞİLME MOMENTİ EĞRİ KARAKTERİSTİKLERİ

Dalga tepesinde de dalga çukurunda da gemiye etki eden kesme kuvveti ve eğilme momenti değerlerinin eğrileri için genel karakteristikler belirlemek mümkündür.

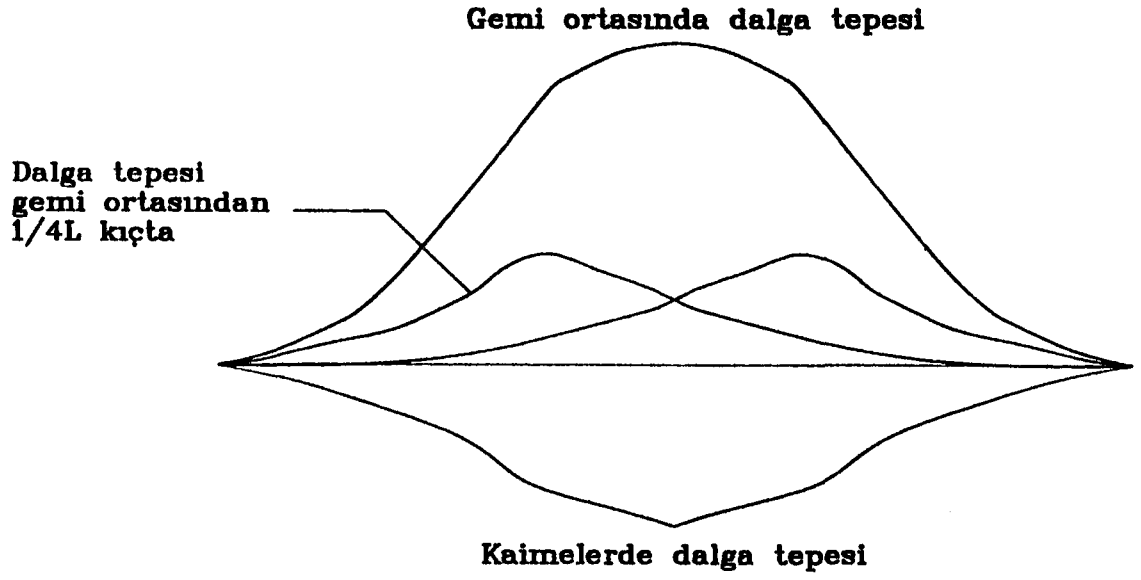
Gemi serbest olduğundan uçlardaki kesme kuvveti ve eğilme momenti değerleri sıfır olmalıdır. Eğilme momenti değerleri tam gemi ortasında veya civarında maksimum değerine ulaşır. Her ne kadar simetrik olmayan bazı yüklemeler olsa da, sonuçta maksimum nokta gemi ortasının fazla uzağında meydana gelmez.

$$Q = - \frac{dM}{dx} \quad (2.51)$$

Yukarıdaki gibi olan kesme kuvveti ve eğilme momenti ilişkisinden dolayı eğilme momentinin maksimum olduğu noktada kesme kuvveti sıfır olacaktır. Bu nedenle, genel olarak, kesme kuvveti gemi ortasında sıfırdır. Kesme kuvvetinin maksimum değerleri genelde gemi ortasından $L/4$ mesafede meydana gelir.

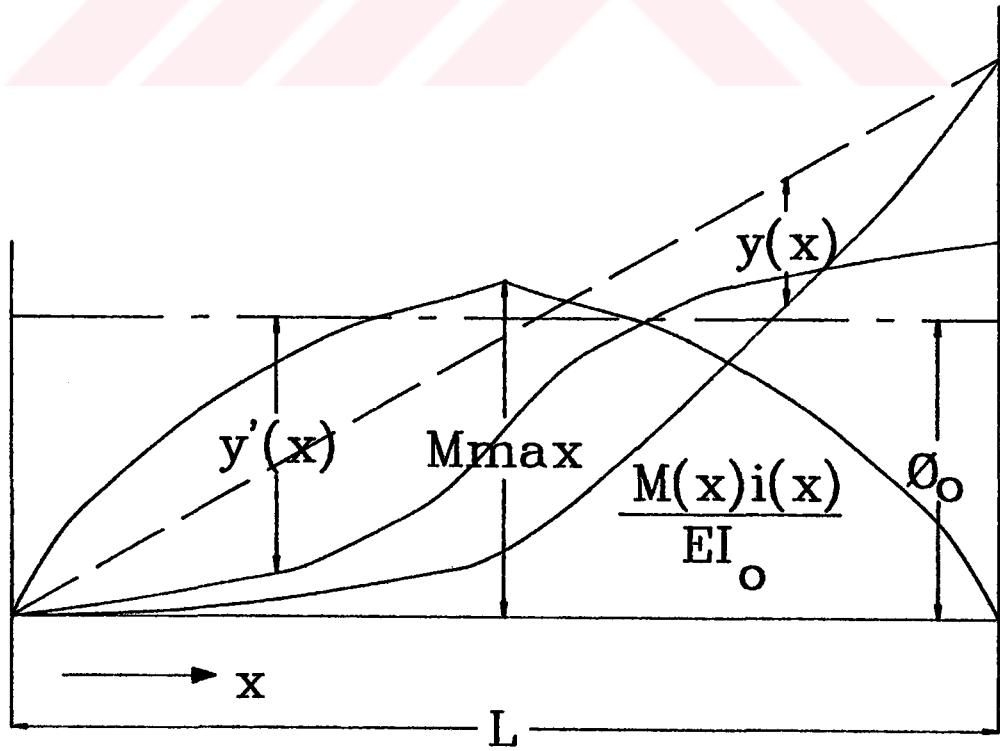
Tipik kesme kuvveti ve eğilme momenti eğrileri şekil 2.21'de verilmektedir.

Gemiye göre dalganın durumu maksimum eğilme momentini etkiler. Eğer dalga daha önce belirttiğimiz iki durum arasındaki bir konumdaysa maksimum eğilme momentinin yeri gemi ortasında uzaklaşır ve bu arada maksimum değer de azalır. Şekil 2.22'de dalganın gemi boyunca hareket etmesiyle meydana gelen durum gösterilmektedir. Maksimum



ŞEKİL 2.22

Dalga'nın Yerinin Eğilme Momentine Etkisi



ŞEKİL 2.23

eğilme momentinin değerleri ve gemi üzerindeki yerini gösteren bir grafik çizmek mümkündür.

Sonuçta anlaşılacağı gibi maksimum eğilme momenti değeri herhangi bir yükleme durumunda, sarkma ve çökme hallerinde gemi ortasında meydana gelmektedir.

Kesme kuvveti ve eğilme momenti eğrilerinin özelliklerini maddeler halinde şu şekilde sıralamak mümkündür.

1) Sephiye eğrisinin alanı ağırlık eğrisinin alanına eşit olacaktır.

2) Sephiye eğrisinin ağırlık merkezi ağırlık eğrisinin ağırlık merkeziyle aynı düşey çizgi üzerinde olmalıdır.

3) Yük eğrisinin toplam alanı sıfır olmalıdır.

4) Yükün sıfır olduğu yerde kesme kuvveti maksimum olmalıdır.

5) Kesme kuvvetinin sıfır olduğu yerde eğilme momenti maksimum olmalıdır.

6) kesme kuvvetinin maksimum olduğu yer eğilme momenti eğrisinin dönüm noktaları olduğu yerdir.

2 . 11 . - AĞIRLIK DAĞILIMININ EĞİLME MOMENTİNE ETKİSİ

Ağırlıkların, genellikle, mesnete yakın yerleştirilmesi mesnetten uzak yerleştirilmesinden daha az eğilme momenti meydana getirir. Bu nedenle, çökme durumunda gemi ortasında ve sarkma durumunda da gemi baş ve kıç bölgelerinde ağırlıkların yoğunlaştırılması maksimum eğilme momentinin oluşmasını sağlar.

Minimum eğilme momentini veren ağırlık dağılımını elde etmek için verilen deplasmanda hem sarkma hem de çökme durumu için dalganın eğilme momentinin bilinmesi gerekmektedir. Eğer bu momentler sırasıyla M_{ws} çökmedeki dalga eğilme momenti, M_{wh} sarkmadaki dalga eğilme

momenti ve M_s sahin sudaki eğilme momenti ise minimum eğilme momenti durumu şu şekilde tanımlanır.

$$M_s = - \frac{M_{WH} + M_{WS}}{2} \quad (2.52)$$

Burada M_{WH} negatif ve M_{WS} pozitifdir.

Bu şartı sağlayan yükleme durumunu ayarlayabilmek mümkün olmayabilir, ancak ideali göstermesi bakımından yararlıdır.

2 . 12 . - SEHİM HESABI

Moment ifadesi şu şekildeydi,

$$M(x) = \int_0^x Q(x)dx = \int_0^x \int_0^x p(x)dx dx \quad (2.53)$$

Bu ifadeden sehimleri elde etmek için moment fonksiyonunu iki kere integre etmek gerekmektedir. $y(x)$ sehim olmak üzere ayrıca şu denklem de mevcuttur.

$$y''(x) = - \frac{M(x)}{EI(x)} \quad i(x) = \frac{\delta}{I(x)} \quad (2.54)$$

$$y''(x) = - \frac{M(x) i(x)}{EI_0} \quad (2.54a)$$

$$y'(x) = - \frac{1}{EI_0} \int_0^x M(x) i(x) dx + \phi^0 \quad (2.55)$$

I_0 = Mastorideki kesit atalet momenti
 $I(x)$ = Herhangi bir kesitteki atalet momenti
 ϕ_0 = integral sabiti

$$y(x) = - \frac{1}{EI_0} \int_0^x \int_0^x M(x) i(x) dx dx + \phi_0 x \quad (2.56)$$

$x = 0$ da $y = 0$ sınır şartı uygulandığında
 (dalga tepesi halinde geminin uçlarında çökme sıfırdır)

$$\phi_0 = \frac{1}{L} \frac{1}{EI_0} \int_0^L \int_0^x M(x) i(x) dx dx \quad (2.57)$$

$$y(x) = - \frac{1}{EI_0} \int_0^x \int_0^x M(x) i(x) dx dx + \frac{x}{L} \frac{1}{EI_0} \int_0^L \int_0^x M(x) i(x) dx dx \quad (2.58)$$

Bu ifadeler şekil 2.23' de gösterilmiştir.
 Buradan da anlaşılacağı gibi sehmin maksimum olduğu yerde dönme, $y'(x) = 0$ olmaktadır.

2 . 13 . - KESME KUVVETİ ve EĞİLME MOMENTİ İÇİN YAKLAŞIMLAR

Kesme kuvveti ve eğilme momenti hesaplarının yapılabilmesi için bir çok data gereklidir. Genellikle tüm sonuçların elde edilmesinden önce bu değerlerin mertebeleri hakkında fikir sahibi olmak gerekmektedir. Bu amaçla yaklaşık formüller veya metodlar oldukça kullanışlı olmaktadır.

Basit kirişlerde eğilme deneylerinden hatırlanacağı gibi eğilme momentinin artışındaki en önemli iki etken eğilme yönündeki boyutlar ve taşınan toplam yüküdür. Bu durumda,

Maksimum eğilme momenti $\propto W L$

$$M = \frac{W L}{C} \quad (2.59)$$

Burada C sabit bir sayıdır.

Basit kirişlerde C katsayısı yük dağılımına ve uç noktaların sınır şartlarına bağlıdır. Bu C değeri, basit mesnetli bir kirişte ortada tekil yük olması halinde, düzgün yayılı yük olması halinde de 8' dir. Ankastre mesnetli kirişlerde ise sırasıyla 8 ve 12 değerlerindedir.

Aynı şekilde, geminin boyuna eğilmesi düşünüldüğünde maksimum eğilme momenti şu şekilde yazılabilir.

$$M = \frac{D L}{C} \quad (2.59a)$$

Burada D , herhangi bir yükleme durumunda geminin deplasmanı, C sabitinin değeri ise ağırlık ve sephiye dağılımlarıyla yarı yarıya etkilenen yük dağılımına bağlıdır. C değeri, gemi tipiyle ve ağırlıkların gemi bünyesine nasıl dağıldığıyla da doğrudan ilgilidir. Aynı zamanda dalga tepesinin gemi ortasında veya baş ve kık kaimelerde olması da C değerini etkilemektedir.

Bu nedenle genel olarak uygulanabilecek C değerlerini vermek pek kolay değildir.

TABLO 2.4

Gemi tipi	Boy (ft)	Deplasman (ton)	C	
			Çökme	Sarkma
Kargo Tanker	423	12400		33.6
	463	16970	43.0	90.0
	523	21880	39.7	93.5
	624	36350	35.7	89.6
	715	61645	37.8	116.0
Layner	740	40500	117.0	30.4
	940	63000	79.0	31.2

Tablo 2.4' de değişik gemiler için bazı C değerleri verilmektedir. Bu tablodan da anlaşılabacağı gibi, farklı yükleme durumları için verilmiş olan C değerlerini karakterize etmek mümkün değildir.

Kısaca, bu basit eğilme momenti formülündeki C sabiti birçok faktöre bağlıdır. Bu nedenle dizanyda bu sabitlerin kullanılmaması daha uygundur. Bu formülasyon yaklaşık sonuçlar verdiği için, sadece sonuçların mertebelerini öğrenmek bakımından yararlıdır.

2 . 14 . - MAKSİMUM KESME KUVVETİ İÇİN YAKLAŞIM

Eğilme momenti eğrisinin karakteristikleri, gemi ortası veya civarında maksimum, uçlarda sıfır ve uçlardaki eğimin sıfır olmasıdır. Uçlardaki eğimin sıfır olması bize

uçlardaki kesme kuvvetinin sıfır olduğunu gösterir. Bu şartları sağlayan eğri fonksiyonu şu şekildedir.

$$M = \frac{M_0}{2} \left(1 - \cos\left(\frac{2\pi x}{L}\right) \right) \quad (2.60)$$

Bu eğri gemi ortası civarında simetriktir ve kesinlikle doğru olmasa bile genellikle yeterli doğrulukta olduğu kabul edilmektedir.

Kesme kuvvetini yukarıdaki denklemden türettiğimiz zaman,

$$Q = \frac{dM}{dx} = \frac{M_0}{2} * \frac{2\pi}{L} \sin\left(\frac{2\pi x}{L}\right) = \frac{\pi}{L} M_0 \sin\left(\frac{2\pi x}{L}\right) \quad (2.61)$$

Maksimum kesme kuvveti gemi üzerinde $L/4$ ve $3L/4$ de meydana gelir ve şu değerdedir.

$$Q_{max} = \frac{\pi M_0}{L} \quad (2.62)$$

Eğer eğilme momenti eğrisi yukarıda verilen denklemden farklı değilse bu durumda maksimum kesme kuvveti değeri şu şekilde yazılabilir.

$$Q_{max} = \frac{CM_0}{L} \quad (2.63)$$

C katsayısının değerleri, yapılmış olan detaylı hesaplarla hazırlanan ve değişik gemiler için değerler içeren tablo 2.5' den elde edilebilir.

TABLO 2.5

Gemi Tipi	C Değeri
Yolcu Gemisi (Sakin Su)	3.54
(Sarkma)	3.49
Kargo Gemisi (Çökme)	3.76
Tanker (sarkma)	4.32
(sarkma)	4.24

2 . 15 . - ATALET MOMENTİ ve KESİT MODULU HESABI

Ele alınan herhangi bir kesitte ilk önce boyuna mukavemete efektif olarak katılan boyuna elemanları belirlemek gerekmektedir. Bu belirlemeyi yaparken farklı kişi ve kuruluşlar farklı kabuller yapmışlardır. Bazı araştırmacılar enine kesitteki tüm boyuna elemanların boyuna mukavemete etki ettiğini kabul ederken, bazıları da çok büyük kesit alanlarına sahip kaplama levhaları ve derin görderlerin yanında adi boyuna postaların ihmal edilmesi gerektiğini kabul etmektedir. Sınıflandırma kuruluşları, bir sonraki bölümde de inceleneceği gibi, genellikle gemi ortasında 0.4 L boyda sürekli olan elemanların boyuna mukavemete efektif olarak katıldığını kabul etmişlerdir. Ayrıca gemi girişindeki açıklıklar için de bazı kabuller de yapmışlardır.

Boyuna mukavemete efektif olarak katılan boyuna elemanlar belirlendikten sonra incelediğimiz kesitin yatay tarafsız ekseninin yerini bulmamız gerekmektedir. Tarafsız eksenin yerini belirledikten sonra boyuna mukavemt

elemanlarının her biri için kendi tarafsız eksenlerine göre atalet momentleri hesaplanır ve tarafsız eksene düşey öteleme yapılır. Sonuçta, tarafsız eksene ötelenen tüm atalet momenti değerleri toplanarak tarafsız eksene göre kesit atalet momenti elde edilir.

Teker teker her bir kesit için tarafsız eksen ve bu eksene göre atalet momenti hesabı yapmak çok uzun sürmektedir. Bu nedenle, gemi formuna uygun olan yaklaşık atalet momenti dağılımları oluşturulmuştur. Bu yaklaşık dağılımlar, gemi boyunca belirli yerlerde, kesit atalet momenti değerlerini I_o (mastori kesiti atalet momenti) değerinin oranı şeklinde verilmiştir.

Kesit atalet momenti hesaplandıktan sonra bu değer kesit modülü istenen elemanın tarafsız eksene uzaklığına bölünerek o elemanın kesit modülü değeri elde edilir. Sınıflandırma kuruluşları, gemilerin yapılarına ve açıklıklarına göre kesit modülü değerlerinde bazı düzeltmeler yapmaktadır.

BÖLÜM 3 - SINIFLANDIRMA KURULUŞLARI ve BOYUNA MUKAVEMET KRİTERLERİ

Bu çalışmada ülkemizde en çok kullanılmakta olan sınıflandırma kuruluşlarından

- 1) Det Norske Veritas,
- 2) American Bureau of Shiping,
- 3) Nippon Kaiji Kyokai
- 4) Türk Loydu (Germanisher Lloyd),

ele alınmış ve bu kuruluşların 1987 - 1988 yıllarında gemilerin boyuna mukavemeti için yayınlamış olduğu kriterler verilmiştir.

3 . 1 . - DET NORSKE VERITAS

Det Norske Veritas tarafından 1988 yılında yayınlanmış olan boyuna mukavemet kriterleri iki ayrı grupta toplanmaktadır. Bunlardan birincisi 100m' den küçük tekneler için olan kriterler, diğeri de 100m' den büyük tekneler için olan kriterlerdir.

3 . 1 . 1 . - 100m' den Küçük Tekneler için

Det Norske Veritas'ın 100m' den küçük tekneler için yayınlamış olduğu kurallar beş ana başlık altında toplanmaktadır.

3 . 1 . 1 . 1 . - Genel Tanımlar

Kriterler, gemi kirişinin boyuna eğilmesine göre boyutları hesaplamak amacıyla yayınlanmıştır. Levhaların burkulması bu bölüme dahil edilmemiştir. Küçük blok katsayılı, yüksek hızlı ve baş tarafındaki kesit modülünde büyük artışlar olan gemiler ve borda ve güvertesinde açıklık olan gemilerde, tekne kirişinin yatay ve düşey eğilmelerinin birleşik etkisi ayrıca incelenmelidir.

Kriterlerde kullanılan ana semboller şu şekildedir.

$L = L_{BP}$ veya $0.96L_{WL}$ den hangisi daha büyükse

$B =$ Kalıp genişliği

$D =$ Kalıp derinliği

$T =$ Geminin yaz durumundaki yüklü su hattı

$C_b =$ Geminin yaz durumdaki yüklü su hattına kadar olan blok katsayısı

$C_w =$ Dalga katsayısı

$= 0.0792 L$

$M_s = 3.1.1.2.1.$ de verildiği gibi kNm olarak dizayndaki sakin su eğilme momenti

$M_w = 3.1.1.2.2.$ de verildiği gibi kNm olarak dalga eğilme momenti

Yayınlanmış olan bu kriterlerde kullanılan terimlerin kapsamaları ise şu şekilde özetlenebilir.

- Yükleme Kitapçığı, dizaynda, gemiye uygulandığı kabul edilen maksimum yükleme durumlarını, sakin sudaki eğilme momenti hesaplarının sonuçlarını ve anbar kapakları, güverte, çift dip ve benzeri yapılar için izin verilen maksimum tekil yükleri içeren bir dökümandır.

- Yükleme Aleti, sayısal veya karşılaştırmalı olarak istenen noktadaki sakin su eğilme momenti ve kesme kuvveti değerlerinin burulma, herhangi bir yükleme veya balast

durumunda izin verilen değerleri aşıp aşımadığını kontrol eden bir alettir.[5]

3 . 1 . 1 . 2 . - Düşey Eğilme Momenti

Düşey eğilme momenti sakin su durumu ve dalgalı durum olmak üzere iki kısımda incelenmiştir.

3 . 1 . 1 . 2 . 1 . - Sakin Su Durumunda

Gemi ortasında, $0.4L$ gemi boyundaki kısımda sakin su eğilme momenti, şu formülden elde edilen değerden daha az olamaz.

$$M_{so} = 0.006 L^3 B (C_b + 0.7) \quad (\text{kNm}) \quad (3.1)$$

Bu boyun dışında kalan kısımlarda M_{so} değeri baş ve kıç dikmelere doğru lineer olarak azaltılır.

Sakin su eğilme momenti değeri için normalde yukarıda verilen dizayn sakin su eğilme momenti alınır. Aynı zamanda balast ve homojen olmayan yükleme durumları için de hesaplamalar yapılmalıdır. Her durum için hesaplar anbarların, tatlı su tanklarının ve depoların sefer başındaki ve sonundaki toplam yükleri için yapılmalıdır. Eğer hesaplanan maksimum eğilme momenti yukarıda verilen formülle bulunan değerden fazlaysa bu durumda 3.1.1.3.1.'deki formülde, hesaplardan elde edilen sonuç kullanılmalıdır.

Det Norske Veritas' ın vermiş olduğu sakin su eğilme momenti hesabında kullanılabilecek yaklaşık formül Ek A' da verilmiştir.

3 . 1 . 1 . 2 . 2 . - Dalgalı Durumda

Kurallarda verilen ve gemi ortasında $0.2L'$ deki dalga eğilme momenti şu şekildedir.

$$M_w = M_{wo} \quad (\text{kNm}) \quad (3.2)$$

$$M_{wo} = f_{wm} C_w L^2 B (C_b + 0.7) \quad (\text{kNm}) \quad (3.3)$$

$$\begin{aligned} f_{wm} &= 0.063 & \text{çökme durumunda} \\ &= 0.057 & \text{sarkma durumunda} \end{aligned}$$

f_{wm} değeri $0.50'$ den daha az ve $0.045C_b D/C_w$ formülüyle hesaplanandan da daha fazla olmamalıdır. M_w değeri, yukarıda belirtilen sınırın dışında, gemi uçlarında sıfır olacak şekilde lineer olarak azaltılır.

3 . 1 . 1 . 3 . - Eğilme Mekavemeti

Yüklü ve balast durumlarında, gemi ortasında $0.4L$ boydaki kısımda enine tarafsız eksene istenen kesit modülü şu şekildedir.

$$Z = \frac{M_s + M_w}{135} * 10^3 \quad (\text{cm}^3) \quad (3.4)$$

Liman, korunak bölgeleri, fiyodlar, göller ve nehirler için sakin su eğilme momentleri yukarıdaki formüle konduğu zaman dalga durumundaki eğilme momenti değeri yarı yarıya azaltılabilir. Boyuna basmadan dolayı olan burkulma mukavemeti başka bir bölümde incelenmiştir.

Gemi ortasındaki kesit için enine tarafsız eksen etrafındaki kesit modülü şu değerden daha az olamaz.

$$Z_o = C_{wo} L^2 B (C_b + 0.70) \quad (\text{cm}^3) \quad (3.5)$$

$$\begin{aligned} C_{wo} &= 5.7 + 0.022 L \\ &= 7.0 \quad \text{minimum} \end{aligned}$$

Burada C_b değeri 0.50' den daha az olamaz. Mavnalar için kesit modülü %5 azaltılabilir.

Kesit modülü hesabına temel olması bakımından kuruluş, istenen kesit modülü değerine yaklaşık bir değer elde edebilmek için güverte kesit alanına ait için şu formülü vermiştir.

$$A = \frac{0.11 L^2 B}{D} \quad (\text{cm}^2) \quad (3.6)$$

A = Anbarlar dışındaki güverte kaplamasının, boyuna elemanların ve kurallarla belirtilen genişlikteki şiyer sıra sacının toplam kesit alanıdır.

Atalet momenti ve kesit modülünün hesaplanmasında kullanılan boyuna mukavemet elemanlarının efektif kesit alanı, 3.1.1.5.' de açıklıklar için belirtilen azaltmalar yapıldıktan sonraki net alandır. İki veya üç anbar ağızlı gemiler için, anbar açıklıkları arasındaki mukavemet elemanlarının efektif kesit alanı 0.6 ile çarpılarak net alan elde edilir. Daha yüksek değerler doğrudan hesaplanmalıdır. Mukavemet güvertesi oluşturmayan üst yapılar, küpeşteler, güverte evleri ve anbar ağızlı mezarnaları net alana dahil edilmezler.

Eğer açıklıklar gemi bordalarındaysa kalan kaplamanın kesme alanı tekrar incelenmelidir.

Güvertedeki kesit modülü normalde kalıp güverte çizgisine kadar alınır. Sürekli üst binası, uzun anbar ağızlı mezarnası veya diğer boyuna mukavemete etki eden güverte mukavemet elemanı olan gemiler, için tarafsız ek-

senden z kadar uzaktaki bir noktadaki kesit alanı şu şekildedir.

$$z = z_i(0.9 + 0.2 \frac{y}{B}) \quad (3.7)$$

z_i = Sürekli mukavemet elemanının üstünden tarafsız eksene kadar olan düşey uzaklık

y = Sürekli mukavemet elemanının üstünden gemi merkez hattına kadar olan yatay uzaklık

z_i ve y değerleri, z' nin maksimum olmasını sağlayacak şekilde seçilmelidir. z değeri, tarafsız eksen-den kalıp güvertesine kadar olan mesafeden daha az alınamaz. Efektif olan sürekli boyuna mukavemet eleman-larının sonlarına büyük geçiş braketleri konmalıdır.

Eğer güverte, yüksek mukavemetli çelik malzemedен yapılmışsa, bu durumda borda kaplaması, güverteden aşağıya doğru şu formül kadar aynı yüksek mukavemetli çelik mal-zemedен yapılmalıdır.

$$h_{nt} = z_a \frac{f_1 - 1}{f_1} \quad (3.8)$$

z_a = Güverteden tarafsız eksene kadar olan düşey uzaklık

f_1 = Malzeme faktörü

3 . 1 . 1 . 4 . - Boyuna mukavemet elemanlarındaki açıklıklar

Normalde, levha omurgada açıklıklar olmamalıdır. Sintine dönümü kaplamasının gemi ortasında 0.6L boyundaki kısmında mümkün olduğunca açıklıklardan kaçınılmalıdır.

Sintine dönümündeki açıklıklar sintine omurgasından uzak tutulmalıdır. Mukavemet güvertesindeki açıklıklar çok iyi yerleştirilmelidir.

Açıklıkların, şekil 3.1' de de gösterildiği gibi, boyuna bir etki dağılımı olduğu kabul edilmektedir. Bu etki dağılımının alanı olarak, birbiriyle 30° açı yapan ve açıklığın kenarlarına teğet olan iki çizgi arasındaki alan kabul edilir. Mukavemet güvertesindeki açıklıkların köşelşeri ya yuvarlatılmalı ya da akım hatları şeklinde olmalıdır.

Yuvarlatılmış köşeler için yarıçap şu formülden daha az olamaz.

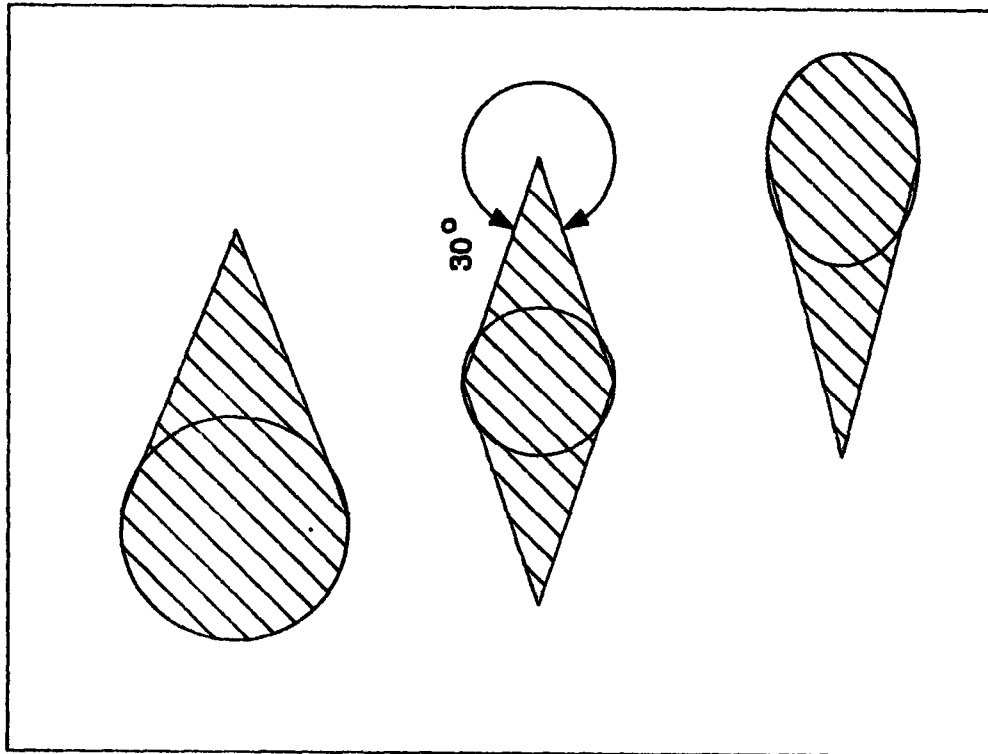
$$r = 0.025 B \quad (m) \quad (3.9)$$

b açıklığın genişliği olmak üzere r değerini 0.1b' den daha fazla almaya gerek yoktur. Yuvarlak köşelerde kaplamanın kuvvetlendirilmesi gerekmektedir.

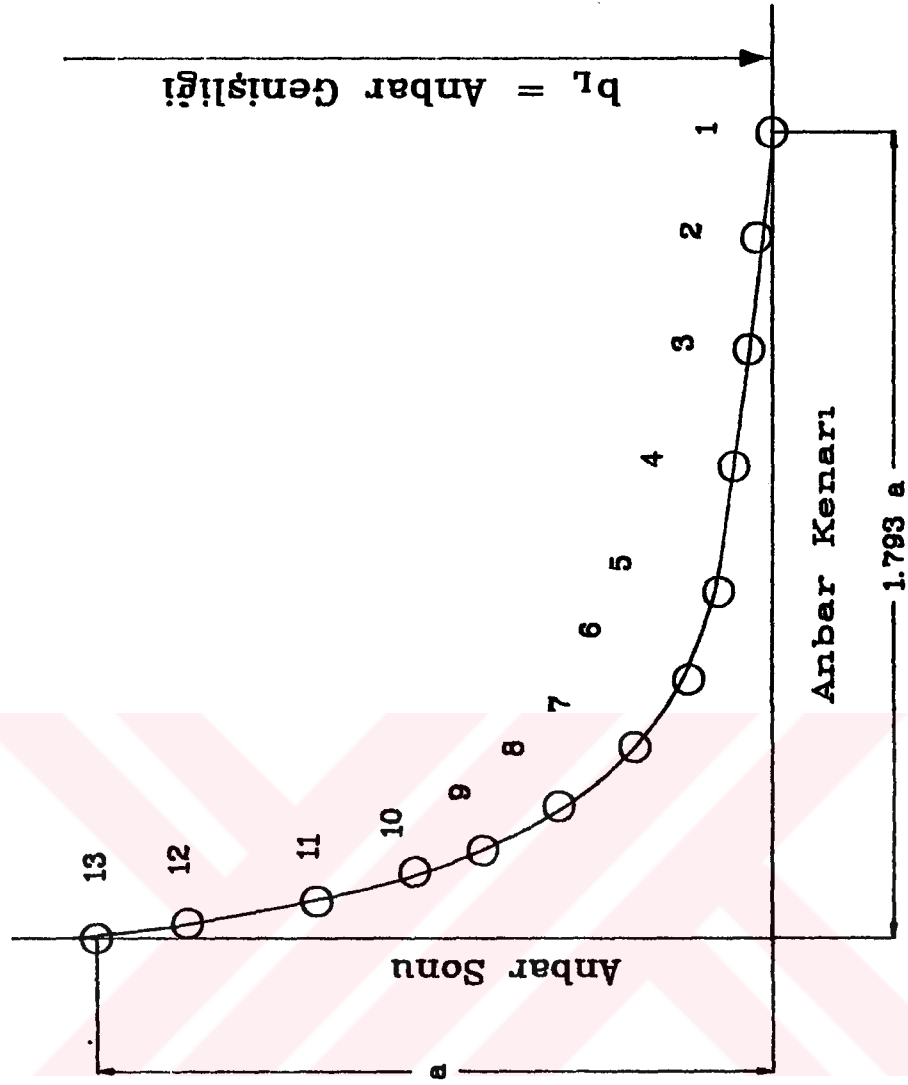
Eğer köşelerde şekil 3.2' deki ve tablo 3.1' daki değerler doğrultusunda, $a = r$ olacak şekilde, akım hatları formu veriliyorsa güverte kaplamasının kuvvetlendirilmesine gerek yoktur.

Gemi güverte veya bordasındaki çok büyük açıklıklar için köşelerde akım hattı formu istenebilir. Bu durumda yapının kuvvetlendirilmesi gerekmektedir.

Açıklıkların kenarları yuvarlak hatlı olmalıdır. Alevle kesilerek oluşturulmuş yumuşak hatlı kenarları olan açıklıklar kabul eilebilir. Küçük delikler matkapla açılmalıdır. Küçük anbar kapaklarını bağlamak için kullanılan saplamalar, mezarnaların üst noktalarına tutturulmalı veya uygun kalınlıktaki bir halka güverteye kaynak edilmelidir. Saplamalar güverte kaplamasının içine girmemelidir.



ŞEKİL 3.1 Açıklıkların Etkisi



ŞEKİL 3.2 Akım Hattı formundaki Güverte Köşesi

TABLO 3.1

Nokta	Apsis (X)	Ordinat (Y)
1	1.793 a	0.000 a
2	1.381 a	0.002 a
3	0.987 a	0.021 a
4	0.802 a	0.044 a
5	0.631 a	0.079 a
6	0.467 a	0.131 a
7	0.339 a	0.201 a
8	0.224 a	0.293 a
9	0.132 a	0.408 a
10	0.065 a	0.548 a
11	0.022 a	0.712 a
12	0.002 a	0.889 a
13	0.000 a	1.000 a

Çok büyük anbar açıklıkları olan gemilerin (açık gemiler) anbar köşelerinin dizaynında özel inceleme yapılmalıdır. Bu tip gemilerde, anbar köşelerinin bulunduğu bölgelerde, lokal gerilme artışları meydana gelmektedir.

3 . 1 . 1 . 5 . - Yükleme Kitapçığı Bilgileri

Yükleme Hattı Konvansiyonuna bağlı tüm gemilerde yükleme kitapçığı bulunmalıdır. Karo ve balast durumlarının değişebileceği gemilerde ise bu durumların da yükleme kitapçığında belirtilmesi gerekmektedir. Aşağıda belirtilen gemilerde yükleme aletinin yanında yükleme

kitapçığı da bulundurulmalıdır.

- Büyük güverte açıklıklarının olduğu ve tekne girişinin yatay ve düşey eğilmesi, burulması ve tekil yükleme hali için bileşik gerilmelerin düşünüldüğü gemiler
- 65m' den büyük LPG ve Kimyasal Madde tankerleri

Belirlenmiş olan yükleme kitapçığı, geminin son datasına ait olmalıdır. Ayrıca kitapçık, geminin dizaynında kullanılan yükleme koşulunu da içermelidir. Yükleme kitapçığı, kullanıcının anlayabileceği bir dilde yazılmalı, eğer bu dil İngilizce' den farklıysa, İngilizce çevirisinin de kitapçıkta bulunması gerekmektedir.

3 . 1 . 2 . - 100m' den Büyük Tekneler için

Det Norske Veritas' ın 100m' den büyük tekneler için yayınlamış olduğu kriterler altı ana başlık altında toplanabilir.

3 . 1 . 2 . 1 . - Genel Tanımlar

Bu bölümde Det Norske Veritas tarafından 100m' den büyük tekneler için tekne girişinin eğilme ve kesmeye göre boyutları verilmektedir. Burkulma mukavemeti başka bölümde incelenmiştir. Küçük blok katsayılı, yüksek hızlı ve baştarafındaki kesit modülünde büyük artışlar olan gemiler, 3.1.2.2.' de sakin su hali ve dalgalı durumdaki eğilme momentleri için verilen değerlere göre ayrıca düşünülmelidir. Dar gemiler için tekne girişinin düşey ve yatay eğilmesinin birleşik etkileri 3.1.2.3.' deki gibi ayrıca incelenmelidir.

Kriterlerde kullanılan ana semboller şu

şekildedir.

A_L = Boyuna perde veya ele alınan borda tankının iç kaplamasının kesmeye maruz kalan cm^2 olarak ortalama kesit alanı. Levha perdeler için bu alan, dip ve güverte arasındaki perdenin kesit alanı olarak alınacaktır. Onduleli perdelerde ise kesme alanı, perde yüksekliğinin 0.8 katı ile ortalama levha kalınlığının çarpılmasıdır.

A_S = Ele alınan borda tankında borda kaplamasının kesmeye maruz kalan cm^2 olarak ortalama kesit alanıdır. Borda tankı, D derinliğinde ise kaplamanın toplam kesit alanı alınır.

I_N = Enine tarafsız eksene göre cm^4 olarak atalet momenti.

I_C = Düşey tarafsız eksene göre cm^4 olarak atalet momenti.

C_w = Dalga katsayısı (Şekil 3.3)

S_N = cm^3 olarak yatay tarafsız eksenin üzerinde veya altında olan malzemenin bu eksene göre birinci alan momenti.

Z_N = Tekne kirişinin taban çizgisinden veya güverte çizgisinden tarafsız eksene kadar olan metre olarak düşey uzaklık.

Z_A = Ele alınan ve tarafsız eksenin altındaki bir nokta için bu noktanın taban çizgisinden, veya tarafsız eksenin üzerindeki bir nokta içinse bu noktanın güverte çizgisinden metre olarak düşey uzaklığı.

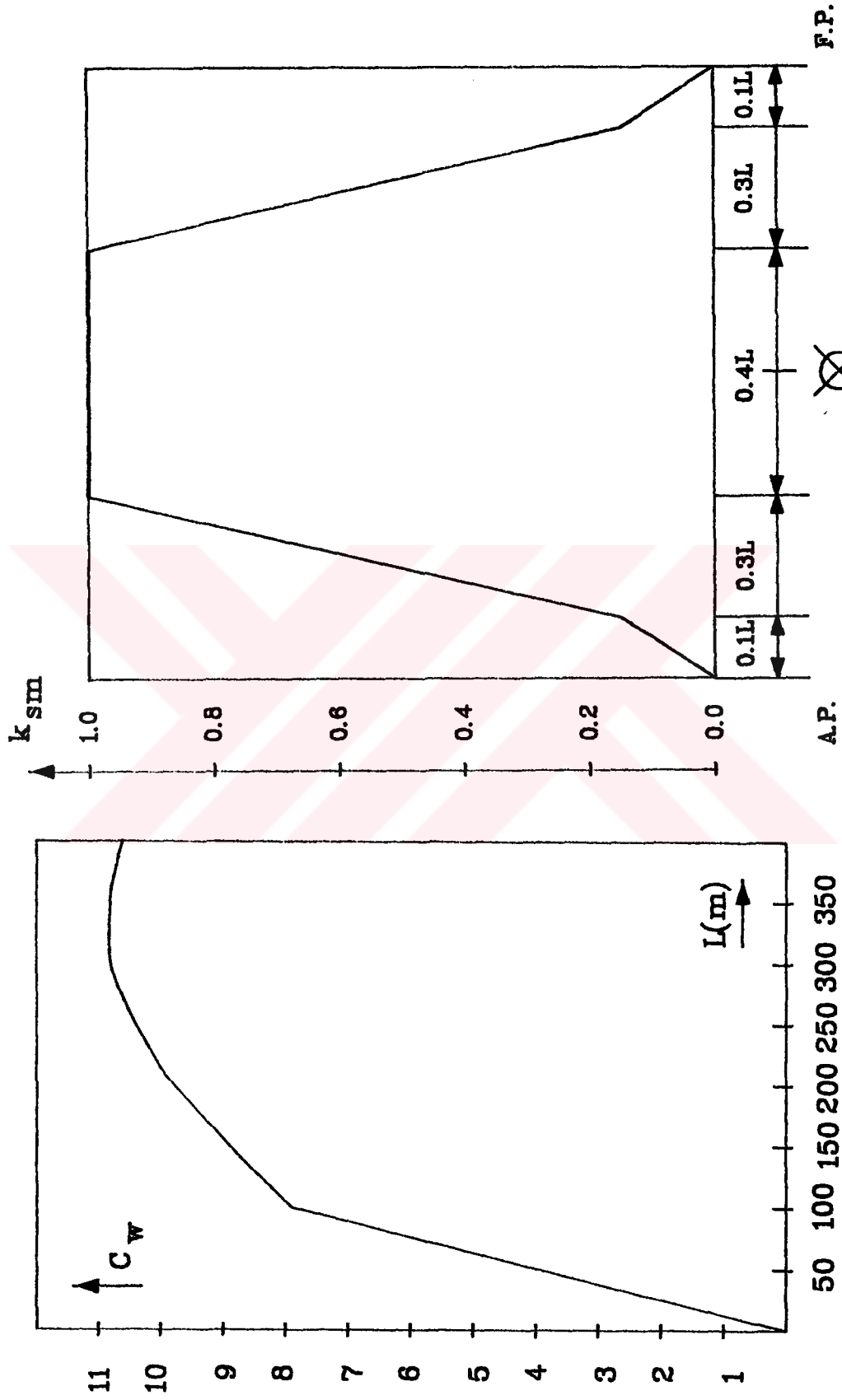
M_S = 3.1.2.2.' de kNm olarak verilen dizayndaki sakin su eğilme momenti değerleri.

Q_S = 3.1.2.2.' de kN olarak verilen dizayndaki sakin su kesme kuvveti değerleri.

M_W = 3.1.2.2.' de kNm olarak verilen dalgadan dolayı eğilme momenti değerleri.

Q_W = 3.1.2.2.' de kN olarak verilen dalgadan dolayı kesme kuvveti değerleri.

Yayınlanmış olan bu kriterlerde kullanılan terimlerin kapsamları ise şu şekildedir.



ŞEKİL 3.3 Dalga Katsayısı

ŞEKİL 3.4 Sakin Su Eğilme Momenti

- Efektif boyuna perde, gemi dibinden güvertesine kadar uzanan ve başlangıç ve bitiminde gemi bordalarına enine perdelerle bağlanan bir perdedir.

- Yükleme kitapçığı , dizaynda gemiye uygulandığı kabul edilen maksimum yükleme durumlarını, sakin suda eğilme momenti, kesme kuvveti, kesme kuvveti düzeltilmesi hesaplarının sonuçlarını ve anbar kapakları, güverte, çift dip ve benzeri yapılar için izin verilen maksimum lokal yüklemeleri içeren bir dökümandır.

- Yükleme aleti, sayısal veya karşılaştırmalı olarak, istenen noktadaki sakin su eğilme momenti ve kesme kuvveti değerlerinin burulma, herhangi bir yükleme veya balast durumunda izin verilen değerleri aşp aşmadığını kontrol eden bir alettir.

- I. kategorideki gemiler, tekne kirişi, eğilme, burulma ve tekil yükler düşünüldüğünde, birleşik gerilme etkisi altında kalan, gemi boyundan bağımsız olarak, büyük güverte açıklıkları olan gemilerdir.

- II. kategorideki gemiler, düzgün dağılmamış kargo ve balast gibi homojen olmayan yükleri taşımaya ayrılmış olan gemilerdir. Dizaynlarında eşit olmayan kargo veya balast dağılımı olan 120m' den küçük gemiler IV. kategoriye girerler.

- III. kategorideki gemiler, LPG ve kimyasal madde tankerleridir. Dizaynlarında eşit olmayan kargo veya balast dağılımı olan 65m' den küçük gemiler IV. kategoriye girerler.

- IV. kategorideki gemilere genel yerleştirmesinde kargo ve balastın farklı şekillerde dağılmasına olanak tanıyan ve II. ve III. kategori dışında kalan özel gemilerdir.

3 . 1 . 2 . 2 . - Düşey Eğilme Momenti ve Kesme Kuvveti

Tekne kirişı üzerindeki düşey eğilme momenti ve kesme kuvveti iki ayrı durumda incelenmektedir.

3 . 1 . 2 . 2 . 1 . - Sakin Su Durumunda

Uygun olan tüm homojen ve homojen olmayan, tankların tam dolu ve yarı dolu durumlarında, yakıt taşıyan gemiler için tankların temizlenme durumunda, balast ve yükleme durumlarında sakın su için eğilme momenti ve kesme kuvveti hesaplanmalıdır. Yakıt taşıyan tankerler için normal balast durumundan başka bazı uygun olan kargo tanklarının da balast tankı olarak kullanılması durumları için de hesap yapılmalıdır. Daha küçük gemiler için özel inceleme yapıldıktan sonra sakın su eğilme momenti ve kesme kuvveti değerleri balast ve homojen olmayan yükleme koşulları için hesaplanabilir. Her durum için hesaplarda, anbarların, depoların, tatlı suyun ve benzeri açıklıkların gerçek değerlerini kullanmak gerekmektedir. Ayrıca, kısa mesafeli seferler veya yüklü ve yüksüz durumlarda liman içindeki transferler için uygun olan durumlar da incelenmelidir.

Gemi ortasında, çökme ve sarkma hallerinde sakın sudaki dizayn eğilme momenti şu değerden daha az olamaz.

$$M_B = M_{So} \quad (\text{kNm}) \quad (3.10)$$

$$M_{So} = f_{SM} C_{wu} L^2 B (C_b + 0.7) \quad (\text{kNm}) \quad (3.11)$$

$$\begin{aligned} f_{SM} &= 0.072 && \text{çökme durumunda} \\ &= 0.078 && \text{sarkma durumunda} \end{aligned}$$

$$C_{wu} = \text{Belirsiz koşullar için } C_w$$

Kargo ve balast durumuna göre, büyük M_{so} değerleri uygun olduğu zaman uygulanabilir. Genel yerleştirmesinde, kargo ve balast dağılımının farklı şekillerde olmasına imkan veren gemiler için, dizayn aşamasında M_{so} değeri kullanılabilir.

Bağlantılardan, gerilme analizi veya burkulma kontrolü istendiği zaman, gemi boyunun herhangi bir noktasındaki sakin su eğilme momenti, şu değerden daha az olamaz.

$$M_s = k_{sm} M_{so} \quad (\text{kNm}) \quad (3.12)$$

M_{so} = Yukarıda verildiği gibi

$k_{sm} = 1.0$ Gemi ortasında $0.4L$ boyda

$= 0.15$ Baş ve kıç dikmelerden $0.1L$ uzaklıkta

$= 0.0$ Baş ve kıç dikmelerde

Diğer noktalar için k_{sm} değerleri lineer olarak azaltılmalıdır. Ayrıca k_{sm} değerleri şekil 3.4' den de elde edilebilir.

Sakin su kesme kuvvetinin dizayn değerleri gemi boyunca şu değerden daha az alınamaz.

$$Q_s = Q_{sL} \quad (\text{kN}) \quad (3.13)$$

$$Q_s = 0.8 Q_w \quad (\text{kN}) \quad (3.14)$$

Q_{sL} = Kargo ve balast durumlarına ait değerlerdir.

Q_w = 3.1.2.2.1.' de verildiği gibi.

3 . 1 . 2 . 2 . 2 . - Dalgalı durumda

Tekne kirişindeki düşey, dalga eğilme momenti değerleri gemi ortasında şu formülle belirlenmektedir.

$$M_w = M_{wo} \quad (\text{kNm}) \quad (3.15)$$

$$M_{wo} = f_{wm} C_w L^2 B (C_b + 0.7) \quad (\text{kNm}) \quad (3.16)$$

$$\begin{aligned} f_{wm} &= 0.063 && \text{çökme durumunda} \\ &= 0.057 && \text{sarkma durumunda} \end{aligned}$$

f_{wm} değeri 0.50' den daha az ve $0.045 C_b D / C_w$ formülüyle hesaplanandan da daha fazla olmamalıdır.

Bağlantılardan, gerilme analizi veya burkulma kontrolü istendiği zaman, gemi boyunun herhangi bir noktasındaki sakin su eğilme momenti, şu değerden daha az olamaz.

$$M_w = k_{wm} M_{wo} \quad (\text{kNm}) \quad (3.17)$$

$$\begin{aligned} M_{wo} &= \text{Yukarıda verildiği gibi} \\ k_{wm} &= 1.0 \quad \text{Gemi ortasında } 0.4L \text{ boyda} \\ &= 0.1 \quad \text{Baş ve kıç dikmelerden } 0.1L \text{ uzaklıkta} \\ &= 0.0 \quad \text{Baş ve kıç dikmelerde} \end{aligned}$$

Dalgadan dolayı gemi boyunca meydana gelen kesme kuvveti şu formülle verilmektedir.

$$Q_w = k_{wq} C_w L B (C_b + 0.7) \quad (\text{kN}) \quad (3.18)$$

$$\begin{aligned} k_{wq} &= 0 \quad \text{Baş ve kıç dikmelerde} \\ &= 0.20 \quad \text{Kıç dikmeden } 0.2L \text{ ve } 0.3L \text{ arasında} \\ &= 0.15 \quad \text{Kıç dikmeden } 0.4L \text{ ve } 0.6L \text{ arasında} \\ &= 0.22 \quad \text{Baş dikmeden } 0.15L \text{ ve } 0.3L \text{ arasında} \end{aligned}$$

3 . 1 . 2 . 3 . - Eğilme Mukavemeti

Atalet momenti ve kesit modülünün hesaplanmasında kullanılan boyuna mukavemet elemanlarının efektif kesit alanı, 3.1.2.5.' de açıklıklar için belirtilen azaltmalar yapıldıktan sonraki net alandır. İki veya üç anbar ağızlı gemiler için anbar açıklıkları arasındaki mukavemet elemanlarının efektif kesit alanı 0.6 ile çarpılarak net alan elde edilir. Mukavemet güvertesi oluşturmayan üst yapılar, güverte evleri, küpeşteler ve sürekli olmayan anbar ağızlı mezarnaları net alana dahil edilmezler. Sürekli anbar ağızlı mezarnaları ve üst güverte boyuna görderleri, boyuna perde veya derin görderle desteklendiği zaman kesit alanına dahil edilirler.

Kuralların vermiş olduğu kesit modülü, genel olarak, taban veya güverte çizgisine göredir. Güverte kesit modülü, bu durumda, atalet momentinin şu değere bölünmesiyle elde edilir.

$$Z = (Z_N + Z_A)(0.9 + 0.2 \frac{y_A}{B}) \quad (3.19)$$

y_A = Gemi merkez hattından mukavemet elemanının kenarlarına kadar metre olarak yatay uzaklık

y_A ve Z_A , Z' yi maksimum yapacak şekilde seçilmelidir. Tekne kesit modülünün hesabında kullanılan ana mukavemet elemanları, kargo bölümlerinde sürekli dağılmalı ve gemi uçlarında yeterli uzunlukta olmalıdır. Boyuna perdeler, efektif enine perdelerde sona erdirilmeli ve boyuna perdeyle aynı hizaya geçiş braketleri kaynak edilmelidir.

Güverte ve dip yapısında kullanılan yüksek mukavemetli çeliğin kullanılabileceği düşey uzaklık şu formüldekinden daha az olamaz.[5]

$$Z_{HS} = Z_N \frac{f_2 - f_3}{f_3} \quad (3.20)$$

f_2 = Güverte ve dip yapısı için gerilme faktörü

f_3 = Güverte ve dip yapısında Z_{hs} ' den daha fazla uzunluk-taki yerlerde kullanılmış olan elemanlar için malzeme faktörü (şekil 3.5). Özel incelemelerden sonra dar gemiler için yüksek mukavemetli çeliğin kullanılabileceği düşey uzaklık arttırılabilir.

Yüksek mukavemetli çeliğin güverte ve dip yapısında kullanılan yatay uzunluğu şekil 3.6'da belirtilen X_{hs} değerinden daha az olamaz. Tüm gemi boyunca yüksek mukavemetli çelik kullanıldığı zaman, gemi ortasında $0.4L$ boyu dışında kalan yerlerde, boyutlar lineer olarak azaltılabilir. Malzemenin mukavemet özellikleri değiştiğinde süreklilik sağlayacak boyutlar kullanılmalıdır.

Hesap yapılan gemi için aşağıdaki durumlar geçerliyse kesit modülü hesabında kullanılan formüller yeterli olacaktır.

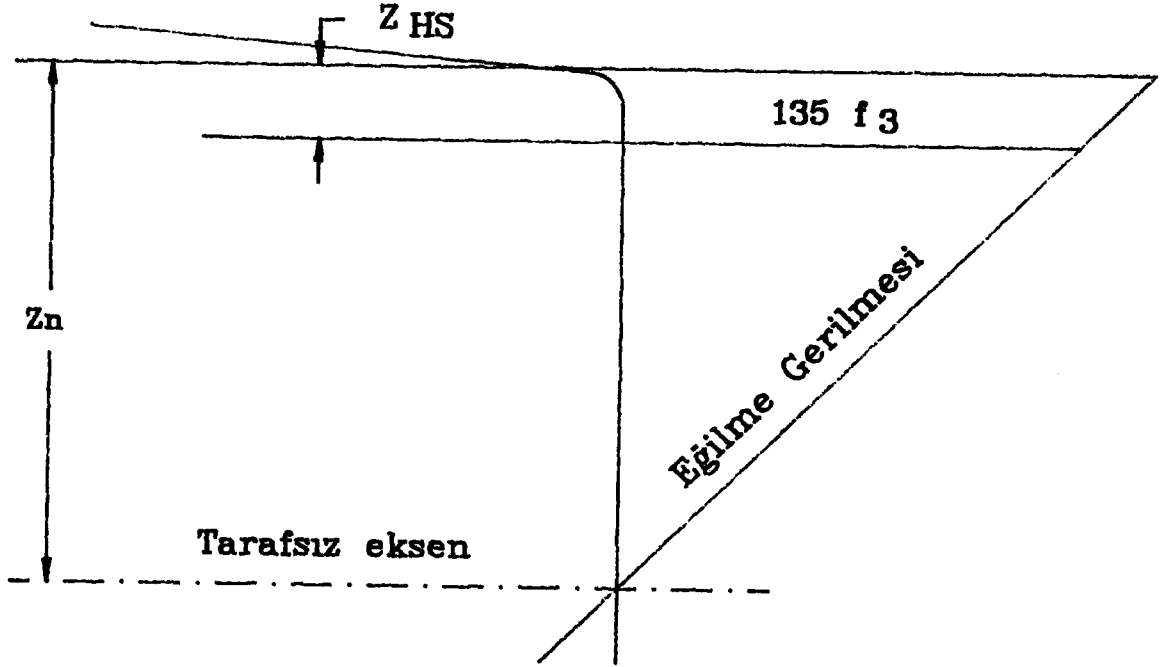
- Güverte ve dip yapılarındaki boyutlar, gemi ortasında $0.4L$ boyda değişmeyecek.

- Gemi ortasında $0.4L$ boy dışında kalan yerlerdeki boyutlar uçlardaki lokal değerlere göre uygun olarak azaltılacaktır.

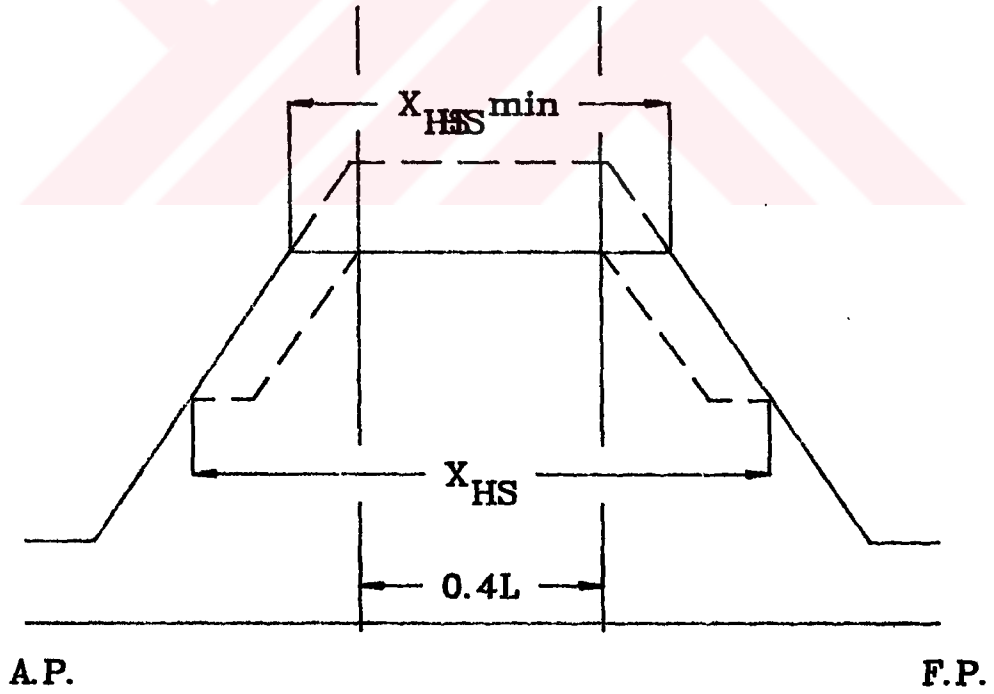
Blok katsayısı çok küçük, yüksek süratli ve baş taraftaki kesit modülünde büyük artışlar olan gemilerde, gemi boyundaki diğer kesit modülleri için ayrıca inceleme yapılmalıdır.

Enine tarafsız eksene göre gemi ortasındaki kesit modülü şu değerden daha az olamaz.

$$Z_o = a \frac{C_{wo}}{f_1} L^2 B (C_b + 0.7) \quad (cm^3) \quad (3.21)$$



ŞEKİL 3.5 Yüksek Mukavemetli Çeliğin Düşey Uzaklığı



ŞEKİL 3.6

Yüksek Mukavemetli Çelik Malzeme için Boyuna Uzunluk

a = 1.0 Gemiler için
 = 0.95 Dubalar için

$$C_{wo} = 10.75 - \left(\frac{300 - L}{100} \right) 1.5 \quad L < 300 \text{ m}$$

$$= 10.75 \quad 300 \leq L \leq 350 \text{ m}$$

$$= 10.75 - \left(\frac{L - 300}{150} \right) 1.5 \quad L > 300 \text{ m}$$

Ayrıca C_{wo} değerleri tablo 3.2' dan da elde edilebilir.
 C_B değeri 0.50' den daha az alınamaz.

TABLO 3.2

L (m)	C_{wo}	L (m)	C_{wo}	L (m)	C_{wo}
		160	9.09	260	10.50
		170	9.27	280	10.66
		180	9.44	300	10.75
		190	9.60	350	10.75
100	7.92	200	9.75	370	10.70
110	8.14	210	9.90	390	10.61
120	8.34	220	10.03	410	10.50
130	8.53	230	10.16	440	10.29
140	8.73	240	10.29	470	10.03
150	8.91	250	10.40	500	9.75

C_{wo} için değerler.

Kargo ve balast durumları için tarafsız eksene göre kesit modülleri şu şekilde verilmektedir.

$$Z = \frac{M_s + M_v}{\sigma_L} 10^3 \quad (\text{cm}^3) \quad (3.22)$$

$$\begin{aligned} \sigma_L &= 135 f_1 \text{ N/mm}^2 && \text{Gemi ortasında } 0.4L \text{ boyda} \\ &= 65 f_1 \text{ N/mm}^2 && \text{Baş ve kıç dikmelerden } 0.1L \text{ uzaklıkta} \end{aligned}$$

Bu değerler arasında, σ_L , lineer olarak azaltılmaktadır. Dubalar için σ_L değeri mastoride $7 f_1 \text{ N/mm}^2$ azaltılabilir.

Liman, korunak bölgeleri, fiyodlar, göller ve nehirler için sakin su eğilme momentleri yukarıdaki formüle konduğu zaman dalga durumundaki eğilme momenti değeri yarı yarıya azaltılabilir. Yapının, boyuna basması sonucu olan burkulması da o anki σ gerilmesinin hesabında kullanılan moment değeri için kontrol edilmelidir.

Merkez hattına göre gemi ortasındaki kesit modülü şu değerden daha az olamaz.

$$Z_{OH} = \frac{5}{f_1} L^{2.25} (T + 0.3B) C_B \quad (\text{cm}^3) \quad (3.23)$$

Bu değer, sintine dönümü ve güverte köşelerinde düşey ve yatay eğilme birleşik gerilmesinin $150 f_1 \text{ N/mm}^2$ değerini geçmemesi halinde istenmeyebilir. Birleşik etki şu şekilde alınabilir.

$$\sigma_s + (\sigma_w^2 + \sigma_{wh}^2)^{0.5} \quad (3.24)$$

$\sigma_s = M_s'$ den dolayı meydana gelen gerilme

$\sigma_w = M_w'$ den dolayı meydana gelen gerilme

$\sigma_{wh} = M_{wh}'$ den dolayı meydana gelen gerilme

$M_{wh} =$ Yatay dalga eğilme momenti şu formülle tanımlıdır.

$$M_{wh} = 0.25 L^{2.25} (T + 0.3B) C_B \quad (\text{kNm}) \quad (3.25)$$

Yatay tarafsız eksene göre kesit atalet momenti
şu değerden daha az olamaz.

$$I = 3 a C_w L^3 B (C_b + 0.7) \quad (\text{cm}^4) \quad (3.26)$$

a = Yukarıda verildiği gibi.

3 . 1 . 2 . 4 . - Kesme Mukavemeti

Gemi bordasında ve boyuna perdelerdeki kesme gerilmesi 110 fı N/mm² değerinden daha fazla olamaz. Buna ek olarak levhaların, kesme ve burkulma mukavemeti açısından yeterli olup olmadığı kontrol edilmelidir. Yeterliliği ve geçerliliği kabul edilmiş bir gerilme hesabıyla kesme dağılımı ve yüklerin dağılımı hesaplanmış ise aşağıda verilen kalınlık formülü çok küçük değerlere de uygulanabilir. Borda kaplaması (çift cidarlı olması halinde iç ve dış kaplamanın toplam kalınlığı) ve boyuna perdenin kalınlığı için şu formül verilmektedir.

$$t = \frac{\phi(Q_s + Q_w) \pm 0.5 \Delta Q_s}{\tau} * \frac{S_N}{I_N} 10^2 \quad (\text{mm}) \quad (3.27)$$

ϕ = Kesme kuvveti dağılım faktörü
= 0.5 Boyuna perdesi olmayan gemiler için borda veya çift cidar kaplaması için.
= 0.164 + 0.08As/AL iki boyuna perdeli gemilerde borda kaplaması için
= 0.336 - 0.08As/AL iki boyuna perdeli gemilerde boyuna perde kaplaması için

Diğer yerleşimler için ϕ değeri ayrıca incelenmelidir.

ΔQ_s = Kesmeyi taşıyan boyuna dip elemanlarına ve düzgün

olmayan enine yük dağılımına bağlı kesme kuvveti düzeltmesi

$$= 0 \quad Q_s = 0.8Q_w$$

$= \Delta Q_{SL}$ Bu değer, ileride, tek veya çift cidarlı ve tüm gemi genişliğince çift dibi olan gemiler için ve iki tane boyuna perdesi olan gemiler için verilmektedir. Diğer yerleşimler için ayrıca düşünülmelidir.

$\tau = 110 f_1 \text{ N/mm}^2$ Burulma mukavemetinin daha küçük gerilme değerleri istemediği durumlarda

$I_N/S_N = \text{Normal olarak } 90 D \text{ alınabilir.}$

Makina dairesinin baş tarafı için minimum kesme alanı, geminin tümüyle yüklü olduğu durum için hesaplanmalıdır. Baş pik tankının kış tarafı için minimum kesme alanı, pik tankının tamamen dolu olduğu, boş balast durumu veya yüklü durumu için hesaplanmalıdır. Eğer baş anbar veya baş taraftaki kargo tankı ile baş pik tankı arasında bir derin tank bulunuyorsa, bu durumda, derin tankın kış tarafındaki minimum kesme alanı, baş pik ve derin tankın tamamen dolu olması durumunda, yüklü veya boş balast durumu için hesaplanmalıdır. Eğer baş pik tankı ve herhangi bir derin tank boş balast durumunda balast taşımak için tasarlanmadıysa kesme kuvvetine göre boyutların tekrar elde edilmesi gerekmektedir.

Liman, korunak bölgeleri, fiyodlar, göller ve nehirler için sakin su eğilme momentleri formül (3.22)' de yerine konduğunda dalga durumundaki eğilme momenti değeri yarı yarıya azaltılabilir.

Tek veya çift cidarlı ve boyuna perdesi olmayan gemilerde borda kaplamasının kalınlığı formül (3.27)' deki değerden daha az olamaz. $Q_s = Q_{SL}$ olduğu zaman anbardan gelen kesme kuvveti doğruca enine perdeye iletilir.

$$\Delta Q_{SL} = C_P P_H + 9.81 C_P T - C_D T_1 \quad (\text{kN}) \quad (3.28)$$

P_H = Ele alınan anbardaki ton olarak kargo veya balast

P_T = Ele alınan anbarın altındaki çift dipteki ton olarak balast

T_1 = Anbarın ortasında metre olarak draft

C_P = kN/t olarak yükleme düzeltme faktörü

C_D = kN/t olarak sephiye düzeltme faktörü

Şekil 3.7' de da görüldüğü gibi, Q değeri, yüklü anbarlar arasındaki boş anbarın veya boş anbarların arasındaki yüklü anbarın uç noktalarında meydana gelen kesme kuvveti değerlerindeki azaltmadır. Pratikte kullanımı kolaylaştırmak için C_P ve C_D değerleri birbirinden bağımsız ve sabit kargo yükleme yüksekliği ve draftı olarak alınabilir. Ayrıca, C_P ve C_D değerleri için şu formüller de kullanılabilir.

$$C_P = \frac{9.81 C_{BDB} L_H H}{V_H} \quad (\text{kN/t}) \quad (3.29)$$

$$C_D = 10 C_{BDB} L_H \quad (\text{kN/m}) \quad (3.30)$$

$$C = \frac{B}{2.2 (B + L_H)} \quad \text{Klasik dizayn için}$$

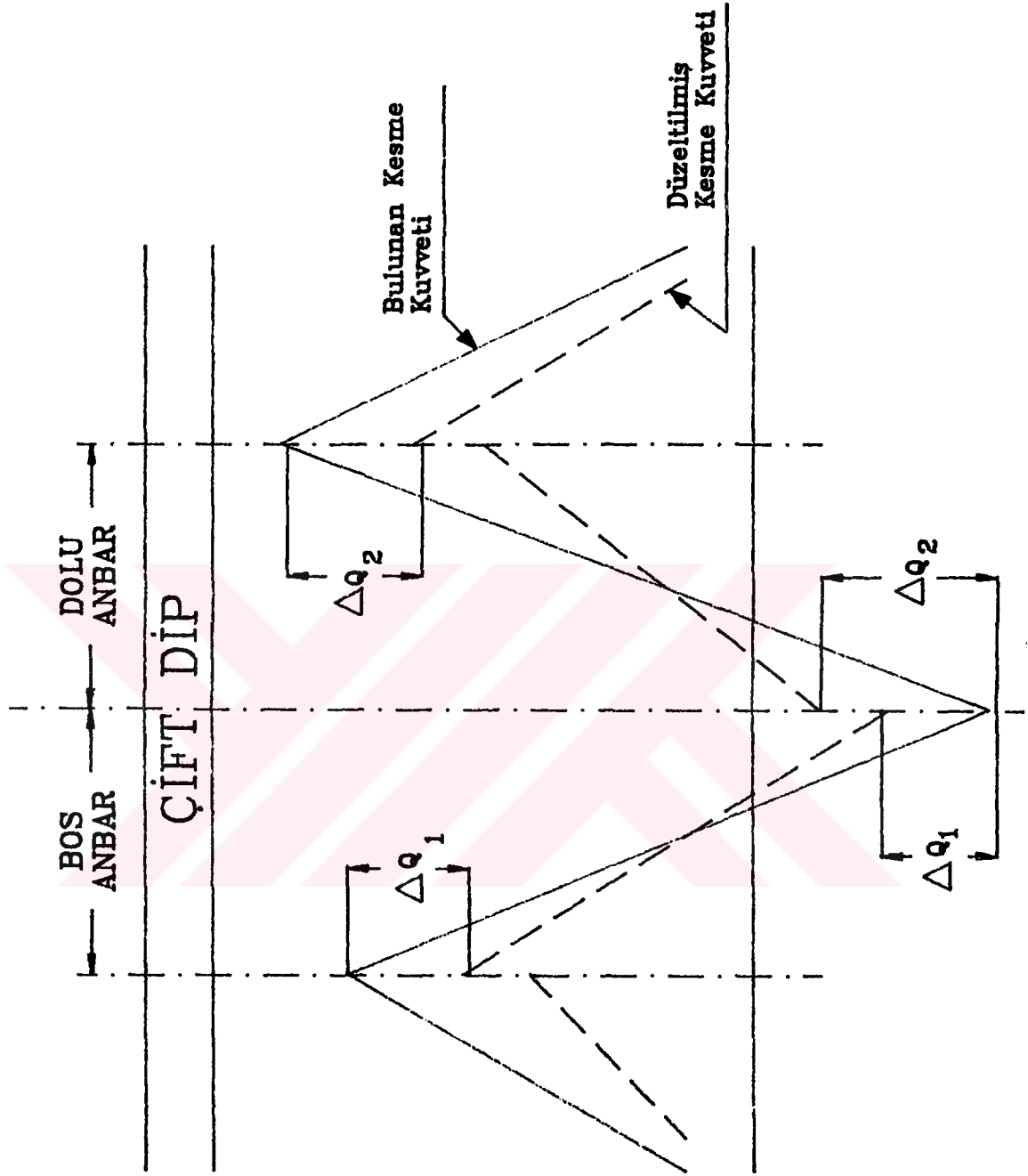
B_{DB} = Çift dibin düz kısmının metre olarak genişliği

L_H = Metre olarak anbar boyu

H = Metre olarak anbar yüksekliği

V_H = m^3 olarak anbar hacmi

iki efektif boyuna perdesi olan gemilerde, anbarın başlangıç ve bitimindeki perdeler arasında $0.5 D'$ deki borda kaplamalarıyla boyuna perdelerin kalınlıklarının toplamı şu değerden daha az olamaz.



ŞEKİL 3.7 Kesme Kuvveti Düzeltmesi

$$\Sigma t = \frac{2.7 (L B)^{1/3}}{f_1} + \Sigma t_k \quad (\text{mm}) \quad (3.31)$$

Her bir boyuna perdenin 0.5 D' deki kalınlığı şu değerden az olamaz.

$$t = \frac{0.6 (L B)^{1/3}}{f_1} + t_k \quad (\text{mm}) \quad (3.32)$$

0.5 D' nin üzerinde, boyuna perde kaplama kalınlığı, güvertede, kalınlığın %90' ı olacak şekilde lineer olarak azaltılabilir.

Borda kaplamasının ve boyuna perdenin kalınlıkları formül (3.27)' den daha az olamaz. 0.5 D' nin üzerinde, boyuna perde kaplama kalınlığı, güvertede, kalınlığın %90' ı olacak şekilde lineer olarak azaltılabilir. $Q_s = Q_{sL}$ olduğu zaman, yük dağılımına göre kesme kuvveti düzeltilmesi şu şekildedir.

- Borda kaplaması için,

$$\Delta Q_{sL} = \frac{P_c}{2} \left[\left(1 - \frac{S}{l_c} - \frac{G}{N_c + 1} \right) \frac{r}{r + 1} - 2\phi_s \right] \quad (3.33)$$

- Boyuna perde için,

$$\Delta Q_{sL} = \frac{P_c}{2} \left[\left(1 - \frac{S}{l_c} - \frac{G}{N_c + 1} \right) \frac{1}{r + 1} - 2\phi_L \right] \quad (3.34)$$

$P_c = 1$ boyunun ortasında, tank dibinde, tanktaki ağırlık ve sephiye kuvvetinin farkı olan kuvvet. P_c , her zaman pozitif alınmalıdır. Eğer P_c , 1 boyunca değişik değerlere sahipse her farklı yük değeri için P_c değeri hesaplanmalıdır.

l = Borda tankında, su geçirmez perdeler arasındaki metre olarak uzaklık.

l_c = Merkez tankda, su geçirmez perdeler arasındaki metre olarak uzaklık.

S = Dipte, enine postalar arasındaki metre olarak uzaklık

$G = 0$ Merkez tankında efektif boyuna görder olmaması halinde.

= 0.25 Merkez tankında bir tek efektif merkez görder olması halinde.

= 0.35 Merkez tankında üç veya daha fazla efektif boyuna görder olması halinde.

$N_c = 1$ boyunca merkez görderi destekleyen perde sayısı

ϕ_s = Borda için formül (3.27)' de verilen ϕ değeri

ϕ_L = Perde için formül (3.27)' de verilen ϕ değeri

r = Merkez tankında, perdelerle enine postalar arasında kalan yükleme parçası oranıdır. Bu oranla, yükün ne kadarının bordalara ve ne kadarının perdelerle taşındığını belirler. Başlangıç hesapları için $r = 0.5$ alınabilir. Ayrıca r değeri şu formülle de elde edilebilir.

$$r = \frac{1}{\frac{A_L}{A_s} + \frac{2(N_s + 1)b A_L}{1(N_s A_r + R)}} \quad (3.35)$$

b = Braketlerin uzunluğu da dahil olmak üzere, borda tanklarındaki postaların ortalama uzunluğu

A_r = Borda tankındaki enine su geçirmez perdenin cm^2 olarak kesme alanı. Düşey kesitte minimum alan alınır.

$N_s = 1$ boyunca borda tankındaki su geçirmez perde sayısı.

R = Borda tankındaki derin postaların toplam etkinliğini ifade eder ve şu formülle verilir.

$$R = \left(\frac{N}{2} - 1 \right) \frac{A_r}{\delta} \quad (cm^2) \quad (3.36)$$

N = 1 boyunca derin posta sayısı

A_R = Borda tankındaki enine derin postaların cm^2 olarak kesme alanı, lama ve enine postaların toplam kesme alanı

$$\delta = 1 + \frac{300b^2A_R}{I_R} \quad (3.37)$$

I_R = Borda tankındaki enine derin postaların cm^4 olarak atalet momenti, posta ve lamasının toplam atalet momenti olarak alınmalıdır.

TABLO 3.3

1 Boyunda Gemide	1 Boyunda Merkez Tankta	Kesme Kuvveti Eğrisinin Eğimi
Sephiyede Fazlalık	Sephiyede Fazlalık	Artma
Sephiyede Fazlalık	Ağırlıkta Fazlalık	Azalma
Ağırlıkta Fazlalık	Ağırlıkta Fazlalık	Artma
Ağırlıkta Fazlalık	Ağırlıkta Fazlalık	Azalma

Boyuna perdeler için kesme kuvveti düzeltmesi

Levha kalınlığı için verilen ifadede Q_s teriminin işaretinin pozitif veya negatif olması, merkez tankındaki yükden dolayı kesme kuvvetinin eğiminin artması veya azalmasına bağlıdır. Boyuna perdeler için bu ilişki

tablo 3.3' de verilmiştir.

Borda kaplaması için eğimlerdeki değişim tablo 3.3' de verilen değerlerin tam tersidir. 1 boyunun tam ortasında kesme kuvveti eğrisinin değişmeden kaldığı kabul edilir. Eğer kesme kuvveti artıyorsa (+) işareti, azalıyorsa (-) işareti kullanılmalıdır. Eğrinin boyuna perde için nerede arttığını ve borda kaplaması için nerede azaldığını veren örnek şekil 3.8' da gösterilmiştir.

İkiden fazla boyuna perdesi olan gemilerde, gemi bordalarında ve boyuna perdelerde, 0.5 D yükseklikte, boyuna perdelerin ve borda kaplamalarının toplam kalınlığı şu değerden daha az olamaz.

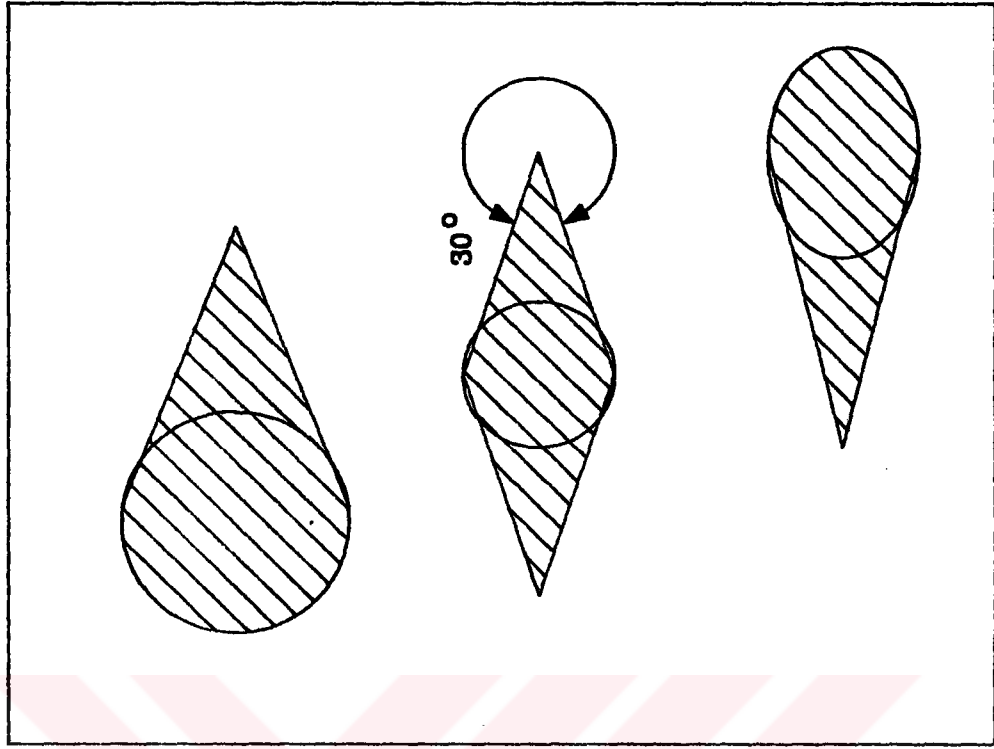
$$\Sigma t = \frac{2.6 (L B)^{1/3}}{f_1} (0.8 + 0.1n) + \Sigma t_R \text{ (mm)} \quad (3.38)$$

n = Boyuna perde sayısı

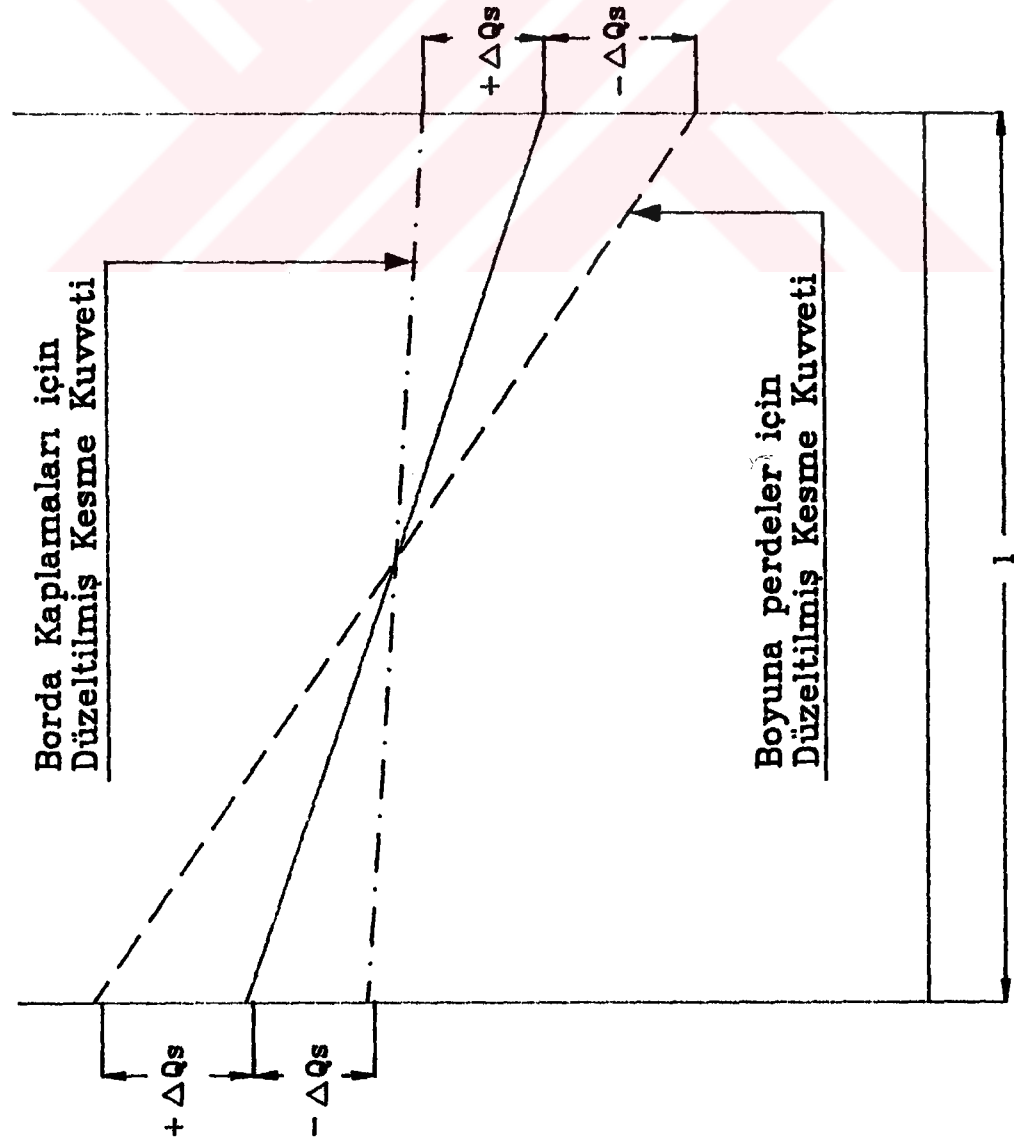
0.5D' nin üzerindeki kalınlıklar güvertede, 0.5D' deki kalınlıklarının %90' ı olacak şekilde lineer olarak azaltılabilir. Bu değerler, baş taraftaki anbarların kış tarafından, kış taraftaki anbarların baş tarafına kadar olan bölgedeki perdeler için uygulanabilir. Bu bölgenin dışında kalınlıkların toplamı, makina dairesinin baş tarafında ve baş pik tankının veya komşu derin tankın arka tarafında, formül (3.27)' de verilen kalınlıklar olacak şekilde lineer olarak azaltılabilir.

Gemi bordalarının ve enine perdelerin üzerindeki stringerleri destekleyen boyuna perdelerin lokal kalınlıkları şu değerden daha az olamaz.

$$t = \frac{P_{STR}}{240 f_1 B_{STR}} + 0.92 t_R \quad \text{(mm)} \quad (3.39)$$



SEKİL 3.9 Azaltmanın Serbest Olduğu Açıklıklar



SEKİL 3.8 Kesme Kuvveti Düzeltmesi

P_{STR} = Dizayn yüklerinden dolayı kN olarak stringerleri destekleyen kuvvet. Boyuna perdelerde, perdenin iki yanında aynı yönde etkiyen kuvvetlerin toplamı olarak alınmalıdır.

B_{STR} = Desteklenen stringerin metre olarak en büyük derinliği.

t_R = Formül (3.27)' deki gibi kural kalınlığı.

Mukavemet alanı, stringerin en az 0.5m ilerisine ve gerisine ve en az $0.2B_{STR}$ üst ve altına kadar dağılmalıdır.

3 . 1 . 2 . 5 . - Boyuna Mukavemet Elemanlarındaki Açıklıklar

Normalde levha omurgada açıklıklar olmamalıdır. Sintine dönümü kaplamasının gemi ortasında 0.6L boydaki kısmında mümkün olduğu kadar açıklıklardan kaçınılmalıdır. Sintine dönümündeki gerekli açıklıklar sintine omurgasından uzak tutulmalıdır.

Mukavemet güvertesinin gemi ortasında 0.6L boyundaki kısmında bulunan açıklıklar anbar açıklıkları sınırlarının içinde kalmalıdır. Bu sınırın dışındaki açıklıklar gemi bordasından ve anbar köşelerinden yeterince uzak olmalıdırlar. Alt güvertedeki açıklıklar ise anbar köşelerinden ve yüksek gerilmelere sahip bölgelerden yeterince uzakta olmalıdır.

Küçük açıklıklar boyuna mukavemet elemanlarındaki açıklıklardan uzak tutulmalıdırlar. Küçük ve kuvvetlendirilmiş açıklıklar, başka bir açıklığa, genişliğinin dört katından daha az bir mesafeden yakın olamaz.

Gemi ortasındaki kesit modülü hesabında , boyu 2.5m ve genişliği 1.2m yi geçen açıklıklar için boyuna elemanların kesit alanlarından azaltma yapılmalıdır. Bir enine kesitteki toplam genişlikler veya elemanların etki alanlarının toplam genişlikleri, dip veya güvertede kesit modülünü %3' den daha fazla azaltmadığı ve hafifletme ve dreyn deliklerinin yüksekliklerinin web derinliğinin %25' ini geçmediği durumlarda adam deliği, hafifletme deliği, dreyn deliği gibi küçük açıklıklar için azaltma yapmaya gerek yoktur.

Boyuna postalarda tek açıklıklar veya açıklık gurupları arasındaki boyuna mesafe, açıklığın on katından daha az olamaz. Azaltmanın serbest olduğu küçük açıklıkların bir enine kesite gelen genişliklerinin toplamı şu şekildedir.

$$0.06 (B - \Sigma b)$$

$$(3.40)$$

B = Gemi genişliği

Σb = Büyük açıklıkların toplam genişliği

Azaltmanın serbest olduğu açıklıkların hesaplanmasında şekil 3.9' deki gibi bir etki dağılımının olduğu kabul edilmektedir. Bu etki alanı bölgesi olarak, birbirleriyle 300° lik açı yapan ve açıklığın kenarlarına teğet olan iki çizgi arasındaki alan kabul edilir.

Azaltmanın serbest olduğu açıklıkların gemi merkez hattına göre simetrik yerleştirildiği ve geminin kesit alanına dahil olan boyuna elemanların açıklıkları kesmediği kabul edilir. Boyuna elemanlardaki açıklıklar, elips veya daire gibi simetrik bir şekilde ve kaynak dikişlerinden yeterince uzakta olmalıdır. Dreyn için olan küçük açıklıklarda kaynak dikişi yumuşak bir şekilde bitirilmelidir.

Azaltılması serbest olmayan açıklıklar için

yapıların kesit alanlarının azaltılmasıyla mümkündür. Kuvvetlendirme elemanlarının alanlarını telafi için kesit alanına dahil edemeyiz.

Mukavemet güvertesinde ve dipte gemi ortasındaki 0.6L boyda, çapı 0.325m' ye eşit veya büyük dairesel açıklıkların kenarları kuvvetlendirilmelidir. Kenarları kuvvetlendirilen elemanların kesit alanı şu değerden daha az olamaz.

$$2.5 \, b \, t \quad (\text{cm}^2) \quad (3.41)$$

b = Açıklığın metre olarak çapı

t = mm olarak levhanın kalınlığı

Kuvvetlendirme, genellikle, düşey konumdaki bir halkanın levha kenarına kaynak edilmesiyle sağlanır. Alternatif yerleşimler kabul edilse bile, kuvvetlendirme levhasının kenarı ile açıklığın kenarı arasındaki mesafe 0.05 b' den daha fazla olmamalıdır. Yukarıda belirtilen durumlarda, genişliği 0.5m' den fazla olan eliptik açıklıkların boy genişlik oranı 2' den az ise kenarların kuvvetlendirilmesi gerekmemektedir. Kuvvetlendirme için, b açıklığın genişliği olacak şekilde, yukarıda, dairesel açıklıklar için istenen kurallar uygulanacaktır.

Dikdörtgen veya dikdörtgene yakın açıklıkların 0.4m' den daha az olmamalıdır. Dairesel şekilli köşeler için yarıçap, şu değerden daha az olamaz.

$$R = 0.2 \, b \quad (3.42)$$

b = Açıklığın genişliği

Şekil 3.10' de ve tablo 3.4' de verildiği gibi, akım hattı şeklinde olan köşeler için şekildeki a değeri aşağıdaki değerden daha az olamaz.

$$A = 0.15 \, B \quad (3.43)$$

Bu durumda kenarların kuvvetlendirilmesi gerekmemektedir.

Dairesel şekilli köşeler için gemi ortasındaki 0.6L boyda, yarıçap şu değerden daha az olamaz.

$$r = 0.03(1.5 + \frac{l}{b})(B - b) \quad (m) \quad (3.44)$$

b = Anbar ağzının genişliği

l = Komşu anbarlar arasındaki metre olarak boyuna mesafe

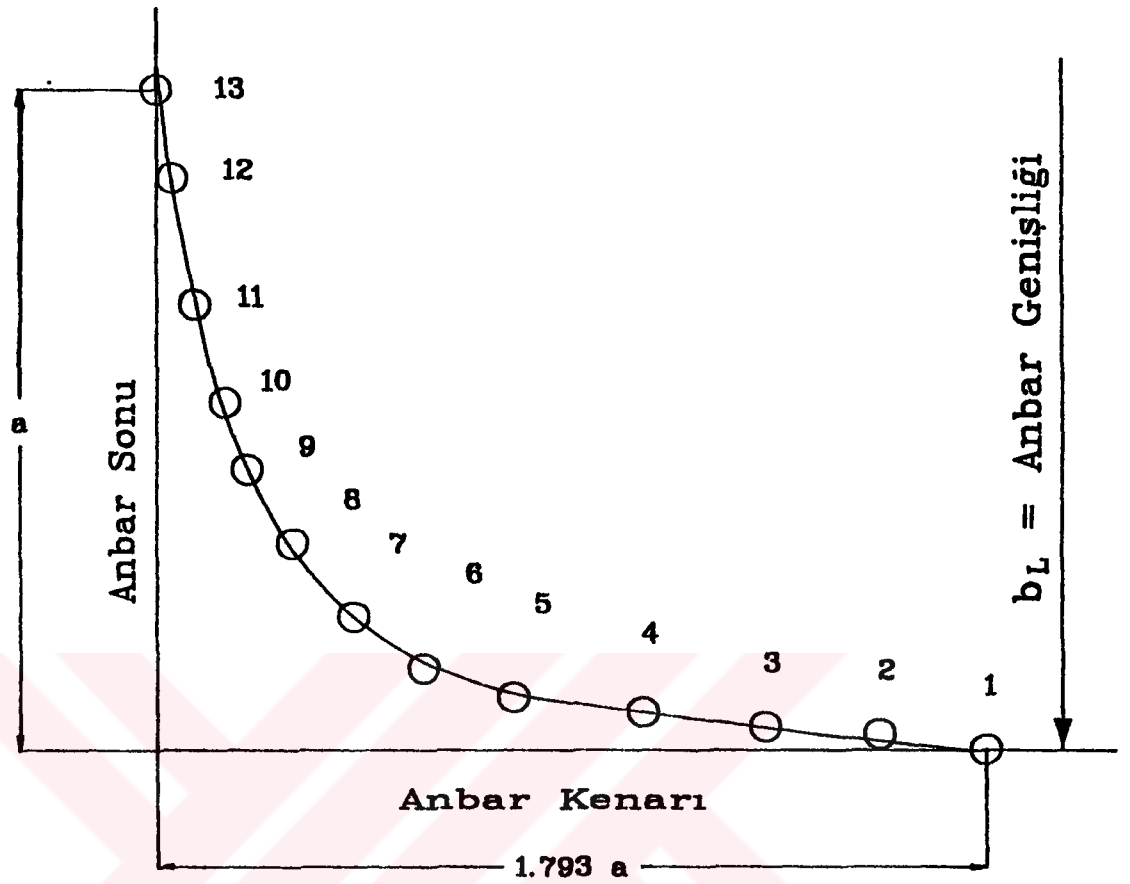
l/b değerini 1.0' den fazla, (B - b) değerini de 7.5m' den az ve 15m' den fazla almak gerekmemektedir.

Şekil 3.10' de ve tablo 3.4' de verilen, akım hattı şeklindeki köşeler için a değeri şundan daha az olamaz.

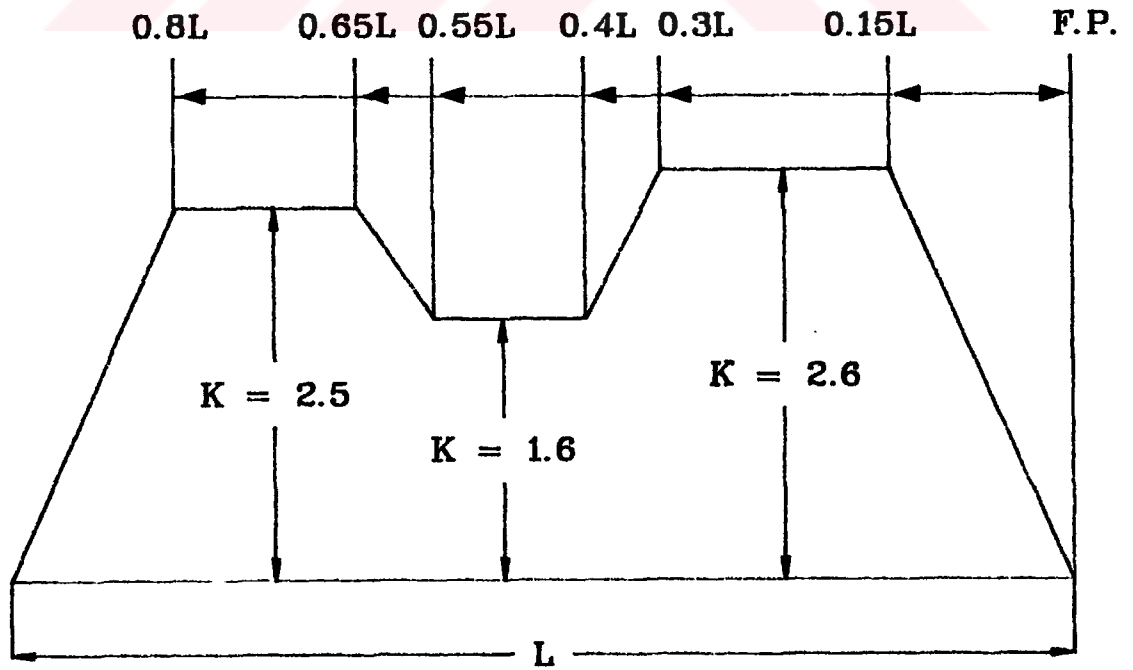
$$r = 0.03(1.5 + \frac{l}{b})(B - b) \quad (m) \quad (3.45)$$

Açıklıkların kenarları yuvarlak hatlı olmalıdır. Alevle kesilerek oluşturulmuş yumuşak hatlı kenarları olan açıklıklar kabul eilebilir. Küçük delikler matkapla açılmalıdır. Küçük anbar kapaklarını bağlamak için kullanılan saplamalar, mezarnaların üst noktalarına tutturulmalı veya uygun kalınlıktaki bir halka güverteye kaynak edilmelidir. Saplamalar güverte kaplamasının içine girmemelidir.

Çok büyük anbar açıklıkları olan gemilerin (açık gemiler) anbar köşelerinin dizaynında özel inceleme yapılmalıdır. Bu tip gemilerde, anbar köşelerinin bulunduğu bölgelerde, lokal gerilme artışları meydana gelmektedir.



ŞEKİL 3.10 Akım Hattı formundaki Güverte Köşesi



ŞEKİL 3.11 Dalgadan Dolayı Kesme Kuvveti Dağılımı

TABLO 3.4

Nokta	Apsis (X)	Ordinat (Y)
1	1.793 a	0.000 a
2	1.381 a	0.002 a
3	0.987 a	0.021 a
4	0.802 a	0.044 a
5	0.631 a	0.079 a
6	0.467 a	0.131 a
7	0.339 a	0.201 a
8	0.224 a	0.293 a
9	0.132 a	0.408 a
10	0.065 a	0.548 a
11	0.022 a	0.712 a
12	0.002 a	0.889 a
13	0.000 a	1.000 a

Akım hattı şeklindeki güverte ordinatları

3 . 1 . 2 . 6 . - Yükleme Kitapçığı Bilgileri

Yükleme hattı konvansiyonuna bağlı tüm gemilerde belirlenmiş yükleme kitapçığı bulunmalıdır. I., II. ve III. kategorideki gemilerde, yükleme kitapçığının yanında belirlenmiş ve onaylanmış bir yükleme aleti de bulunmalıdır.

Belirlenmiş yükleme kitapçığı geminin son datasına ait olmalıdır. Kitapçık, belirlenmiş olan tekne boyutlarına göre dizayn yüklerinin durumlarını da içermelidir. Münkün olan sınırlamalar şunlardır.

- Draft sınırlaması
- Kargo güverteleri için yükleme özellikleri
- Kargo kütlesi
- Kargo yoğunluğu ve kargo tanklarının doldurulma yüksekliği
- GM değerindeki sınırlama

Belirlenmiş olan yükleme kitapçığı, geminin son datasına ait olmalıdır. Ayrıca kitapçık, geminin dizaynında kullanılan yükleme koşulunu da içermelidir. Yükleme kitapçığı, kullanıcının anlayabileceği bir dilde yazılmalı, eğer bu dil İngilizce' den farklıysa, İngilizce çevirisinin de kitapçıkta bulunması gerekmektedir.

3 . 2 . - AMERICAN BUREAU of SHIPING

American Bureau of Shiping' in belirlemiş olduğu kurallar şu tanımlara bağlı olarak verilmiştir.

Boy = Baş kaimeden kıç kaimeye kadar metre veya ft. olarak mesafedir. Yaz yüklü su hattından ölçülür ve su hattı boyunun %97' sinden fazla olamaz.

Genişlik = Metre veya ft. olarak teknenin kalıp genişliğidir.

Derinlik = Gemi ortasında, bordalardaki metre veya ft. olarak gemi derinliğidir. Su geçirmez perdelerin olması halinde perde güvertesine kadar alınacaktır. Ds, mukavemet güvertesine kadar olan derinliktir.

Draft = Yaz yüklü su hattına kadar metre veya ft. olarak geminin draftıdır.

Fribord Güvertesi = Genellikle, tüm açıklıkları örtmek için kullanılan en üst sürekli güvertedir. Fribord güvertesinin draftın altında olduğu özel gemiler için, uluslar arası yükleme kurallarından elde edilen drafta en yakın

alttaki güverte, fribord güvertesi olarak alınabilir.

Perde Güvertesi = Perdelerin başladığı ve efektif özellikler kazandırmış olduğu en üst güvertedir.

Mukavemet güvertesi = Teknenin üst kısmını oluşturan güvertedir.

Üst yapı Güvertesi = Bu güverte, borda kaplamasının fribord güvertesinden sonra devam ettiği güvertedir. Bazı durumlarda friborddan sonraki ilk güverte diye tanımlanır.

Makina Boşluğu = Makina dairesi boşluğudur.

Sınıflandırma kuruluşunun vermiş olduğu kurallar, 61m (200ft) ve daha uzun ve derinliği L/50' den daha fazla olan gemilerin belirsiz deniz koşulları için boyuna mukavemet hesaplarında geçerlidir. Bu şartlardan farklı olan gemiler için ayrıca inceleme yapılmalıdır.

3 . 2 . 1 . - Boyuna Tekne Kirişinin Mukavemeti

3 . 2 . 1 . 1 . - Mukavemet Standartı

Gemi ortasındaki kesit modülü için istenen değer aşağıdaki formül ile minimum kesit modülü için verilen formül sonuçlarından büyük olan değerdir. Bu değer, m²' deki cm veya ft²' deki inc olarak ifade edilir.[6]

$$SM = \frac{M_T}{f_P} \quad (3.46)$$

M_T = 3.2.1.2.' de hesaplanan toplam eğilme momenti

f_P = izin verilebilen t/cm² veya t/in² olarak eğilme gerilmesidir.

$$= 1.663 - \frac{240 - L}{1620} \quad t/cm^2 \quad 61 \leq L \leq 240 \text{ m}$$

$$= 1.663 + \frac{L - 240}{4000} \quad t/cm^2 \quad 240 \leq L \leq 427 \text{ m}$$

$$= 10.56 - \frac{790 - L}{845} \quad t/in^2 \quad 200 \leq L \leq 790 \text{ ft}$$

$$= 10.56 + \frac{L - 790}{2045} \quad t/in^2 \quad 790 \leq L \leq 1400 \text{ ft}$$

L = Metre veya ft. olarak tekne boyu

fr değeri, genel kargo, dökme yük gibi düzgün yayılı yüklemeye sahip gemiler ve konteyner gibi yükü istifli veya özel ambalajlı olan gemiler gibi mukavemet güvertesi ve dip yapısı boyuna posta sisteminde olan gemilerde %10 kadar arttırılabilir.

Sakin sudaki ve dalga etkisinden dolayı olan eğilme momenti eğrileri verilirse yukarıdaki fr formülüyle gemi orta kesiti dışındaki kesitler için de kesit modülünü bulmak mümkündür. Sakin sudaki eğilme momenti hesaplamaları istenmeyen 90m' den küçük gemiler için bu formül yetersiz ise minimum kesit modülü formülü kullanılabilir.

90m' den 427m' ye (295ft' den 1400ft' e) kadar olan gemiler için gemi ortasındaki minimum kesit modülü, m²' deki cm veya ft²' deki inc olarak aşağıdaki değerden daha az olamaz.

$$SM = 0.01 C_1 L^2 B (C_b + 0.70) \quad (3.47)$$

$$C_1 = 10.75 - \left(\frac{300 - L}{100} \right)^{1.5} \quad 90 \leq L \leq 300 \text{ m}$$

$$= 10.75 \quad 300 \leq L \leq 350 \text{ m}$$

$$= 10.75 - \left(\frac{L - 350}{150} \right)^{1.5} \quad 350 \leq L \leq 427 \text{ m}$$

$$= 0.01441 \left[10.75 - \left(\frac{984 - L}{328} \right)^{1.5} \right] \quad 295 \leq L \leq 984 \text{ ft}$$

$$= 0.01441 (10.75) \quad 984 \leq L \leq 1148 \text{ ft}$$

$$= 0.01441 \left[10.75 - \left(\frac{L - 1148}{492} \right)^{1.5} \right] \quad 295 \leq L \leq 984 \text{ ft}$$

L = Metre veya ft. olarak gemi boyu

B = Metre veya ft. olarak gemi genişliği

C_B = L boyunda yaz yüklü su hattındaki blok katsayısı

Bu denklemde C_B değeri 0.60' dan daha küçük alınamaz.

Kesit modülü hesabında genellikle şu maddeler hesaba katılır.

- Güverte kaplaması (Mukavemet güvertesi ve diğer etkili güverteler)

- Borda ve iç kaplamaları

- Güverte ve dip görderleri

- Boyuna perdelerin kaplamaları ve boyuna stifnerler

- Güvertelerin, bordaların, dip yapının ve iç dip yapısının boyuna elemanları

- Sürekli anbar ağızı mezarnaları

Sakin sudaki eğilme momenti eğrisi verilmediği zaman, belirtilen bu maddeler gemi ortasında 0.4L boyda sürekli olmalı ve diğer bölgelerde de lineer azalmalıdır. Eğilme momenti eğrileri verildiği zaman, ele alınan kesitte, tekne kirişinin kesit modülüne dahil edilen elemanlar yeterli uzunlukta olmalıdır.

Genel olarak, boyuna mukavemet elemanlarının kesit alanları tekne kirişinin kesit modülü hesabında kullanılır. Bazı kuvvetlendirilmiş ve tekne kirişinin kesit modülünü %3' den fazla azaltmayan açıklıklar için, kesit modülünde azaltma yapmaya gerek yoktur. Bu tür açıklıkların genişlikleri 1200mm (47in) veya genişliğin %2.5' inden fazla olamaz. Kesit modülünde azaltma gerektirmeyen bu tür açıklıkların boyları en fazla 2500mm (100in) olabilir.[6]

Açıklığın kapalı alanları, köşelerinin teğetlerinin 30 derecelik açı oluşturarak açıklığın önünde ve arkasında sınırladığı alandır. Güvertedeki kesit modülü, atalet momentinin güverte ile yatay tarafsız eksen arasındaki, dipteki kesit modülü ise atalet momentinin dip ile yatay tarafsız eksen arasındaki düşey uzaklığa bölünmesiyle elde edilir. Sürekli anbar ağzı mezarnaları için mezarnanın üst noktasındaki kesit modülü, kesit atalet momentinin yatay tarafsız eksen ile anbar ağzı mezarnasının üst noktası arasındaki düşey uzaklığa bölünmesiyle elde edilir. Bu uzaklığa y_T denirse y_T , kalıp güverte yüksekliğinden daha az olmamak şartıyla şu formülle tanımlanır.

$$y_T = y(0.9 + 0.2 \frac{x}{B}) \quad (m) \text{ veya } (ft) \quad (3.48)$$

y = Tarafsız eksenden sürekli mezarnanın üst ucuna kadar olan metre veya ft. olarak düşey uzaklık.

x = Mezarnanın üst ucundan gemi merkez hattına metre veya

ft. olarak yatay uzaklık.

B = Metre veya ft. olarak tekne genişliği.

x ve y değerleri, yT' nin maksimum değerini verecek şekilde seçilmelidir.

Mastorideki kesit atalet momenti, m^2 ' deki cm^2 veya ft^2 ' deki in^2 olarak tanımlanır ve şu formülden daha az olamaz.

$$I = L \text{ SM}/34.1 \quad (3.49)$$

I = Tekne kirişinin kesit atalet momenti

L = Teknenin metre veya ft. olarak boyu

SM = Tekne kirişi için yukarıda istenen kesit modülü

3 . 2 . 1 . 2 . - Toplam Eğilme Momenti

Ton-m veya Ton-ft olarak tanımlanan toplam eğilme momenti şu denklemlerle elde edilir.

$$M_T = M_{sw} + M_w \quad (3.50)$$

M_{sw} = Ton-m veya Ton-ft olarak sakin sudaki eğilme momenti değeridir. Elimizde sakin sudaki eğilme momenti eğrisi yoksa gemi ortasındaki $0.4L$ boyun içinde maksimum eğilme momentinin bu bölgeye düzgün yayılı olduğu kabul edilir. Maksimum eğilme momenti değerinin bu bölgede olmaması halinde farklı işlemler yapılır.

M_w = Ton-m veya Ton-ft olarak aşağıda belirtilen dalgadan dolayı meydana gelen maksimum eğilme momenti değeridir.

3 . 2 . 1 . 2 . 1 . - Sakin Sudaki Kesme Kuvveti ve Eğilme Momenti

3.2.5.' de belirtilen gemiler için bir yükleme klavuzu ve ayrıca beklenen yükler ve balast durumu için de sakın su eğilme momenti ve kesme kuvveti hesapları verilmelidir. Bunlar dışında kalan diğer gemiler için her duruma ait hesaplar verilmesi gerekmektedir. Gemi tipi, genel yerleştirmesi ve kargo, balast veya verilen bir yükleme dağılımı olduğunda, beklenen sakın su eğilme momenti M_s ' den veya sakın su kesme kuvveti F_{sw} ' den daha büyük çıkabilir. Bu nedenle sakın su kesme kuvveti ve eğilme momenti hesapları verilmelidir. Bu hesapların sonuçları, gemi kirişi boyunca eğilme momentini ve kesme kuvvetini gösteren eğriler şeklinde olmalıdır.

Dizaynın erken aşamalarında olduğu gibi, sakın sudaki eğilme momenti hesabı için yeterli bilginin olmadığı veya sakın sudaki eğilme momenti hesaplarının verilmesinin istenmediği durumlarda gemi ortasında $0.4L$ boydaki kısımda kullanılmak üzere ton-m veya ton-ft olarak standart sakın su eğilme momenti, M_s değeri şu formülle verilmektedir.

$$M_s = C_{sr} L^{2.5} B (C_B + 0.5) \quad (3.51)$$

$$C_{sr} = \left[0.618 + \frac{110 - L}{462} \right] 10^{-2} \quad 61 \leq L \leq 110 \text{ m}$$

$$= \left[0.564 + \frac{160 - L}{925} \right] 10^{-2} \quad 110 \leq L \leq 160 \text{ m}$$

$$= \left[0.544 + \frac{210 - L}{2500} \right] 10^{-2} \quad 160 \leq L \leq 210 \text{ m}$$

$$= (0.544)10^{-2}$$

$$210 \leq L \leq 250 \text{ m}$$

$$= \left[0.544 - \frac{L - 250}{1786} \right] 10^{-2}$$

$$250 \leq L \leq 427 \text{ m}$$

$$= \left[0.312 + \frac{360 - L}{2990} \right] 10^{-3}$$

$$200 \leq L \leq 360 \text{ ft}$$

$$= \left[0.285 + \frac{525 - L}{6100} \right] 10^{-3}$$

$$360 \leq L \leq 525 \text{ ft}$$

$$= \left[0.275 + \frac{690 - L}{16400} \right] 10^{-3}$$

$$525 \leq L \leq 690 \text{ ft}$$

$$= (0.275)10^{-3}$$

$$690 \leq L \leq 820 \text{ ft}$$

$$= \left[0.275 - \frac{L - 820}{11600} \right] 10^{-3}$$

$$820 \leq L \leq 1400 \text{ ft}$$

L = Metre veya ft. olarak tekne boyu

B = Metre veya ft. olarak tekne genişliği

C_B = L boyundaki teknenin yaz yüklü su hattındaki blok katsayısı. Bu denklem için C_B değeri 0.64' den daha küçük alınamaz.

3 . 2 . 1 . 2 . 2 . - Dalga Etkisinden Dolayı Gemi Ortasındaki Eğilme Momenti

Dalga etkisinden dolayı olan eğilme momenti ton-m veya yon-ft olarak şu formülle tanımlıdır.

$$M_w = C_z L^2 B H K_B$$

$$(3.52)$$

$K_B = 1.0$ $C_B \geq 0.80$ için
 $= 1.4 - 0.5 C_B$ $0.64 \leq C_B \leq 0.80$ için
 $C_2 = (2.34C_B + 0.2)10^{-2}$ metrik birimlerde
 $= (6.53C_B + 0.57)10^{-4}$ inc/pound birimlerinde
 L = Metre veya ft. olarak gemi boyu
 B = Metre veya ft. olarak gemi genişliği
 C_B = L boyundaki teknenin yaz yüklü su hattındaki blok katsayısı. Bu denklem için C_B değeri 0.64' den daha küçük alınamaz.
 H = Denklemden kullanmak için metre veya ft. olarak dalga parametresi

$= 0.0172L + 3.653$	$61 \leq L \leq 150 \text{ m}$
$= 0.0181L + 3.516$	$150 < L \leq 220 \text{ m}$
$= (4.5L - 0.0071L^2 + 103)10^{-2}$	$220 < L \leq 305 \text{ m}$
$= 8.151$	$305 < L \leq 427 \text{ m}$
$= 0.0172L + 11.98$	$200 \leq L \leq 490 \text{ ft}$
$= 0.0181L + 11.535$	$490 < L \leq 720 \text{ ft}$
$= (4.5L + 0.00216L^2 + 335)10^{-2}$	$720 < L \leq 1000 \text{ ft}$
$= 26.75$	$1000 < L \leq 1400 \text{ ft}$

Gerçek denizdeki gemi hareketlerinin istatistiksel analizi incelenerek dalgadal dolayı meydana gelen eğilme momenti hesaplarının verilmesi düşünülmüş ve bu durum için hesaplamalarda bilgisayar programı kullanılmıştır.

Geminin L boyundaki dalgadan dolayı oluşan eğilme momenti, gemi ortasındaki değerin tablo 3.5' de verilen dağılım faktörüyle çarpılmasıyla elde edilebilir. Dalgadan dolayı oluşan eğilme momentinin dağılım hesapları yine istatistiksel analizlere dayanmaktadır.

Dağılım faktörü için ara değerler interpolasyonla elde edilebilir. Blok katsayısı 0.64' den az olan veya farklı gemiler için dağılım faktörü özel olarak düşünülmelidir.

TABLO 3.5

Konum	Dağılım Faktörü
0	0
2	0.10
4	0.35
6	0.68
8	0.95
9	1.00
10 (Mastori)	1.00
11	0.99
12	0.94
14	0.74
16	0.43
18	0.13
20 (Baş Kaime)	0

Dalgadan dolayı oluşan eğilme momentinin dağılım faktörü

3 . 2 . 1 . 3 . - izin Verilen Kesme Kuvveti

Genel olarak borda kaplamasının ve boyuna perdelerin kalınlıkları için 3.2.1.2.1.' de verilen nominal kesme gerilmesi değerleri 1.065 t/cm^2 den veya 6.75 t/in^2 den fazla olmamalıdır.

Boyuna perdelerin kaplamasında, perde ortasında, yüksekliğin 8/10'unda toplam kesme gerilmesini, perdenin stifnerler arasındaki kaplamasının kritik kesme burkulma gerilmesinin yeterli olamsı durumunda 1.225 t/cm^2 'ye veya 7.765 t/in^2 ye kadar arttırmak mümkündür.

3 . 2 . 1 . 3 . 1 . - Kesme Gerilmesi Hesabı

Sakin suda ve dalga etkisinden dolayı borda kaplamalarındaki ve boyuna perdelerdeki toplam kesme gerilmesinin hesabında, ele alınan kesite gelen sakin su ve dalgalı durumdaki maksimum kesme kuvveti (F_{sw} ve F_w) değerleri kullanılmalıdır. Kargonun alternatif anbarlarda taşınmasından dolayı çift dipten enine perdelere iletilen F_{sw} kesme kuvveti değerini düzeltmek gerekmektedir. Bu düzeltme için 3.2.1.3.3.' de anlatılan metod gibi çok detaylı bir hesap gerekmektedir. Aynı zamanda alternatif hesap yöntemleri de kullanılabilir.

Boyuna sürekli perdesi olmayan gemiler için borda kaplamasındaki toplam kesme gerilmesi f_s değeri şu formülle elde edilebilir.

$$f_s = (F_{sw} + F_s) \frac{m}{2tI} \quad (3.53)$$

f_s = t/cm^2 veya t/in^2 olarak toplam kesme gerilmesi
 I = Ele alınan kesit için tekne kirişinin cm^4 veya in^4 olarak kesit atalet momenti
 m = Ele alınan kesitte bulunan ve kesme gerilmesinin etkilediği boyuna elemanların alanlarının, tarafsız eksene göre düşey uzaklıkları göz önüne alınarak bulunmuş olan cm^3 veya in^3 olarak birinci momentidir.
 t = Ele alınan kesitteki borda kaplamasının cm veya in olarak kalınlığı
 F_{sw}, F_s = 3.2.1.3.2.' de tanımlandığı gibi

Boyuna sürekli perdeleri olan gemiler için borda ve boyuna perde kaplamalarına etkiyen toplam kesme gerilmesi değerleri kabul edilebilen bir metodla hesaplanmalıdır. 3.2.1.3.4.' de anlatılan metod, sakin su halinde izin verilen kesme gerilmesinin hesabında

kullanılabilir. Ayrıca başka metodlar da düşünülebilir. Sakin sudaki kesme kuvvetinin eldesinde, bordadan bordaya olan yük dağılımının düzgün olup olmadığı da düşünülmelidir.

3 . 2 . 1 . 3 . 2 . - Tekne Kirişindeki Kesme Kuvveti

Şekil 3.11' deki gibi, dalgadan dolayı meydana gelen maksimum kesme kuvveti şu formülle elde edilebilir.

$$F_w = K \frac{M_w}{L} \quad (3.54)$$

F_w = Dalga tarafından meydana getirilen ton olarak maksimum kesme kuvveti

M_w = 3.2.1.2.2.' de açıklandığı gibi ton-m veya ton-ft olarak dalgadan dolayı tekne kirişindeki maksimum eğilme momenti

L = Metre veya ft. olarak tekne boyu

K = 2.6 0.15L ve 0.30L arasında
 = 1.6 0.40L ve 0.55L arasında
 = 2.5 0.65L ve 0.80L arasında
 = 0.0 Baş ve kık kaimelerde

K değeri baş kaimeden itibaren ölçülmüştür ve ara değerler interpolasyonla elde edilebilir. C_b değeri 0.64' den küçük olan tekneler için özel durumlar geçerlidir.

Sakin sudaki tekne kirişinin kesme kuvveti hesapları istenmediği durumlarda, düzgün yayılı yükleme koşulları için maksimum F_{sw} değeri şu formülle elde edilebilir.

$$F_{sw} = 5.0 \frac{M_s}{L} \quad (3.55)$$

F_{sw} = Ton olarak tekne kirişinin sakın sudaki kesme kuvveti

M_s = 3.2.1.2.1.' de verildiği gibi ton-m veya ton-ft olarak standart sakın su eğilme momenti

L = Metre veya ft olarak tekne boyu

3 . 2 . 1 . 3 . 3 . - Farklı Anbarlarında Farklı Yükler Taşıyan veya Düzgün Yükleme Dağılımı Olmayan Gemiler için Tekne Kirişinin Kesme Kuvveti Düzeltmesi

Borda kaplama levhalarındaki kesme gerilmesi hesaplarında kullanılmak üzere sakın suda, tekne kirişinin kesme kuvveti, değişik anbarlarda farklı yükler taşıyan gemilerde kesme yüklerinin, dip yapıdan enine perdelerle aktarılması için düzeltiler. Kesme kuvveti dağılımı için detaylı bir analiz yapılmadığı durumda çift dipteki

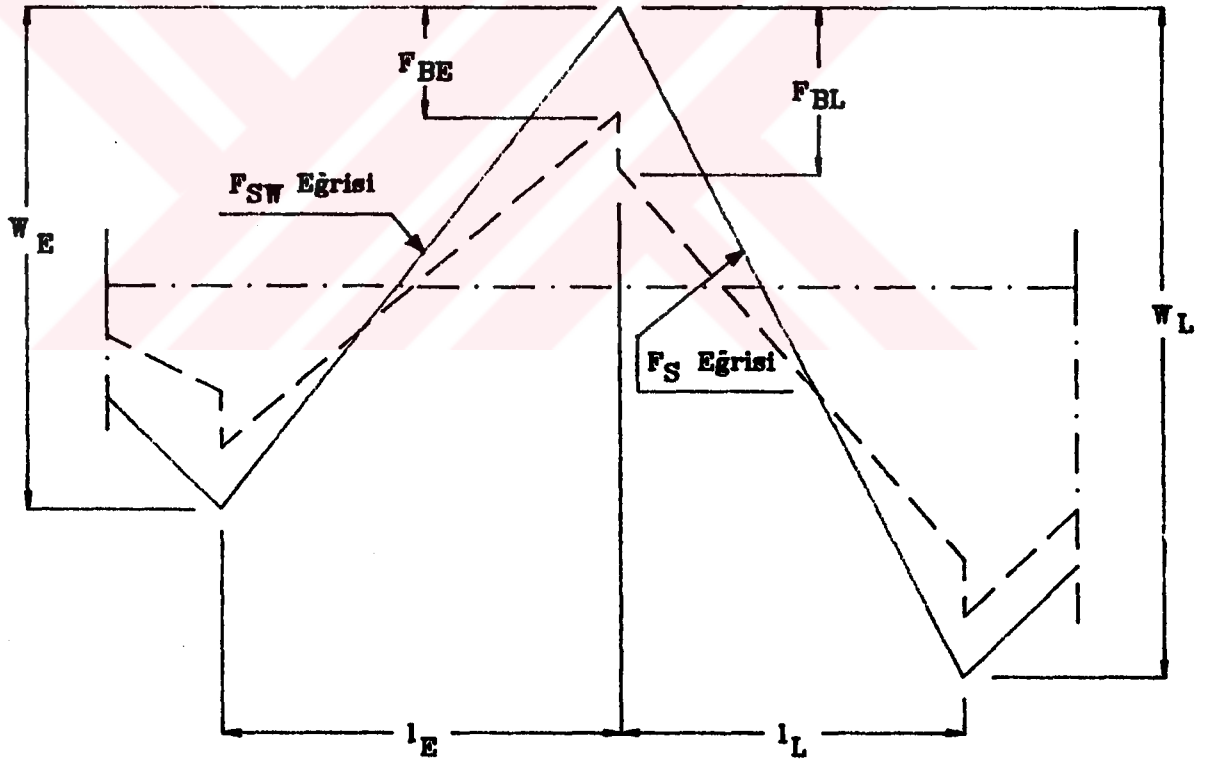
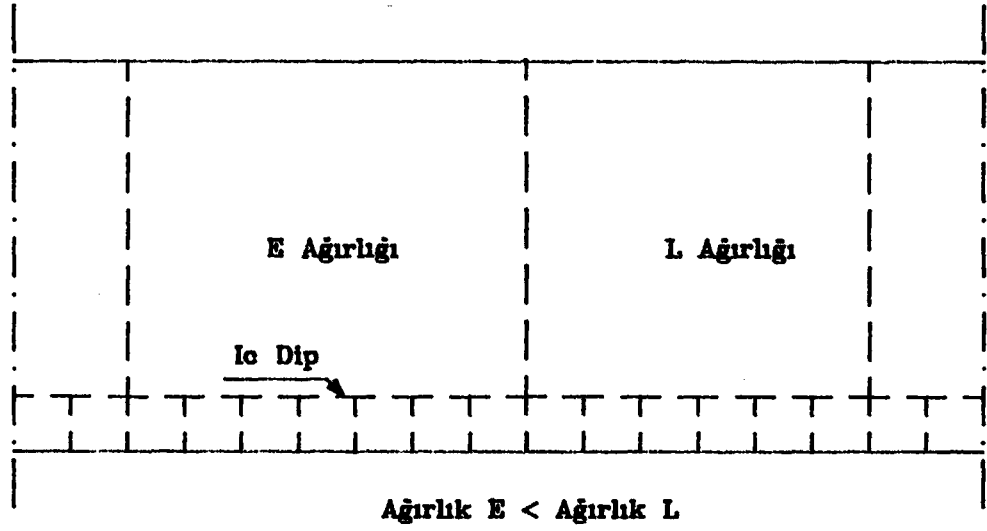
görderlerin belirtilen şartları sağlayacak şekilde yerleştirilmesi koşuluyla enine perdelerde borda kaplamasının taşıdığı kesme kuvveti şu formülle elde edilir (Şekil 3.12).

$$F_s = F_{sw} - F_b \quad (3.56)$$

F_s = Ton olarak borda kaplamasına dağılmış olan sakın su kesme kuvveti

F_{sw} = Ton olarak doğrudan integrasyon sonucu elde edilen tekne kirişi sakın su kesme kuvveti

F_b = F_{bK} veya F_{bL} den hangisi daha az ise



ŞEKİL 3.12 Kesme Kuvveti Dağılımı

$$F_{BE} = (0.45 - 0.2 \frac{l_E}{b_E}) \frac{W_{Ebe}}{B} \quad (3.57)$$

$$F_{BL} = (0.45 - 0.2 \frac{l_L}{b_L}) \frac{W_{LbL}}{B} \quad (3.58)$$

W_E , W_L = Ton olarak komşu anbarların toplam yükü (net ağırlık veya net hacim) E , minimum ve L , maksimum ağırlık değerleridir. Eğer anbarlardan biri boş ise E değeri boş anbar için alınacaktır.

l_E , l_L = Metre veya ft. olarak W_E ve W_L yüklerinin bulunduğu komşu anbarların boyları

b_E , b_L = Metre veya ft. olarak W_E ve W_L ağırlıklarının çift dipteki genişlikleri. Dipte kanat tankı olan gemilerde bu genişlik kanat tankının kaplamalarının orta noktaları arasında alınacaktır. Çift cidarlı ve düz bir çift dibe sahip gemilerde ise genişlik iç cidarlar arasında alınabilir.

B = Metre veya ft olarak tekne genişliği

E = Boş veya daha az yüklü anbar

L = Yüklü veya daha fazla yüklü anbar

3 . 2 . 1 . 3 . 4 . - Boyuna Perdeleri Olan Gemiler için Kesme Gerilmesi Hesabı

Borda ve boyuna perde kaplamalarındaki toplam kesme gerilmesi, f_s , o noktadaki kesme akımı ile şu formül gereğince bağıntılıdır.

$$f_s = N / t \quad (3.59)$$

N = Kesme akımı

t = Kaplama kalınlığı

Kapalı ve prizmatik bir yapıdaki kesme akımı şu formülle tanımlanır.

$$N = \left(Q \frac{m}{I} \right) + N_1 \quad (3.60)$$

Q = Ele alınan kesitteki toplam kesme kuvveti

m = Kesme gerilmesinin hesaplandığı eksenle tarafsız eksen arasındaki uzaklık ve boyuna elemanların alanlarının çarpılmasıyla elde edilen birinci moment değeri

$$m = \int_0^P Z r ds + \sum a_i Z_i \quad (3.61)$$

I = Kesitin atalet momenti

N_1 = Statik hal için 1 değerini alan ve ele alınan çerçevenin çevresindeki sabit kesme akımını veren bir değerdir. integral sabiti şeklinde de düşünülebilir.

Z = Aşağıya doğru pozitif değer alan ve kesitin tarafsız ekseninden çerçevenin kenarındaki bir noktaya kadar olan uzaklık.

a = Güverte ve perde kaplamalarına tutturulan görder veya stifnerin kesit alanı.

S = Çerçevenin ve boyuna perdenin uzunluğu.

m değerinin hesaplanması için kapalı çerçevedeki sıfır kesme noktasının bilinmesi veya kabul edilmesi gerekmektedir. Örneğin, basitleştirilmiş bir tanker kesitinde, güvertede, merkez hattında görderin olduğu nokta sıfır kesme noktası olarak bilinir. N_1 sabit değerlerinin, kabul edilen sıfır kesme noktasındaki kesme akımına göre süperpozisi ile ele alınan çerçeve etrafındaki gerçek kesme akımını bulmak mümkündür.[6]

N_1 hesabında, ele alınan çerçevede burulma olmadığı kabul edilir. Yani çerçeve çevresindeki kesme

akımı sonucu, kapalı çerçevedeki burulma momenti sıfıra eşit olmalıdır.

$$\int N \frac{ds}{t} = 0 \quad (3.62)$$

n tane çerçeveli bir yapıda i. çerçeve için formül şu şekilde yazılabilir.

$$\int_i N \frac{ds}{t} = \frac{Q}{I} \int_i m_i \frac{ds}{t} + N_{i-1} \int_{DIV} \frac{ds}{t} + N_i \quad (3.63)$$

$$\int \frac{ds}{t} + N_{i-1} \int_{DIV} \frac{ds}{t} = 0 \quad (3.64)$$

DIV = i ve komşu i-1, i+1 çerçevelerinin ortak bölünmesidir.

Birinci terim i' inci çerçevede kabul edilen statik burulma momentidir. m değerleri, keyfi sıfır noktasına göre, i' inci komşu çerçevelerde hesaplanır. Denklemin son terimleri ise i' inci çerçeve etrafındaki dengelenmiş burulma momentini ve i-1, i+1' inci komşu çerçevelere, ortak bölünme ile, taşınmasını tanımlamaktadır. Çerçevelerdeki sabit kesme dağılımını elde etmek için, n benzer denklemlerin sayısı olmak üzere $N_1, N_2, \dots, N_i, \dots, N_n$ değerleri her çerçeve için oluşturulur ve ortak olarak çözülür.

3 . 2 . 2 . - Mukavemet Güvertesi

Borda kaplamasının, bütün gemilerde, eriştiği en üst güverte mukavemet güvertesi olarak düşünülmektedir. Kısa üst binalar veya diğer üst binalar için borda kaplamasından istenenlerin düzeltilmesi ve üst binaların

yapısıyla ilgili düzeltmeler diğer bölümlerde incelenmiştir. Bu durumda üst binanın tespit edildiği güverte mukavemet güvertesidir. Genel olarak, güvertedeki kesit modülünde kullanılacak olan efektif kesit alanı için anbar ağızı ve diğer açıklıkları çıkartmak gerekmektedir.

Genel olarak, sakin su eğilme momenti eğrisi verilmediğinde veya verilen minimum kesit modülü formüllerinin geçerli olduğu durumda, güvertede kesit modülü hesabında kullanılan güverte kesit alanının geminin $0.4L$ boyunca devam etmesi gerekmektedir. Geminin, baş ve kıçından itibaren $0.15L$ kadar kısmındaki güverte kesit alanı, gemi ortasındaki değerin yarısı kadar olabilir. Gemi ortasında $0.4L$ 'nin gerisinde kalan bölgelerde üst yapı olmasından dolayı güverte kesit alanı %70'e kadar azaltılabilir.

3 . 2 . 3 . - Sürekli Boyuna Anbar Mezarnaları ve Güverte Üstü Görderleri

Mukavemet güvertesinde, boyuna anbar mezarnalarının uzunluğu $0.14L$ 'yi geçerse, mezarna efektif olarak bir boyuna perde veya derin görder tarafından desteklenmelidir. Gemi ortasında mezarna üstüne kadar olan kesit modülü 3.2.1.1.'de istenenler doğrultusunda olmalıdır.

Mukavemet güvertesi üzerindeki sürekli boyuna görderler için de aynı düşünce geçerlidir.

3 . 2 . 4 . - Efektif Alt Güverteler

Tekne kirişinin kesit modülü hesabında kullanmak üzere efektif olarak düşünebilmek için stringer levhalarının ve güverte kaplamalarının kalınlıklarının kuralarda belirtilenlere uygun olması gerekmektedir. Kesit modülünün hesabında kullanılan alt güverte kesit alanları 3.2.2.' de anlatıldığı gibi elde edilmelidir. Kesit alanı hesabında, postalardan meydana gelen kesintiler çıkartılmalıdır. Genel olarak, sakin sudaki eğilme momenti eğrileri verilmediği ya da minimum kesit modülü formülünün geçerli olduğu durumlarda bu alanlar gemi ortasında 0.4L boyda sürekli olmalıdır. Geminin, baş ve kıçından itibaren 0.15L kadar kısmındaki güverte kesit alanı, gemi ortasındaki değerin yarısı kadar olabilir. Eğilme momenti eğrilerinin kullanılması durumunda tekne kirişinin kesit modülü için güverte kesit alanının bu noktada istenen değeri sağlayacak şekilde olması gerekmektedir.

3 . 2 . 5 . - Yükleme Kitapçığı

3 . 2 . 5 . 1 . - Denizde

Genel olarak, 122m (400ft) boydan büyük olan su tip gemiler için sakin suda eğilme durumlarına ait bir yükleme kitapçığı hazırlanmalı ve gemilerde bulundurulmalıdır. Maden cevheri veya dökme yük gemileri, tankerler veya istiflenmek üzere özel ambalajlardaki yükleri taşıyan konteyner veya benzeri gemiler, 65m (213ft)' den uzun LPG ve kimyasal madde tankerleri.

Kitapçıklar, çeşitli yükleme ve balast durumlarının boyuna eğilmeye ve kesmeye etkilerine göre hazırlanmalıdır. Bu bilgilerin farklı yollardan elde edilmesi de mümkündür. Eğer bir yükleme aleti, yükleme kitapçığında alternatif olarak düşünülüyorsa bu yükleme aletine ait

datalar verilmelidir. Ayrıca, bu yükleme aleti kuruluş tarafından onaylanmalıdır. Bu yükleme aleti bilgisayar veya elektronik kontrolluysa deniz koşulları için dizayn edilmiş ve prototip testleri kuruluşun belirttiği şekilde yapılmış olmalıdır veya kuruluşun onayladığı bir yükleme aleti kullanılmalıdır.

Genel olarak, tüm gemilerde, anbarlardaki yükün düzgün yayılı olması veya alternatif anbarların yüklenmesi durumları için sakin suda izin verilebilen eğilme momenti ve kesme kuvveti değerlerini veren yükleme koşulları dataları bulunmalıdır.

3 . 2 . 5 . 2 . - Limanda

Yükleme kitapçığı, liman için, sakin sudaki eğilme momenti değerlerini içerebilir. Bu moment 1.34 t/cm^2 veya 8.5 t/in^2 den daha fazla bir eğilme gerilmesi oluşturmamalıdır.

Tekne girişinin güverte ve dip yapısı yüksek mukavemetli çelik kullanılarak yapılmış ise, bu durumda liman için eğilme momentinin meydana getirebileceği maksimum eğilme gerilmesi 3.2.7.' de tanımlanan Q değerine bağlı bir formülle arttırılabilir.

Liman koşullarındaki kesme gerilmesi 1.025 t/cm^2 veya 6.5 t/in^2 değerini aşmamalıdır. Yüksek mukavemetli çelik kullanılması durumunda 3.2.7.' de belirlenen koşullar geçerlidir.

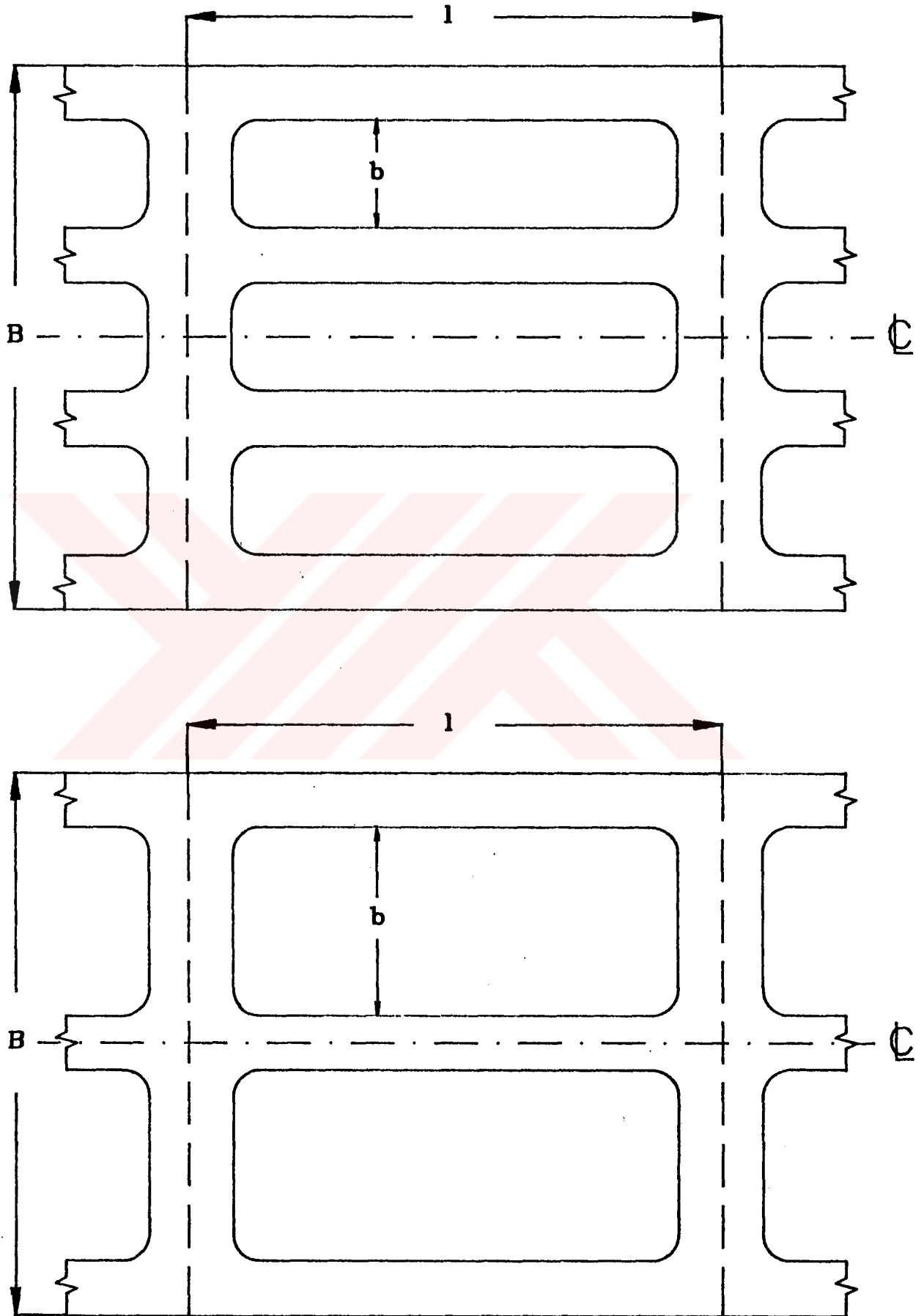
3 . 2 . 6 . - Boyuna Açıklıkların Olması Durumunda

Şekil 3.13' de görüldüğü gibi, güverte yerleşiminde iki veya daha fazla büyük açıklık olması durumunda, açıklıklar arasındaki parçaların boyuna mukavemetteki etkinlik dereceleri aşağıda verilenlere göre elde edilmektedir. Bu yapıyı oluşturan kaplama ve destek elemanları, tekne girişinin kesit modülünün hesaplanmasına dahil edilmiş olabilir. Ayrıca bu yapı, düşey ve yatay yükler için çok iyi desteklenmiş ve başlangıç ve bitim noktaları süreklilik etkisi yaratmak amacıyla çok iyi tespit edilmiş olabilir.

İstenen temel değerlere uyan, enine narinlik katsayısı l/r , 60' dan fazla olmayan, boyuna perde ile desteklenen boyuna güverte yapısının kaplama ve boyuna destek elemanlarının tekne girişinin kesit modülüne tümüyle etkili olduğu düşünülmektedir. Narinlik katsayısı 60' dan fazla olmamasına rağmen boyuna perdelerle desteklenmeyen boyuna güverte yapıları için kesit modülü hesabında kullanılacak olan kesit alanlarının toplamının kısmen etkili olduğu kabul edilmektedir. Bu durumda tablo 3.6' da verilen H faktörleri de kullanılabilir.

TABLO 3.6

s / b değerleri (Tekneler için minimum oran)	l / B değerleri		
	1.2	0.8	0.6
0.15	0.32	0.34	0.35
0.30	0.38	0.43	0.47
0.50	0.48	0.56	0.62
0.80	0.60	0.70	0.76
1.20	0.72	0.81	0.86
1.80	0.82	0.89	0.92



ŞEKİL 3.13

Anbar Yerleştirilmesi

Aradaki H değerleri interpolasyonla elde edilebilir. Anbarın uzunluğu $0.8B$ değerini geçtiği zaman, puntel veya herhangi bir destek elemanı anbar boyunun ortasına konmuş olmalıdır. Bu durumda H değeri 0.9 faktörüyle carpılmalıdır.

s = Anbar açıklıkları arasındaki güverte kaplamasının metre veya ft olarak boyu.

b = Metre veya ft olarak anbar ağızı genişliği.

l = Şekil 3.12' de gösterilen metre veya ft. olarak uzunluk.

B = Metre veya ft. olarak gemi genişliği.

3 . 2 . 7 . - Yüksek Mukavemetli Malzemelerle Boyuna Mukavemet

Dip veya güverte yapısında veya her ikisinde de normal gemi inşaa çeliğinden daha yüksek mekanik özelliklere sahip bir malzeme kullanılması halinde boyuna mukavemet genel olarak şu şekilde hesaplanır. Ayrıca tekne kirişinin kesit modülü de düzeltilmelidir. Yüksek mukavemetli malzeme, gerilme değerleri normal gemi inşaa çeliğine uygun olan kısımlara kadar gerekli olan tüm gemi boyunda kullanılmalıdır. Yüksek mukavemetli malzeme, mukavemet güvertesi altındaki güvertelerde de kullanılarak diğer bölgelerde kullanılan normal malzemelere daha uygun gerilmelerin gelmesi sağlanır. Boyuna postalar, destekledikleri kaplama ile aynı malzemeden olmalı ve bu kaplamanın devam ettiği boy doğrultusunda sürekli olmaları gerekmektedir. Yapının bu durumda burkulmaya karşı yeterli dayanımı olduğu gösterilmelidir.

Dip veya güverte yapısı veya her ikisi de yüksek mukavemetli malzemeden yapılmış ise kesit modülünün 3.2.1.1.' de istenen değerleri Q kadar azaltılabilir. Q 'nun 0.66 ' dan daha az olması halinde levha stabilitesi ve yorulma mukavemeti göz önüne alınmalıdır.

$$SM_{HTS} = Q \cdot SM \quad (3.65)$$

$Q = 49.92 (Y + 2U/3)$ metreik birimlerde
 $= 70900 (Y + 2U/3)$ inc/pound biriminde
 $U =$ Yüksek mukavemetli malzeme için kg/mm^2 veya psi olarak minimum çekme mukavemeti

3 . 3 . - NIPPON KAIJI KYOKAI

Kuruluş, istenenlere doğrudan uymayan maddelerin gereksiz olduğunu kabul etmektedir.

3 . 3 . 1 . - Eğilme Mukavemeti

Gemi ortasındaki bölümde, teknenin enine kesitlerinin mukavemet modülü aşağıdaki formülle elde edilen Z_σ değerinden az olamaz. Kuruluşun kararlarına göre bu değerlerin uygulanması için gemi boyunun 60m' nin altında olmaması gerekmektedir.

$$Z_\sigma = 5.72(M_s + M_w) \quad (cm^3) \quad (3.66)$$

$M_s =$ Çökme ve sarkma halleri için kNm olarak sakin sudaki maksimum boyuna eğilme momenti değeridir. Bu değerler uygun bulunan bir hesap metoduyla, mümkün olan tüm yükleme koşulları için, gemi boyunca tüm kesitler düşünülerek yapılmalıdır.

$M_w =$ Gemi boyunca düşünülen enine kesitlerde, dalgadan dolayı meydana gelen kNm olarak boyuna eğilme momenti değeridir. Bu değer hem sarkma hem de çökme halleri için ayrı ayrı aşağıdaki formüllerle verilmektedir.[7]

$$\begin{aligned}
 &= 0.11 C_1 C_2 L_1^2 B(C_b + 0.7) && \text{çökme durumunda} \\
 &= 0.19 C_1 C_2 L_1^2 B C_b && \text{sarkma durumunda}
 \end{aligned}$$

$$C_1 = 0.3L_1 + 5$$

$L_1 = LBP$ veya $0.97 L_{WL}$ den hangisi daha büyük ise.

$C_B = L_{WL}$ deki deplasman hacminin $L_1 * B * d'$ ye bölümü. $0.6'$ dan küçükse 0.6 alınmalıdır.

$C_2 =$ Şekil 3.14' da gösterildiği gibi, ele alınan enine kesitin gemi boyundaki yerine göre değişmektedir.

Gemi mastori kesitindeki kesit modülü değeri, W_{MIN} , şu formülle elde edilenden daha az olmamalıdır.

$$W_{MIN} = C_1 L_1^2 B(C_B + 0.7) \quad (cm^3) \quad (3.67)$$

L boyunun ortasındaki enine kesit için atalet momenti değeri aşağıdaki formülden daha az olamaz.

$$I = 3 W_{MIN} L_1 \quad (cm^4) \quad (3.68)$$

Belirlenmiş olan enine kesit atalet momenti hesabı için aşağıda verilmiş olan şartlar geçerlidir. Yapılan kesit modülü ve atalet momenti hesapları şu isteklerle ilişkili olmalıdır.

(1) Boyuna mukavemete iştirak ettiği kabul edilen tüm boyuna elemanlar hesaba dahil edileceklerdir.

(2) Mukavemet güvertesindeki güverte açıklıkları, kesit modülü hesabında, kesit alanından çıkarılacaktır. Boyu $2.5m$ ve eni $1.2m'$ ye kadar olan açıklıkları kesit alanından çıkartmaya gerek olmamasına rağmen, bir enine kesit için açıklıkların toplamı $0.06(B - \Sigma b)'$ den daha fazla olamaz. Burada Σb , $2.5m$ boy ve $1.2m$ genişliğe kadar olan açıklıkların toplam genişliğidir.

(3) (2)' de belirtilenlere uymamakla birlikte, bir tek enine kesit için, mukavemet güvertesindeki ve dipteki açıklıkların genişliklerinin toplamının kesit modülünü %3' den daha fazla azaltmadığı durumlarda, bu küçük açıklıkların çıkartılmasına gerek yoktur.

(4) Açıklığın kapalı alanları, köşelerinin teğetlerinin 30 derecelik açı oluşturarak açıklığın önünde ve arkasında sınırladığı alandır. Bu alanların gemi boy doğrultusunda olduğu kabul edilmektedir.

(5) Mukavemet güvertesindeki kesit modülü, tüm kesitin yatay tarafsız eksene göre atalet momentinin (a) veya (b)' den hangisi büyükse o değere bölünmesiyle elde edilir.

(a) Tarafsız eksenden mukavemet güvertesine kadar olan düşey uzaklık.

(b) Şu formülden elde edilen değer.

$$Y = \frac{X}{0.9 + 0.2 \frac{X}{Y}} \quad (3.69)$$

X = Sürekli mukavemet elemanının üst noktasından gemi merkez hattına kadar olan metre olarak yatay uzaklık.

Y = Sürekli mukavemet elemanının üst noktasından gemi merkez hattına kadar olan metre olarak düşey uzaklık.

Burada X ve Y değerleri, yukarıda verilen formülü maksimum yapacak şekilde seçilmelidir.

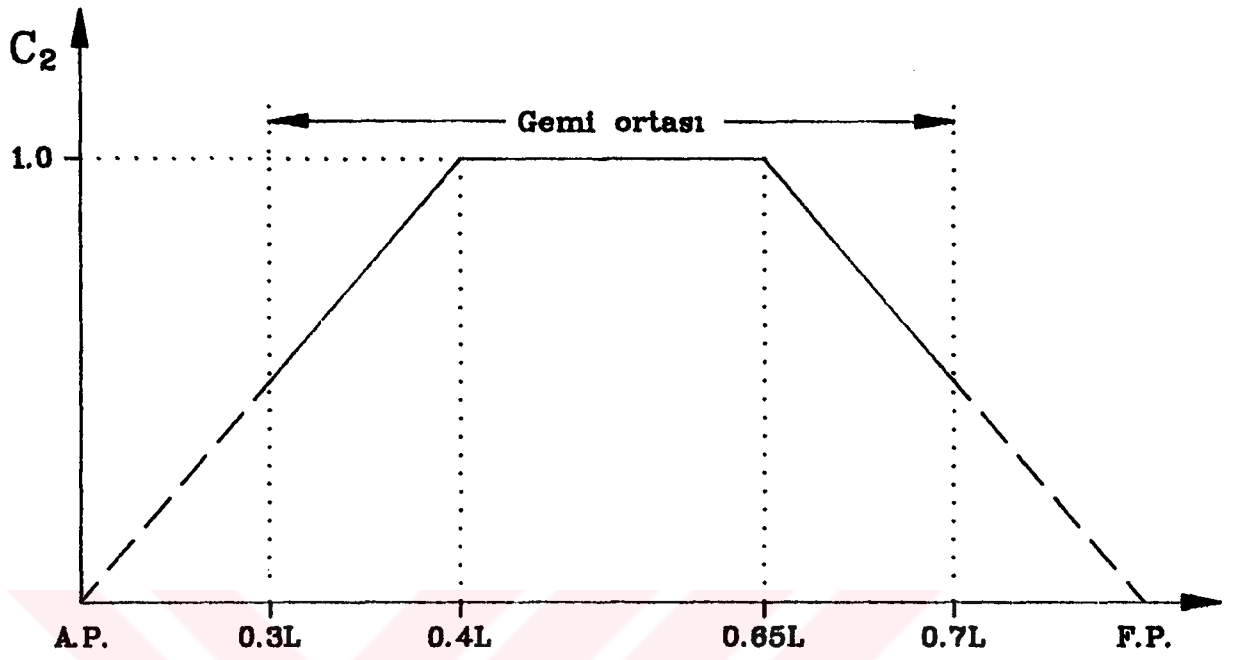
(6) Gemi dibindeki kesit modülü, tüm kesitin, yatay tarafsız eksene göre olan atalet momenti değerinin, tarafsız eksenden omurganın üst noktasına kadar olan düşey uzaklığa bölünmesiyle elde edilir.

3 . 3 . 2 . - Kesme Mukavemeti

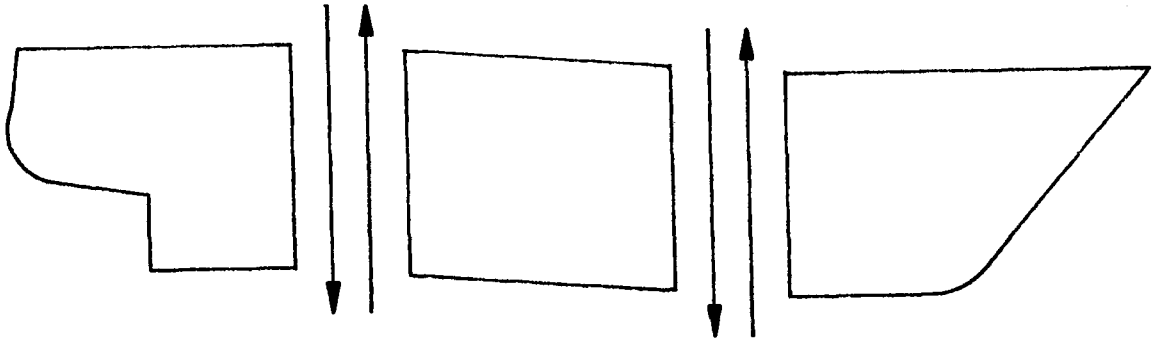
Boyuna perdelerin olmaması halinde borda kaplama kalınlığı şu formülle elde edilen değerden daha az olamaz.

$$t = 0.417 \frac{(F_s + F_w) M}{I} \quad (\text{mm}) \quad (3.70)$$

I = Ele alınan kesitin tümünün yatay tarafsız eksene göre cm^4 olarak atalet momentidir. Burada hesaplanacak olan atalet momenti için 3.3.1' de verilen isteklere uyulması



ŞEKİL 3.14

 C_2 Katsayısının Değeri

ŞEKİL 3.15

Kesme Kuvvetinin Pozitif Yönleri

gerekmektedir.

m = Ele alınan kesitin tümünde, borda kaplama levhasının, düşünülen noktadan geçen yatay çizgi üzerindeki boyuna elemanları için düşünülen noktanın yatay tarafsız eksen üzerinde olması halinde veya düşünülen noktadan geçen yatay çizgi altındaki boyuna elemanları için düşünülen noktanın yatay tarafsız eksen altında olması halinde, tarafsız eksene göre cm^3 olarak alınan alan momentidir.

F_s = Ele alınan kesitin tümünde aşağıda belirtildiği gibi kN olarak sakin sudaki kesme kuvveti.

F_w = Ele alınan kesitin tümünde aşağıda belirtildiği gibi kN olarak dalganın etkisiyle meydana gelen kesme kuvveti.

Sakin sudaki kesme kuvveti, F_s , kuruluşun verdiği sakin sudaki eğilme momenti hesaplarındaki mantıklı tüm yükleme durumları için hesaplanacaktır. Kesme kuvveti için pozitif yönler şekil 3.15' de gösterilmiştir.

Dalgadaki kesme kuvveti, F_w , şu formülle elde edilir.

$$F_w = 0.37 C_1 C_3 L_1 B (C_B + 0.7) \quad (kN) \quad (3.71)$$

C_3 = Tümüyle ele alınan kesitin gemideki boyuna yerine bağlı olan bir katsayıdır. Bu katsayının gemi boyunca aldığı değerler şekil 3.16' da gösterilmiştir.

Şekil 3.16' daki değerler şu şekildedir.

$$X_1 = (0.5 C_B + 0.2)L$$

$$X_2 = (0.5 C_B + 0.3)L$$

$$X_3 = (0.75 C_B + 0.25)L$$

C_B değeri L boyu için yaz yüklü su hattına kadar olan blok katsayısıdır. Burada C_B değeri 0.8' i geçmemelidir. Geçmesi halinde $C_B = 0.8$ olarak alınmalıdır.

Sintine dönümlerinde tank olan, kanat tanklarında veya mukavemet güvertesi altında boyuna elemanları olan gemilerde kesme kuvvetinin bir kısmının efektif olarak paylaşıldığı düşünülür. Bu durumda, yukarıda istenen borda kaplama kalınlığı kuruluşun belirlediği bir şekilde azaltılmalıdır.

iki boyuna perdesi olan gemilerde, borda kaplama levhalarının kalınlığı şu formülden elde edilen değerden daha az olamaz.[7]

$$t = 0.834 \left[a_s(F_s + F_w) + \Delta F_s \right] \frac{m}{I} \quad (\text{mm}) \quad (3.72)$$

ΔF_s = Lokal yüklerden dolayı kN olarak borda kaplamasına etkiyen kesme kuvvetidir. Kuruluş tarafından verilen yaklaşık formüllerle yük değerleri elde edilebilir. Kuruluşun belirlemiş olduğu ΔF_s formülü şu şekildedir.

$$F_s = N_1(a_s f_s - R_s) \quad (3.73)$$

$$a_s = 0.5 - \alpha_L K \quad (3.74)$$

α_L = Boyuna perdeler tarafından paylaşılan kesme kuvveti oranıdır. Kuruluş tarafından yaklaşık değerleri verilmiştir. Kuruluşun kabul ettiği özel durumlar için şu formüller kullanılır.

$$\alpha_L = \frac{6}{1 + (t_s/t_L)} \quad (3.75)$$

$K = 0$ Boyuna perde olmaması halinde

$= 1.0$ Boyuna perde olması halinde

t_s = Gemi ortasındaki bölümde borda kaplamasının mm olarak ortalama kalınlığı

t_L = Gemi ortasındaki bölümde boyuna perde kaplamasının mm

olarak ortalama kalınlığı

$$f_s = 19.6(W_{aa} + W_{bb})S \quad (\text{kN})$$

$$R_s = 4.9 W_{bb}S$$

$$W_a = d - h_a$$

$$W_b = d - h_b$$

d = Ele alınan kesitteki metre olarak draft değeri

h_a = incelenen merkez tanktaki kargo veya balast basıncının su sütununa (m) çevrilmiş hali.

h_b = incelenen kanat tankındaki kargo veya balast basıncının su sütununa (m) çevrilmiş hali.

a = Merkez tankın metre olarak yarı genişliği

b = Kanat tankının metre olarak tüm genişliği

S = Dipte metre olarak enine postalar arası uzaklık

N_1 = Enine perdelerin orta noktasından ele alınan kesite kadar olan enine posta sayısıdır. Kıçta doğru sayılmasında N_1 değeri pozitif, başa doğru sayılması halinde de negatiftir. Eğer iki perde arasındaki nokta enine postalar arasına geliyorsa, bu durumda N_1 değeri, yukarıdaki işaret sistemine göre 0.5 alınır.

Boyuna perdenin kalınlığı şu formülle elde edilenden daha az olamaz.

$$t = 0.834 \left[\alpha_L(F_s + F_w) + \Delta F_L \right] \frac{m}{I} \quad (\text{mm}) \quad (3.76)$$

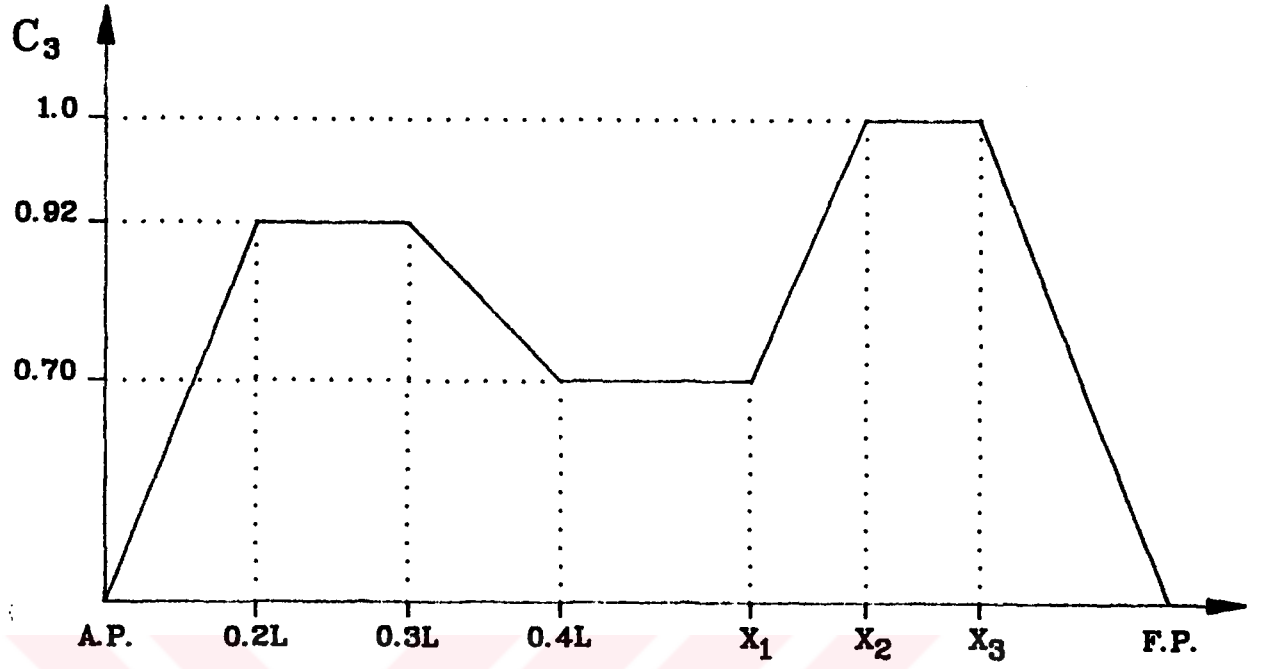
F_L = Lokal yüklerden dolayı kN olarak boyuna perde kaplamasına etkiyen kesme kuvvetidir. Kuruluş tarafından verilen yaklaşık formüllerle yük değerleri elde edilebilir. Kuruluşun belirlemiş olduğu F_L formülü şu şekildedir.

$$F_L = N_1(\alpha_L f_s - R_L) \quad (3.77)$$

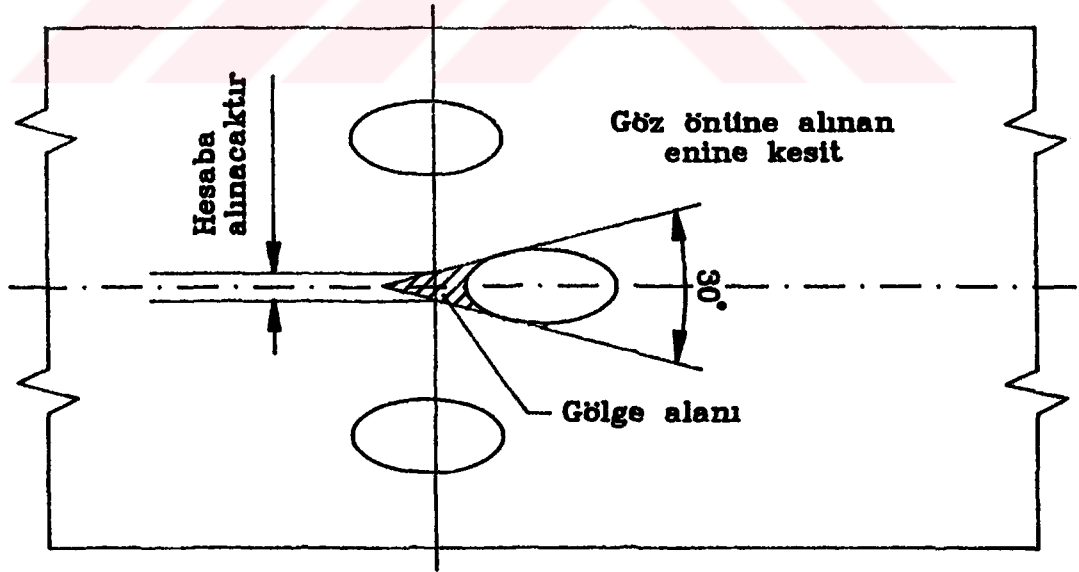
$$R_L = 9.8 (\beta W_{aa} + 0.5 W_{bb})S$$

β = 1.0 Efektif merkez görder olması halinde

= 0.7 Efektif merkez görder olmaması halinde



ŞEKİL 3.16 C_3 Sabitinin Değerleri



ŞEKİL 3.17

3 . 3 . 3 . - Açıklıklar için Artış

Kaplama levhalarında açıklıkların olması halinde kesme kuvvetindeki gerekli artışlar yapılmalıdır.

3 . 4 . - TÜRK LOYDU (GERMANISHER LLOYD)

3 . 4 . 1 . - Genel

Kuruluşun belirlemiş olduğu kurallar, genel olarak, 65m' den büyük gemiler içindir. Kuruluş, gemileri 3.4.1.2.' deki gibi dört kategoriye ayırarak bu gemilerin boyuna tekne yapılarını boyuna mukavemet hesaplarına göree boyutlandırmıştır.

Sakin su eğilme momentinin hesaplanması, öngörülen yükleme ve balast koşulları gözönüne alınarak yapılmalıdır. Düzgün olmayan kargo ve balast dağılımlarında sakın su kesme kuvveti eğrisi de tarif edilmelidir.

3 . 4 . 1 . 1 . - Hesaplama için Kabuller ve Yükleme Koşulları

Sakin su eğilme momenti ve kesme kuvveti hesapları aşağıdaki yükleme durumlarında yapılmalıdır.

- (a) Limandan kalkış
- (b) Limana varış
- (c) Ara durumlar

Boyuna tekne yapısının elemanlarının belirlenmesi için, yukarıda verilen şartlarda oluşan maksimum sakın su eğilme momenti ve kesme kuvveti değerleri kullanılmalıdır.

Bu şartlar için gerekli yükleme durumları aşağıda gemi tiplerine bağlı olarak verilmiştir.

- (a) Kuru yük, dökme yük ve RO-RO gemileri için
- Düzgün kargo dağılımı
 - Düzgün olmayan (alternatif) kargo dağılımı (eğer öngörülürse)
 - Balast durumları (hafif, ağır)
 - Özel yükleme durumları, örneğin konteyner veya maksimum drafttan daha az olacak şekilde hafif yükleme, güverte yükü
 - Liman durumları
 - Özel rotalar için yüklemeler
 - Havuzlama durumu (yüzer durumda)
 - Yükleme ve boşaltmada ortaya çıkan ara durum-
larda

- (b) Akaryakın tankerleri için
- Düzgün kargo dağılımı (Tam yüklü durum)
 - Düzgün olmayan kargo dağılımı
 - Balast durumları
 - Tank temizlenmesinde veya balast durumlarından farklı olan diğer işletme durumları
 - Liman durumları
 - Havuzlama durumları (Yüzer durumda)
 - Yükleme ve boşaltmada ortaya çıkan ara durum-
larda

- (c) Kimyasal madde tankerleri için
- Akaryakıt tankerlerinin uygulanabilir durumları
 - Yüksek yoğunluklu ve ısıtılmış kargo taşınması durumu
 - Ayrı bölmelere konması gereken yüklerin taşınması durumu

- (d) Sivilaştırılmış gaz tankerleri için
- Akaryakıt tankerlerinin uygulanabilir durumları
 - Yük tanklarının kısmen doldurulmuş olması hali

- Taşınacak olan çeşitli yüklerin yoğunluklarının önemli sayılacak şekilde farklı olması hali
- Arttırılmış buhar basıncının uygulanmasına izin verilen liman durumları

Diğer gemi tipleri ve özel gemiler için, servis koşullarına bağlı olarak gerekli yükleme durumlarında özel inceleme gerekmektedir. Alışılmış dizayn ve formdan farklı, örneğin büyük güverte açıklıkları olan gemiler için, seyir koşullarında geminin karmaşık gerilme analizi yapılmalıdır. İşlemler kuruluşun onayladığı hesap yolları veya bilgisayar programı ile yapılmalıdır.[8]

3 . 4 . 1 . 2 . - Yükleme Talimatı Bilgileri

Yükleme talimatı bir yükleme kitapçığı veya bir yükleme aleti olup, gemi kaptanının bunların yardımıyla izin verilen gerilmeyi geçmeyecek şekilde gemiyi emniyetli olarak yüklemesi veya balast durumuna getirmesi istenir.

Yükleme kitapçığı şu bilgileri içermelidir.

- Geminin boyutlandırılmasında esas alınan limandan kalkış ve limana varışta dizaynda öngörülen yük ve balast durumları
- izin verilebilen sakin su eğilme momenti ve kesme kuvveti ile, eğer gerekliyse, bunların burulma ve lateral yüklerden dolayı sınır değerleri
- Gemi tiplerine göre verilen çeşitli yükleme ve balast durumlarında oluşacak sakin su eğilme momenti ve kesme kuvveti değerleri
- Güverte, iç dip ve anbar kapaklarında izin verilen lokal yükler

Yükleme kitapçığı ingilizce hazırlanmalı ve kuruluş tarafından onaylanmalıdır. Yükleme kitapçığındaki bilgiler geminin son datasına ait olmalıdır.

Yükleme aleti ile analog veya dijital olarak, kolay ve çabuk bir şekilde okuma noktalarında sakın su eğilme momenti, kesme kuvveti, gerekirse sakın su burulma ve lateral yükleri hesaplanabilmeli, balast veya herhangi yüklü bir durumda müsaade edilen değerlerle karşılaştırılabilirmelidir. Okuma noktalarının yerleri ve sayıları, izin verilen sakın su eğilme momenti, kesme kuvveti ve statik burulma ve lateral yüklerin sınırları kuruluş tarafından onaylanmalıdır. Tek nokta yükleme aletleri kabul edilmemektedir. Yükleme aletinin ingilizce hazırlanacak bir işletme el kitabı gemiye verilmeli ve yükleme aleti kuruluş tarafından tasdik ve kontrol edilmelidir.[8]

Gemilerin şu şekilde kategorilere ayrılması kuruluş tarafından benimsenmiştir.

- I. Kategorideki gemiler, boylarından bağımsız olarak büyük açıklıkları olan gemilerdir.

- II. Kategorideki gemiler, kargo ve balastın düzensiz dağıldığı, yükleme homojen olmayan gemilerdir. Boyları 120m' den küçük olan ve dizaynı sırasında kargo ve balastın düzensiz dağılımı göz önüne alınmış olan gemiler IV. kategoriye girmektedirler.

- III. kategorideki gemiler, LPG ve kimyasal madde tankerleridir. Boyları 65m' den küçük olan ve kargo ve balastın düzensiz dağıldığı gemiler IV. kategoriye girerler.

- IV. Kategorideki gemiler, genel yerleştirmeden dolayı düzensiz kargo ve balast dağılı ihtimalinin çok az olduğu gemilerdir. Sabit rotalarından dolayı yükleme talimatında yükleme ve balast durumları için yeterli bilgi bulunan gemiler ile II. ve III. kategorilerde belirtilen istisnalar nedeniyle bu kategoriye giren gemilerdir.

Dört kategorideki gemiler için de yükleme kitapçığı bulunmalıdır. I., II. ve III. kategorideki gemilerde yükleme kitapçığına ek olarak yükleme aleti bulunmalıdır. I. ve II. kategorideki gemilerde bulunan yükleme aleti dijital tipte olmalıdır.

3 . 4 . 1 . 3 . - Tanımlar

Kuruluşun belirlemiş olduğu kurallarda kullanılan özel semboller ve anlamları şu şekildedir.

k = Malzeme faktörü.

= 1.0 normal gemi inşaa çeliği için.

C_B^* = Yüklü veya balast durumunda katsayı.

C_B = Blok katsayısı.

x = Kıç kaimeyle kesme kuvvetinin veya eğilme momentinin hesaplandığı kesit arasındaki metre olarak uzaklık.

V_0 = Sakin suda ve tahmin edilen maksimum draftta geminin knot olarak hızı.

J_y = Yatay eksen etrafında m^4 olarak orta kesit atalet momenti.

e_B = Orta kesit tarafsız ekseninin kaide hattından uzaklığı.

e_D = Orta kesit tarafsız ekseninin borda güverte çizgisinden metre olarak uzaklığı.

W_B = Kaide hattına göre m^3 olarak orta kesit kesit modülü

W_D = Bordada güverte çizgisine göre m^3 olarak güverte kesit modülü.

S = Ele alınan kesitin altında veya üstünde kalan kısmının tarafsız eksene göre m^3 olarak alan momenti

M_T = Deniz şartlarında kNm olarak toplam eğilme momenti

M_{sw} = Gerçek yükleme ve balast durumunda kNm olarak sakın su eğilme momenti

M_{wv} = Sarkma için pozitif ve çökme için negatif alınan kNm olarak düşey dalga eğilme momenti

Q_T = Deniz şartlarında kN olarak toplam kesme kuvveti

Q_{sw} = Gerçek yükleme ve balast durumunda kN olarak sakın su kesme kuvveti

Q_w = kN olarak dalga kesme kuvveti

σ_P = izin verilen N/mm^2 olarak boyuna gerilme

τ_P = izin verilen N/mm^2 olarak kayma gerilmesi

3 . 4 . 2 . - Düşey Boyuna Eğilme Momentleri ve Kesme Kuvvetleri

3 . 4 . 2 . 1 . - Düşey Boyuna Eğilme Momentleri

Deniz şartlarındaki toplam boyuna eğilme momenti aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$M_r = M_{sw} + M_{vv} \quad (3.78)$$

M_{vv} = Gemi ortasında düşey dalga eğilme momenti değeri
 $= L^2 B C_1 C_2 \quad (\text{kNm})$

C_1 = Dalga katsayısı

$$= 0.0226 L \quad L < 100 \text{ m}$$

$$C_1 = \frac{Co}{3.5} \quad L \geq 100 \text{ m}$$

$$C_1 = 10.75 - \left(\frac{300 - L}{100} \right)^{1.5} \quad L < 300 \text{ m}$$

$$= 10.75 \quad 300 \leq L \leq 350 \text{ m}$$

$$C_1 = 10.75 - \left(\frac{L - 350}{100} \right)^{1.5} \quad L > 350 \text{ m}$$

$$C_2 = 0.25 (C_B^* + 0.7) \quad \text{Sarkma Durumunda}$$

$$= 0.27 (C_B^* + 0.7) \quad \text{Çökme Durumunda}$$

Burada C_B değeri 0.6' dan daha az alınamaz.

Alışılmışın dışındaki yapı ve formda olan gemiler ile hızları $V_0 = 1.6 L^{0.5}$ knot olan gemiler için dalga eğilme momentlerinin olduğu kadar gemi boyu üzerinde dağılımlarının da uygun görülen bir yöntemle hesaplanması

kuruluş tarafından istenebilir. Böyle bir hesaplama yönteminde, geminin dalgalı denizdeki dalıp çıkma ve baş kıç vurma hareketlerindeki değerleri de alınmalıdır.

Dalga eğilme momentinin gemi boyuna dağılımı aşağıdaki formülle bulunur.

$$M_{vv}(x) = M_{vv} C_M \quad (3.79)$$

$$C_M = \frac{X/L}{0.45} \quad X/L < 0.45$$

$$= 1.0 \quad 0.45 \leq X/L \leq 0.60$$

$$= \frac{1 - X/L}{0.40} \quad X/L > 0.60$$

Sadece sınırlı sefer bölgeleri için sınıflandırılmış olan gemilerde dalga momentleri aşağıdaki gibi azaltılabilir.

Y	% 10
K 50	% 15
K 20	% 25
L	% 40

Ayrıca bu tip gemiler için düşey dalga kesme kuvvetlerinin hesaplanmasında bu azaltılmış moment değerleri kullanılabilir.

Ele alınan bir X kesitinde deniz şartlarındaki düşey kesme kuvveti kN olarak aşağıdaki formülle bulunur.

$$Q_T(x) = Q_{SW}(x) + Q_W(x) \quad (3.80)$$

Burada, $Q_{sw}(x)$ ve $Q_w(x)$ değerlerinin işaretlerine bakılmaksızın toplama yapılır.

3 . 4 . 2 . 2 . - Düşey Kesme Kuvvetleri

Düşey dalga kesme kuvveti kN olarak aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$Q_w(x) = \frac{M_{wv}}{L} C_q \quad (3.81)$$

M_{wv} = Gemi ortasında, formül (3.78)' den sarkma ve çökme durumları için elde edilen kNm olarak dalga momentinin mutlak ortalama değeridir.

C_q = Dalga kesme kuvvetinin dağılma faktörü
 = 0.0 $X/L = 0.00$ ve $X/L = 1.00$
 = 3.0 $X/L = 0.20'$ den $X/L = 0.30'$ e kadar
 = 1.8 $X/L = 0.45'$ den $X/L = 0.55'$ e kadar
 = 3.2 $X/L = 0.75'$ den $X/L = 0.85'$ e kadar

C_q nun ara değerleri lineer interpolasyonla elde edilir.

Dalga kesme kuvvetleri kuruluş tarafından kabul edilmiş bir yöntem (bilgisayar programı) ile de hesaplanabilir. Alışılmışın dışında forma ve dizayna sahip gemiler için böyle bir bilgisayar programına göre kontrol kuruluş tarafından istenebilir.

3 . 4 . 2 . 3 . - Dövmme Zorlamasından Dolayı Geminin Baş Tarafında Oluşan Ek Eğilme Momenti

Boyları 110m ile 180m arasında bulunan ve baş kaimeden geriye $0.2L'$ deki baş omuzluk bölgesinde ortalama posta eğimi $\alpha > 30^\circ$ olan gemiler için baş tarafta dövünme zorlanmasından dolayı M_{BF} ek eğilme momenti formül (3.79)' a göre hesaplanan düşey dalga eğilme momentine, M_{wv} ne, eklenir. Ek eğilme momentinin yaklaşık değeri kNm olarak aşağıda verilen formülden hesaplanır.

$$M_{BF}(x) = m L^4 B n_1 n_2 n_3 C_{BF} 10^{-5} \quad (3.82)$$

$$\begin{aligned} m &= 1.4 \text{ Sarkma durumunda} \\ &= 2.2 \text{ Çökme durumunda} \end{aligned}$$

$$n_1 = 1 - \frac{(145 - L)^2}{1225}$$

$$n_2 = \frac{b_1 - b_2}{1.2(H - T)} - 1$$

$$n_3 = 0.33 + 0.67 \frac{V_0}{1.6 L^{0.5}}$$

$b_1 =$ $X/L = 0.8'$ de en üst devamlı güvertenin metre olarak genişliği

$b_2 =$ $X/L = 0.8'$ de su hattındaki metre olarak genişlik.

$$M_{BF} = 0 \quad \text{eğer} \quad \frac{b_1 - b_2}{1.2(H - T)} \leq 1.0 \quad \text{ise}$$

$$C_{BF} = \frac{X/L}{0.4} \quad X/L < 0.4$$

$$= 1.0$$

$$0.4 \leq X/L \leq 0.8$$

$$= \frac{1 - X/L}{0.2}$$

$$X/L > 0.8$$

3 . 4 . 3 . - Kesit Modülü ve Kesit Atalet Modülü

Formül (3.83), (3.84) ve (3.85)' de istenen orta kesit modülü değerleri genellikle gemi ortasında 0.4L içerisinde yer alan bütün enine kesitlere uygulanır. Boyuna eğilme momenti hesabında en büyük eğilme momenti gemi ortasında 0.4L boyun dışında ise, formül (3.83)' de istenenler gemi ortasında 0.4L dışında kalan bölgelere de uygulanır.

Bazı özel durumlarda, örneğin paralel gövdesi olmayan narin ve hızlı gemilerde yukarıda istenenler gerçekleşmeyebilir. Ancak hiçbir kesitte formül (3.83)' de kullanılan boyuna eğilme gerilmelerinin aşılmadığı gösterilmeidir.

Güverte veya dibe göre hesaplanan orta kesit modülü m^3 olarak aşağıdakilerden daha az olamaz.

$$W = \frac{M_T}{\sigma_P} 10^{-3} \quad (3.83)$$

M_T = Formül (3.78)' e göre gemi ortasında 0.4L için deniz koşullarında hesaplanmış kNm olarak en büyük toplam eğilme momentinin mutlak değeri

$$\sigma_P = 15 \frac{L^{0.5}}{k} \quad (N/mm^2) \quad L < 100 \text{ m}$$

$$= 150/k \quad (N/mm^2) \quad L \geq 100 \text{ m}$$

Dalga gerilmesi M_{vv}/W_D ile toplam gerilme M_r/W_D oranı açık olarak 0.5' den daha küçük ise, konstrüksiyon kalitesi de göz önüne alınarak, boyuna eğilme gerilmesinin %10 daha fazla olmasına kuruluş tarafından izin verilmiştir.

Güverte borda kenar hattına ve dibe göre en az kesit modülü m^3 olarak aşağıdaki değerden daha az olamaz.

$$W_{MIN} = kCL^2B(C_B + 0.7)10^{-8} \quad (3.84)$$

$$\begin{aligned} C &= C_0 & L &\geq 90 \text{ m} \\ &= L/25 + 4.1 & L &< 90 \text{ m} \end{aligned}$$

C_B değeri 0.6' dan daha az alınamaz.

Yatay eksene göre orta kesit atalet momentinin değeri m^4 olarak en az aşağıdaki kadar olmalıdır.

$$J = 3 \cdot 10^{-2} W \frac{L}{k} \quad (3.85)$$

Dibe göre kesit modülü W_B ve güverteye göre kesit modülü W_D , m^3 olarak aşağıdaki gibi belirlenir.

$$W_B = J_y / e_B \quad \text{ve} \quad W_D = J_y / e_D \quad (3.86)$$

Boy perdeleri veya rijit kirişlerle etkili olarak desteklenen tanklar ve boyuna anbar ağızı mezarnaları orta kesit modülü hesabında göz önüne alınır. Bu durumda, fiktif güverte kesit modülü m^3 olarak aşağıda verilen formülle hesaplanır.[8]

$$W_D = J_y / e_D \quad (3.86a)$$

$$ed = Z (0.9 + 0.2 Y/B) \quad (m)$$

Z = Orta kesit tarafsız ekseninden devamlı boyuna mukavemet elemanının en üst noktasına kadar olan metre olarak uzaklık.

Y = Merkez hattında devamlı boyuna mukavemet elemanının en üst noktasına kadar olan metre olarak uzaklık.

Orta kesit modülünün hesabında bütün devamlı boy mukavemet elemanlarının net kesit alanları göz önüne alınmalıdır. Boyu 2.5m ve eni 1.2m' yi aşan büyük açıklıklar ve çoğul kaynağın uygulandığı yerlerde çoğul nedeniyle kesit alanındaki azalmalar kesit modülü hesaplamasında göz önüne alınır. Menholler, hafifletme delikleri, tek kaynak geçiş deliği gibi küçük açıklıkların genişlikleri ile söz konusu kesitte gölge alan genişliği de göz önüne alınarak bulunan toplam açıklık genişliğinin orta kesit modülü hesabında çıkarılmasına, kesit modülünü %3' den fazla azaltması ve ayrıca boyuna kırıışlerin gövdelerindeki menhol ve hafifletme deliklerinin açıklık yüksekliğinin gövde yüksekliğinin %25' ini, su akış, hava ve kaynak geçiş deliklerinin yüksekliğinin ise gövde yüksekliğinin %25' ini veya 75mm' yi aşmaması halinde, gerek yoktur. Bir kesitte dipte ve güvertede yer alan ufak açıklıkların genişliklerinin toplamı $0.06(B - \Sigma b)$ ' den daha az ise, yukarıda olduğu gibi, kesit modülünde azaltma yapılmaz. Burada Σb , kesitteki büyük açıklıkların toplam genişlikleridir. Açıklıkların gölge alanı şekil gösterilmiştir.

Kargo ve balast tanklarının sınırları içinde olan devamlı boyuna yapıların üst ve alt tabanlarının kalınlıklarında, korozyon korumanın yapılmasından dolayı indirim yapılır. Bu kalınlık indirimi hiçbir zaman, gemi orta kesit modülünü %5' den daha fazla azaltmamalıdır.

3 . 4 . 4 . - Birden Fazla Enine Anbar Ağızlı Açıklıkları

Gemi orta kesit modülünün hesabında enine anbar ağızlı açıklıklarının arasındaki boyuna güverte levha şeridinin etkinliği, enine çerçeve ile kesişme noktasına en az bir puntel konmuşsa, yaklaşık olarak tablo 3.7'a göre belirlenir.

TABLO 3.7

Boyuna güverte levha şeridinin ve takviyesinin meydana getirdiği kirişin uç bağlantısı	Orta eksene göre yerleştirme	Anbar ağızlı açıklıkları arasındaki boyuna güverte levha şeridinin etkin kesit alanının yüzdesi
Her iki uç yeterli olarak bağlı	Dışında	60
	Üzerinde	50
Bir ucu yeterli olarak bağlı	Dışında	40
	Üzerinde	30
Her iki ucu yeterli olarak bağlı değil	Dışında	20
	Üzerinde	10

Anbar ağızlı açıklıkları arasındaki boyuna güverte kirişinin bağlantılarının etkin olması için aşağıdaki koşullar sağlanmalıdır.

Anbar ağızlı açıklıkları arasında kalan boyuna levha şeridinin altında boyuna perde yerleştirilmiş ise veya boyuna levha şeridinin etkinliği eşdeğer şekilde arttırılmış ise, tablo 3.7' deki değerler %30 kadar arttırılabilir.

Anbar ağızı boyuna levha seridinin etkinliği, aşağıda verilen standartlaşmış boyuna eğilme momenti kullanılarak kNm olarak direkt hesaplama ile de belirlenir.

$$M(x) = 3.75 \cdot 10^4 \left(1 - \cos\left(\frac{2\pi x}{L}\right)\right) Wd \quad (3.87)$$

Buna bağlı olarak gemi ortasında 0.4L dışındaki kesitlerde boyuna eğilme gerilmeleri belirlenmelidir.

Geminin güverte açıklıkları arasındaki boyuna levha seridinin etkinliği yaklaşık olarak saptanmışsa, bu seridin oluşturduğu kirişin boyutlandırılmasında, lokal yükler ve tekne kirişinin eğilmesi sonucu ortaya çıkan bileşik gerilme hesaplanırken, boyuna tekne kirişinin eğilmesine bağlı olan toplam gerilme, azaltma yapılmaksızın kullanılır.

3 . 4 . 5 . - Kayma Gerilmeleri

Gemi dış kaplaması ve boyuna perdelerinde formül (3.80)' de verilen kesme kuvvetinden dolayı meydana gelen kayma gerilmesi $110/k \text{ N/mm}^2$ değerini aşmamalıdır. Boyuna perdelerin kayma ve boyuna eğilme gerilmeleri altında burkulmaya karşı mukavemeti incelenmelidir.

Kayma gerilmelerinin dağılımları kuruluş tarafından kabul edilen hesap yöntemlerine göre belirlenebilir. İki'den fazla boy perdesi olan gemiler ile çift tekneli gemiler için, özellikle geminin kesitleri üzerinde düzensiz yük dağılımları varsa, kabul edilen böyle bir hesaplama yönteminin uygulanması istenebilir.

Boyuna perdesiz gemilerde, dış kaplamalarındaki kayma gerilmesi dağılımı N/mm^2 olarak aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\tau = \frac{Q_T(x) S}{J_y 2 t_a} \quad (3.88)$$

Q_T = Formül (3.80)' de, ele alınan kesitteki kN olarak düşey kesme kuvveti

Alışılmış dizayn ve formdaki gemilerde orta kesitteki S/J_y oranı diğer bütün kesitler için de kullanılabilir.

t_a = Ele alınan kesitteki mm olarak dış kaplama kalınlığı

iki boyuna perdesi olan gemilerde dış kaplamalarda ve boyuna perdelerde gerilme dağılımı N/mm^2 olarak aşağıda verilen formülle hesaplanır.

$$\tau = \frac{Q_T(x) S a}{J_y t_a} \quad (3.88a)$$

$a = 0.16 + 0.08 A_s/A_L$ dış kaplama için

$= 0.34 + 0.08 A_s/A_L$ boyuna perdeler için

t = Ele alınan kesitteki yan kaplamanın veya boyuna perdenin mm olarak kalınlığı

A_s = H yüksekliği içerisinde yan kaplamanın cm^2 olarak kesit alanı

A_s = H yüksekliği içerisinde boyuna perdenin cm^2 olarak kesit alanı

Enine perde üzerindeki stringerler boyuna perdeye veya yan kalamaya mesnetleniyorsa, bu kirişlerin mesnet kuvvetleri, boyuna perdeler ve yan kaplamadaki kayma gerilmelerinin saptanmasında göz önüne alınır. Stringer tarafından boyuna perdede veya borda kaplamasında oluşturulan ilave kayma gerilmeleri N/mm^2 olarak aşağıda verilen formülle hesaplanır.

$$\tau_{sr} = \frac{P_{sr}}{b_{sr} t} \quad (3.89)$$

P_{sr} = Stringerin kN olarak mesnet kuvveti

b_{sr} = Mesnet noktasında, varsa uç braket dahil, stringerin metre olarak genişliği

t = Ele alınan noktada, mm olarak boyuna perde veya yan kaplama kalınlığı

3 . 4 . 6 . - Sakin Su Kesme Kuvveti Eğrisinin Düzeltilmesi

Değişik yükleme durumlarında konvansiyonel kesme kuvveti eğrisi, enine perdelerde boyuna yapıdan direkt olarak aktarılan kuvvetlere göre düzenlenebilir.

Anbarları sınırlayan ön ve arka perdelerde dip ızgara sisteminin mesnet kuvvetlerinin toplamı aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\delta Q = u P - v T^* \quad (3.90)$$

P = Ele alınan anbarda, çift dip düz kısmındaki tankların, içindekiler de dahil olmak üzere, kargo ve balastlarının ton olarak ağırlığı

T^* = Anbar boyunun orta noktasında metre olarak draft

u, v = Kargo ve sephiye için düzeltme katsayıları

$$= \frac{10 \sum l b h}{V} \quad (\text{kN/ton})$$

$$= \frac{10 \sum l b}{B} \quad (\text{kN/ton})$$

$$\delta = \frac{1}{2.3(B + 1)}$$

- l = Çift dip düz kısmının metre olarak uzunluğu
 b = Çift dip düz kısmının metre olarak genişliği
 h = Metre olarak anbar yüksekliği
 V = m³ olarak anbar hacmi

3 . 4 . 7 . - izin Verilen Sakin Su Eğilme Momentleri ve Kesme Kuvvetleri

Normal yapı ve formdaki gemiler için L boyu içerisindeki herhangi bir kesitte izin verilen sakın su eğilme momenti kNm olarak şu formülle hesaplanır.

$$M_{sw}(x) = M_T(x) - M_{wv}(x) \quad (3.91)$$

$M_T(x) = \sigma_P(x) W_D(A)(x) 10^3$ ve $M_T(x) = \sigma_P(x) W_B(A)(x) 10^3$ değerlerinden küçük olanı alınır.

$M_{wv}(x)$ = Formül (3.79)'daki gibi

$\sigma_P(x)$ = izin verilen N/mm² olarak boyuna eğilme gerilmesi

$$= \frac{1}{k} (75 + 250 X/L) \quad X/L \leq 0.3$$

$$= 150/k \quad 0.3 \leq X/L \leq 0.7$$

$$= \frac{1}{k} (150 - 250(X/L - 0.7)) \quad 0.7 \leq X/L \leq 1.0$$

Özel hallerde, kuruluşun kabul ettiği detaylı bir gerilme analizi yapılarak gemi sonlarında daha yüksek gerilme değerlerine izin verilebilir.

$W_D(A)(x)$ = X kesitinde güverteye göre m³ olarak kesit

modülünün gerçek değeri

$W_B(A)(x) = X$ kesitinde dibe göre m^3 olarak kesit modülünün gerçek değeri

Herhangi bir kesit için izin verilen sakin su kesme kuvveti şu formülle hesaplanır.

$$Q_{sw}(x) = Q_T(x) - Q_W(x) \quad (3.92)$$

$Q_W(x)$ = Formül (3.81)' deki gibi

$Q_T(x)$ = izin verilen kN olarak toplam kesme kuvveti

Buna göre izin verilen kayma gerilmesi $\tau_P = 110/k$ N/mm² değerine erişebilecek, fakat hiçbir noktada bu değeri aşmayacaktır.[8]

3 . 4 . 8 . - Geniş Güverte Açıklıklı Gemiler

Geniş güverte açıklıklı gemilerde düşey ve yatay eğilmelerden, burulma cve enine basınçlardan doğan bileşik gerilmeler 3.4.2.' de istenenlere ek olarak kontrol edilir. Bu amaçla tekil gerilmelerin meydana getirdiği toplam gerilmeden bir karşılaştırma değeri elde edilir.

Aşağıdaki koşulların birisinin, bir veya daha fazla anbar ağızı açıklıklarında uygulanması halinde, gemi, geniş güverte açıklıklı olarak kabul edilir.

$$(a) \quad b_L / B_M > 0.6$$

$$(b) \quad l_L / l_M > 0.7$$

b_L = Anbar ağızı genişliği. Enine birden fazla anbar ağızı olması halinde bu anbar ağızlarının genişliklerinin toplamıdır.

B_M = Anbar ağızı boyunun yarısında ölçülen güverte genişliği

l_L = Anbar ağızı uzunluğu

$1M$ = Anbar ağzının her iki ucunda, enine güverte şeritlerinin ortasından ortasına ölçülen uzaklık. Anbar ağzının baş ve kış ucundan sonra başka bir anbar ağzı bulunmuyorsa bu uzunluk özel olarak belirlenir.

Tekne üst taban boyuna mukavemet elemanlarının saptanması için, mukavemet güvertesinde, düşey ve yatay eğilme, burulma ve enine basınç sebebiyle oluşan her bir gerilme şu formülle birleştirilerek toplam nominal gerilme, σ_{NOM} , N/mm^2 olarak bulunur.

$$\sigma_{NOM} = \sigma_{SW} + \sigma_{BUR(S)} + (\sigma_{WV}^2 + \sigma_{WH}^2 + \sigma_Q^2 + \sigma_{BUR(W)}^2)^{0.5}$$

(3.93)

σ_{SW} = N/mm^2 olarak sakin su eğilme momentinden oluşan gerilme

$$= \frac{M_{sw}}{W_D 10^3}$$

σ_{WV} = N/mm^2 olarak düşey dalga momentinden oluşan gerilme

$$= \frac{M_{WV}}{W_D 10^3}$$

σ_{WH} = N/mm^2 olarak yatay dalga eğilme momentinden oluşan gerilme

$$= \frac{M_{WH}}{W_Z 10^3}$$

M_{WH} = kNm olarak yatay dalga eğilme momenti

$$= 1.25 L^{2.25} (T + 0.3B) C_B (F + 0.2) C_M$$

V_0

$$F = 0.164 \frac{V_0}{L^{0.5}}$$

$L^{0.5}$

W_Z = m^3 olarak ele alınan kesitin düşey eksenine göre kesit modülü

$$\sigma_Q = \frac{M_Q}{W_1 \cdot 10^3} \quad (N/mm^2)$$

M_Q = Yan dış su basıncı sebebiyle anbar ağzının boyuna mezarnaları, güverte şeridi ve borda kaplamasının meydana getirdiği kırışteki gerilmeleri oluşturan, z eksenine etrafındaki kNm olarak eğilme momenti.

W_1 = Enine anbar mezarnalarının civarında anbar ağzı yanındaki boyuna güverte şeridinin (borda kaplaması dahil) düşey eksene göre m^3 olarak kesit modüllerinin en küçüğü. W_1 değerinin hesaplanmasına güverte yanından aşağıya doğru 0.2H içerisinde kalan bütün devamlı boyuna mukavemet elemanları dahil edilir.

Mukavemet güvertesindeki N/mm^2 olarak toplam nominal gerilme değeri aşağıda verileni aşamaz.

$$\sigma_{NOM} = 230 / k \quad (3.94)$$

Mukavemet güvertesindeki burulma ve/veya enine basınca göre olan gerilmelerin aşağıdaki değerleri aşan yerlerde özel kompleks gerilme analizi yapılmalıdır. Aksi halde formül (3.93)'deki değerler yeterlidir.

$$\sigma_{BUR(S)} + \sigma_{BUR(W)} \leq 130/k \quad (N/mm^2)$$

$$\sigma_Q \leq 110/k \quad (N/mm^2)$$

BÖLÜM 4 - ÖRNEK GEMİNİN TANITIMI ve SINILANDIRMA KURULUŞLARINA GÖRE BOYUNA MUKAVEMET HESAPLARI

Bu bölümde ilk önce ele alınan örnek gemi, anahoyutları ve diğer özellikleri verilerek tanıtılmıştır. Ardından, BÖLÜM 3' de verilmiş olan sınıflandırma kuruluşlarının yayınlamış olduğu kriterler örnek gemiye uygulanarak elde edilen sonuçlar bir tablo halinde sunulmuştur.

4 . 1 . - ÖRNEK GEMİNİN TANITIMI

4 . 1 . 1 . - TEKNE KARAKTERİSTİKLERİ

Örnek geminin tekne karakteristiklerini aşağıdaki şekilde vermek mümkündür.

Gemi Adı = BOLU (BİTLİS - BURDUR) Örnek olarak seçmiş olduğumuz gemi D.B. Deniz Nakliyat tarafından Gemi Sanayi A.Ş.' nin Camialtı Tersanesi' ne yaptırılmıştır.

Tam Boy	(Loa) =	154.00 m
Kaimeler Arası Boy	(LBP) =	145.00 m
Kalıp Genişliği	(B) =	22.40 m
Ana Güverteye Kadar Kalıp Derinliği (D) =		12.50 m

TABLO (4.1)
OFSET TABLOSU
SU HATLARI

POSTA	0	1/2	1	2	3	4	5
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.45	6.80
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	4.65	7.75
3	0.20	0.70	1.00	1.05	1.90	5.75	8.65
4	1.20	3.00	3.50	4.10	5.25	7.80	9.95
5	3.00	5.20	5.90	6.90	8.05	9.50	10.70
6	4.80	7.20	8.10	9.10	9.90	10.60	11.10
7	6.40	8.90	9.70	10.50	10.90	11.15	11.20
8	7.90	10.10	10.70	11.10	11.20	11.20	11.20
9	8.90	10.80	11.10	11.20	11.20	11.20	11.20
10	9.60	11.10	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20
11	9.80	11.15	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20
12	9.80	11.15	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20

KIC TARAF

TABLO (4.2)
SU HATLARI

POSTA	0	1/2	1	2	3	4	5
12	9.80	11.15	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20
13	9.80	11.15	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20
14	9.80	11.15	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20
15	9.60	11.10	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20
16	9.50	11.05	11.20	11.20	11.20	11.20	11.20
17	8.70	10.80	11.10	11.20	11.20	11.20	11.20
18	6.80	9.60	10.30	10.85	11.00	11.05	11.10
19	4.60	7.50	8.50	9.40	9.90	10.20	10.50
20	2.00	4.80	5.80	6.80	7.50	8.10	8.70
21	0.50	2.30	3.10	4.00	4.20	4.50	5.30
22	0.10	1.40	2.00	2.80	2.70	2.30	2.95
23	0.00	0.70	1.25	1.90	1.55	0.00	0.35

BAS TARAF

Deplasman	=	23750.00 ton
Deadweight	=	18539.20 ton
Grostonaj	=	11400.00 ton
Lightship	=	5184.00 ton
	LCG	= 58.46 m A.P.
	KG	= 8.81 m B.L.
Hız	(V)	= 15.50 knot
Ana Makina Gücü	=	9500.00 BHP

Geminin ofset tablosu 20 posta ve 5 su hattı sistemine göre hazırlanmış olan endazedan elde edilmiştir. Bu durumda, postalar arası mesafe 7.25m ve su hatları arası mesafe de 2.3m olmaktadır. Gemi ofset tablosu mastori kesitten ayrılarak baş taraf ve kıç taraf olmak üzere iki ayrı tablo halinde tablo 4.1 ve tablo 4.2' de sunulmuştur.

4 . 1 . 2 . - HİDROSTATİK HESAPLAR

Hidrostatik hesaplarda, integrasyon için 2. Simpson kuralı kullanılmıştır. Hesap sonuçları tablo 4.3, 4.4 ve 4.5' de verilmiştir. Tablo 4.3, 20 posta sistemine göre en kesit alan değerlerini, tablo 4.4, 20 posta sistemine göre en kesit alan momenti değerlerini ve tablo 4.5 de yine 20 posta sistemine göre su hatları için hesaplarını içermektedir.

Bu sonuçlara göre geminin deplasmanına karşılık gelen draft ve blok katsayısı değerleri şu şekildedir.

$$T = 9.27 \text{ m}$$

$$C_B = 0.771$$

TABLO (4.3)
EN KESIT ALANLARI

SU HATLARI					
POSTA	1	2	3	4	5
1	0.00	0.00	0.00	5.29	31.59
2	0.00	0.00	0.15	7.74	40.71
3	3.07	8.05	13.95	30.13	65.40
4	12.80	29.59	51.37	80.04	122.51
5	22.77	51.37	86.48	125.89	173.50
6	31.97	70.99	115.38	161.92	212.60
7	39.64	85.41	135.62	185.46	237.90
8	45.23	94.76	146.89	197.65	249.93
9	48.45	98.90	151.34	201.94	254.38
10	49.99	100.59	153.03	203.63	256.07
11	50.29	100.89	153.33	203.93	256.37
12	50.29	100.89	153.33	203.93	256.37

KIC TARAF

SU HATLARI					
POSTA	1	2	3	4	5
12	50.29	100.89	153.33	203.93	256.37
13	50.29	100.89	153.33	203.93	256.37
14	50.29	100.89	153.33	203.93	256.37
15	49.99	100.59	153.03	203.63	256.07
16	49.76	100.43	152.80	203.47	255.84
17	48.30	98.59	151.19	201.63	254.23
18	42.55	90.24	141.76	191.28	243.42
19	33.04	73.60	118.91	164.37	212.75
20	20.70	49.07	82.80	117.91	157.32
21	9.81	25.91	45.54	64.71	87.71
22	5.90	16.71	30.28	41.09	53.05
23	3.11	10.58	19.05	23.00	21.97

BAS TARAF

TABLO (4.4)

EN KESIT ALAN MOMENTLERİ

SU HATLARI

POSTA	1	2	3	4	5
1	0.00	0.00	0.00	48.67	314.58
2	0.00	0.00	1.06	69.83	401.16
3	4.23	21.51	57.48	190.44	554.57
4	16.75	78.29	200.31	439.42	871.44
5	28.74	131.90	329.39	655.25	1139.29
6	39.67	178.45	429.72	811.13	1328.32
7	48.49	210.89	494.26	903.53	1436.23
8	54.49	229.23	523.89	939.50	1471.85
9	57.66	235.58	531.29	946.56	1479.26
10	58.90	236.99	532.88	947.97	1480.85
11	59.07	236.99	533.06	947.97	1481.02
12	59.07	236.99	533.06	947.97	1481.02

KIC TARAF

SU HATLARI

POSTA	1	2	3	4	5
12	59.07	236.99	533.06	947.97	1481.02
13	59.07	236.99	533.06	947.97	1481.02
14	59.07	236.99	533.06	947.97	1481.02
15	58.90	236.99	532.88	947.97	1480.85
16	58.72	236.99	532.70	947.97	1480.67
17	57.66	235.58	531.29	946.56	1479.26
18	52.02	221.83	510.84	919.75	1446.46
19	41.44	186.21	441.36	815.37	1306.81
20	27.16	129.78	318.81	609.41	1008.63
21	13.58	71.94	181.80	341.38	573.61
22	8.46	47.96	123.08	214.42	333.45
23	4.67	31.03	79.09	110.03	101.66

BAS TARAF

TABLO (4.5)

SU HATLARI ICIN HESAPLAR
SU HATLARI

POSTA	1	2	3	4	5
HAC	5153.73	10778.26	16841.43	22935.90	29697.94
DEP	5282.58	11047.71	17262.46	23509.30	30440.39
LCB	-2.21	-2.25	-2.14	-1.53	-0.41
KB	1.21	2.43	3.58	4.82	6.03
CM	0.98	0.98	0.99	0.99	1.00
CB	0.69	0.72	0.75	0.77	0.80
CP	0.71	0.74	0.76	0.78	0.80
ALN	2432.98	2545.84	2628.49	2798.02	2948.82
LCF	-2.28	-2.27	-1.35	2.07	3.97
T1	24.94	26.09	26.94	28.68	30.23
CW	0.75	0.78	0.81	0.86	0.91
IO	2377840.25	2640595.00	2855378.75	3467137.75	4016904.75
IL	2365155.00	2627519.50	2850602.75	3455142.75	3970490.00
BML	458.92	243.78	169.26	150.64	133.70
MT	167.19	185.74	201.51	244.24	280.67
I	84189.01	90921.45	95629.07	102483.05	112088.34
BM	16.34	8.44	5.68	4.47	3.77

4 . 1 . 3 . - AĞIRLIK GRUPLARI

Çelik Tekne Ağırlığı =

$$N = L.B.D \quad (4.1)$$

$$C_s = [(0.210 - 0.026 \log_{10}(N))(1 + 0.025(L/D - 12))] \quad (4.2)$$

$$W_s = C_s N [1 + 2(C_b - 0.70)/3] \quad (4.3)$$

Bu durumda çelik tekne ağırlığı, değerler yerine konduğu zaman şu şekilde elde edilir.

$$\begin{aligned} N &= 40600 \\ C_s &= 0.0893 \\ W_s &= 3800 \text{ ton} \end{aligned}$$

Geminin paralel gövde ve baş ve kıç taraflarının ayrı ayrı hacimlerinin toplam gövde hacmine oranlarının, paralel gövde ve baş ve kıç taraflarının çelik tekne ağırlığı içindeki oranlarına eşit olduğunu kabul etmiştik. Geminin hidrostatik hesaplarından elde edilen sonuçlar yardımıyla bulduğumuz bu oranlar şu şekildedir.

$$\text{Paralel Gövde Hacmi / Toplam Hacim} = 0.251494$$

$$\text{Baş Taraf Hacmi / Toplam Hacim} = 0.393953$$

$$\text{Kıç Taraf Hacmi / Toplam Hacim} = 0.356716$$

Ayrıca geminin çelik tekne ağırlık dağılımının paralel gövde boyunca sabit ve baş ve kıç bodoslamalara doğru lineer azaldığını kabul etmekteyiz. Bu durumda, çelik

tekne ağırlığının dağılımı trapez formunda olup 0. ve 20. (hesaplardaki 40.) postadaki ordinat değerleri ile mastori kesit değeri şu şekildedir.

$$\begin{aligned} 0. \text{ postada} &= 11.038 \text{ ton/m} \\ \text{Mastori kesitte} &= 32.954 \text{ ton/m} \\ 20. \text{ postada} &= 22.109 \text{ ton/m} \end{aligned}$$

Bu dağılıma göre çelik tekne ağırlığının boyuna ağırlık merkezi 0. postaya göre aşağıdaki değerdedir.

$$LCG_{ws} = 77.67 \text{ m}$$

Teçhizat ve Güverte Makinaları =

Bu ağırlık gurubu aşağıda verilen formüle göre tüm gemi boyunca düzgün yayılı olarak kabul edilmektedir.

$$N = L.B.D$$

$$W_{0H} = 0.220(N)^{0.8} \quad (4.4)$$

Bu durumda geminin teçhizat ağırlığı ve bu ağırlığın 0. postaya göre ağırlık merkezinin boyuna yeri şu değerde olmaktadır.

$N = 40600$ (Çelik Tekne Ağırlığında elde edilen değerle aynı)

$$W_{0H} = 1070 \text{ ton}$$

$$LCG_{W0H} = L/2 = 72.5 \text{ m}$$

Ana Makina ve Yardımcıları =

Ana makina ve yardımcılarının ağırlığı için aşağıda verilen formül kullanılmış ve makina dairesinin tüm boyuna düzgün yayılı olarak kabul edilmiştir.

$$N = \text{Makinanın devir sayısı} = \text{dev/dk}$$

$$C_{MK} = 5.2 / N \quad (4.5)$$

$$W_{MK} = C_{MK} \text{ BHP} \quad (4.6)$$

Yardımcıların ağırlığının ise ana makina ağırlığının %75' i kadar olduğu kabul edilmektedir. Bu durumda yardımcılarının ağırlığı,

$$W_{MKY} = 0.75 W_{MK} \quad (4.7)$$

Bu kabullere göre ana makina ve yardımcılarının ağırlıklarının toplamı şu şekilde olmaktadır.

$$W_{MKT} = 1.75 W_{MK} \quad (4.8)$$

Ana makinanın gücü 9500 BHP, devir sayısı $N = 150$ dev/dk ve makina dairesinin baş ve kış perdelerinin boyuna yerleri şu şekildedir.

$$\text{Makina Dairesinin Baş perdesi} = 7.2 \text{ m}$$

$$\text{Makina Dairesinin Kış perdesi} = 29.6 \text{ m}$$

Bu degerler formülde yerine konduğunda ana makina ve yardımcıları için şu ağırlık ve ağırlık merkezinin boyuna yeri sonuçları elde edilmektedir.

BHP	=	9500	BHP
N	=	150	dev/dk
Cmk	=	0.035	
Wmk	=	329.333	ton
WmkY	=	247	ton
WmkT	=	576.333	ton
LCGWmkT	=	18.40	m

Üst Bina Ağırlığı =

Geminin üst bina ağırlığının hesabı için kullanılan aşağıdaki formülde üst binanın ilk iki güvertesi uzunlukları istenmektedir. Cs ve N değerleri çelik tekne ağırlığı hesabında kullanılan formüllerle hesaplanmaktadır.

$$N = L.B.D$$

$$Cs = [(0.210 - 0.026 \log_{10}(N))(1 + 0.025(L/D - 12))]$$

$$W_{ST1} = 0.4 \quad Cs \quad N \quad l_1/L \quad (4.9)$$

$$W_{ST2} = 0.25 \quad Cs \quad N \quad l_2/L \quad (4.10)$$

Üst binanın ilk iki güvertesinin başlangıç ve bitiş noktaları 0. postaya göre aşağıdaki gibidir.

Üst bina birinci güvertesinin başlangıç boyu = 2.4 m

Üst bina birinci güvertesinin bitiş boyu = 29.6 m

Üst bina ikinci güvertesinin başlangıç boyu = 5.4 m

Üst bina ikinci güvertesinin bitiş boyu = 29.6 m

Bu değerler formül (4.9) ve (4.10)' da yerlerine konduğu zaman elde edilen sonuçlar şu şekilde olacaktır.

$$W_{\text{üst1}} = 271.992 \text{ ton}$$

$$W_{\text{üst2}} = 151.238 \text{ ton}$$

Üst binanın hesaplara dahil edilen ilk iki güvertesinin ağırlık merkezlerinin her güverte için güverte boyunun yarısında olduğu kabul edilmektedir. Buna göre iki üst bina güvertesi için ağırlık merkezlerinin 0. postaya göre boyuna yeri şu şekildedir.

$$LCG_{\text{Wüst1}} = 16 \text{ m}$$

$$LCG_{\text{Wüst2}} = 17.5 \text{ m}$$

Bu değerler yardımıyla toplam üst bina ağırlığı ve ağırlık merkezinin 0. postaya göre boyuna yeri aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$W_{\text{üstT}} = 419.097 \text{ ton}$$

$$LCG_{\text{üstT}} = 16.536 \text{ m}$$

Balast tankları =

Balast tankları formlarına göre, tankların bulunduğu boy doğrultusunda, ya düzgün ya da trapez yayılı yük olarak alınmışlardır. Balast tankları için yük yoğunluğu deniz suyuna eşit olarak 1.025 ton/m³ alınmaktadır. Balast tanklarının hangi boylar arasında olduğu, hacimleri, ağırlıkları ve ağırlık merkezlerinin 0.

postaya göre boyuna yerleri tablo (4.6)' da verilmektedir. Tablo (4.6)' da verilen değerlerde balast tanklarının boyuna yerleri (m), hacimleri (m^3), ağırlıkları (ton) ve ağırlık merkezleri de (m) olarak verilmiştir.

TABLO (4.6)

Tanklar	Boyuna Yeri	Hacim	Ağırlık	Ağırlık Merk.
Çift Dip 1 P&S	116.0-137.0	385.5	395.14	124.25
Çift Dip 2 P&S	94.4-116.0	722.6	740.66	104.88
Çift Dip 5 P&S	29.6- 51.2	619.8	635.33	41.06
Kanat 1 P&S	116.0-133.5	257.3	263.77	122.94
Kanat 2 P&S	94.4-116.0	477.4	489.31	105.18
Kanat 3 P&S	72.8- 94.4	482.5	494.52	83.60
Kanat 4 P&S	45.7- 72.8	482.5	494.52	62.00
Kanat 5 P&S	29.6- 45.7	479.4	491.39	40.64
Kıç Pık C	-3.6- 7.2	210.5	215.74	3.16
Baş Pık C	137.0-150.2	409.5	419.73	141.21
Anbar III	72.8- 94.4	5019.5	5145.01	83.23

Ağır Yakıt Tankları =

Ağır yakıt tankları formlarına göre, tankların bulunduğu boy doğrultusunda, ya düzgün ya da trapez yayılı yük olarak alınmışlardır. Bu tanklar için yük yoğunluğu $0.96 \text{ ton}/m^3$ alınmaktadır. Ağır yakıt tanklarının hangi boylar arasında olduğu, hacimleri, ağırlıkları ve ağırlık merkezlerinin 0. postaya göre boyuna yerleri tablo (4.7)' de verilmektedir. Tablo (4.7)' da verilen değerlerde ağır yakıt tanklarının boyuna yerleri (m), hacimleri (m^3), ağırlıkları (ton) ve ağırlık merkezleri de (m) olarak verilmiştir.

TABLO (4.7)

Tanklar	Boyuna Yeri	Hacim	Ağırlık	Ağırlık Merk.
Çift Dip 4 P&S	51.2- 72.8	752.5	722.4	62.06
Çift Dip 3 P&S	72.8- 94.4	759.9	729.48	83.60
Günlük P	16.8- 20.0	17.1	16.36	18.40
Depo P	13.6- 28.8	111.1	106.68	21.05
Taşıntı P	18.4- 23.2	20.0	19.23	20.99
Günlük P	20.0- 23.2	17.1	16.36	21.60
Dinlendirme P	23.2- 28.8	29.8	28.63	26.00

Hafif Yakıt Tankları =

Hafif yakıt tankları formlarına göre, tankların bulunduğu boy doğrultusunda, ya düzgün ya da trapez yayılı yük olarak alınmışlardır. Bu tanklar için yük yoğunluğu 0.86 ton/m^3 alınmaktadır. Hafif yakıt tanklarının hangi boylar arasında olduğu, hacimleri, ağırlıkları ve ağırlık merkezlerinin 0. postaya göre boyuna yerleri tablo (4.8)'de verilmektedir. Tablo (4.8)'de verilen değerlerde hafif yakıt tanklarının boyuna yerleri (m), hacimleri (m^3), ağırlıkları (ton) ve ağırlık merkezleri de (m) olarak verilmiştir.

Yağlama Yağı Tankları =

Yağlama yağı tankları formlarına göre, tankların bulunduğu boy doğrultusunda, ya düzgün ya da trapez yayılı yük olarak alınmışlardır. Bu tanklar için yük yoğunluğu 0.90 ton/m^3 alınmaktadır. Yağlama yağı tanklarının hangi boylar arasında olduğu, hacimleri, ağırlıkları ve ağırlık

merkezlerinin 0. postaya göre boyuna yerleri tablo (4.9)'de verilmektedir. Tablo (4.9)'da verilen değerlerde yağlama yağı tanklarının boyuna yerleri (m), hacimleri (m^3), ağırlıkları (ton) ve ağırlık merkezleri de (m) olarak verilmiştir.

TABLO (4.8)

Tankları	Boyuna Yeri	Hacim	Ağırlık	Ağırlık Merk.
Çift Dip 7 S	19.2- 29.6	59.8	51.41	25.12
Çift Dip 6 P	23.2- 29.6	42.4	36.45	26.68
Günlük S	24.0- 25.2	6.4	5.50	24.60
Günlük S	25.2- 26.4	6.4	5.50	25.80
Depo S	24.0- 28.8	36.4	31.31	26.46
Dinlendirme S	26.4- 28.8	12.8	10.99	27.60

TABLO (4.9)

Tanklar	Boyuna Yeri	Hacim	Ağırlık	Ağırlık Merk.
Sirkülasyon C	14.4- 21.6	12.3	11.05	18.00
Sirkülasyon S	15.2- 16.8	7.5	6.70	16.01
Sirkülasyon S	16.8- 18.4	16.6	14.94	17.61
Sirkülasyon S	18.4- 20.0	17.5	15.71	19.21
Sirkülasyon S	20.0- 23.2	14.8	13.33	21.65
Depo S	13.6- 15.2	6.9	6.17	14.41
Depo S	20.0- 23.2	22.7	20.44	21.60
Depo S	13.6- 15.2	8.0	7.19	14.41
Depo S	15.2- 16.8	8.3	7.46	16.01

Tatlı Su Tankları =

Tatlı su tankları formlarına göre, tankların bulunduğu boy doğrultusunda, ya düzgün ya da trapez yayılı yük olarak alınmışlardır. Bu tanklar için yük yoğunluğu 1.00 ton/m³ alınmaktadır. Tatlı su tanklarının hangi boylar arasında olduğu, hacimleri, ağırlıkları ve ağırlık merkezlerinin 0. postaya göre boyuna yerleri tablo (4.10)' de verilmektedir. Tablo (4.10)' da verilen değerlerde tatlı su tanklarının boyuna yerleri (m), hacimleri (m³), ağırlıkları (ton) ve ağırlık merkezleri de (m) olarak verilmiştir.

TABLO (4.10)

Tanklar	Boyuna Yeri	Hacim	Ağırlık	Ağırlık Merk.
Tatlı Su P&S	2.4- 7.2	117.1	117.10	4.90
Besleme Suyu C	7.2- 13.6	26.5	26.46	11.06
İçme Suyu S	-3.6- 2.4	20.0	20.00	-0.10

Diğer Tanklar =

Diğer tankları da aynı şekilde formlarına göre, tankların bulunduğu boy doğrultusunda, ya düzgün ya da trapez yayılı yük olarak alınmışlardır. Bu tanklar için yük yoğunluğu farklı değerlerdedir. Pis su, soğutma suyu ve atık tanklarında yük yoğunluğu 1.00 ton/m³, kirli yağ tankında 0.90 ton/m³ ve çamur tankında da 0.98 ton/m³ alınmaktadır. Bu tankların hangi boylar arasında olduğu, hacimleri, ağırlıkları ve ağırlık merkezlerinin 0. postaya göre boyuna yerleri tablo (4.11)' de verilmektedir. Tablo (4.11)' da verilen değerlerde tankların boyuna yerleri (m), hacimleri (m³), ağırlıkları (ton) ve ağırlık merkezleri de (m) olarak verilmiştir.

TABLO (4.11)

Tankları	Boyuna Yeri	Hacim	Ağırlık	Ağırlık Merk.
Pis Su P	14.4- 18.4	9.3	9.29	16.63
Soğutma Suyu S	13.6- 18.4	10.4	10.39	16.35
Atık C	7.2- 12.0	24.8	24.83	10.01
Kirli Yağ C	21.6- 26.4	12.9	11.63	24.00
Çamur P	19.2- 26.4	25.0	24.53	23.33

Anbarlar =

Tablo (4.12)' de anbarlar için anbarın boyuna yeri, hacmi ve ağırlık merkezinin 0. postaya göre boyuna yeri verilmektedir. Tablo (4.13)' de ise her anbar için yukarıda belirtilen yükleme koşullarındaki anbardaki yük ağırlıkları bulunmaktadır.

TABLO (4.12)

Anbar Numarası	Boyuna Yeri	Hacim	Ağırlık Merkezi
I	116.0-137.0	3902.76	125.24
II	94.4-116.0	5014.43	104.83
III	72.8- 94.4	5019.51	83.23
IV	51.2- 72.8	5028.05	61.62
V	29.6- 51.2	4778.12	40.41

TABLO (4.13)

Anbar Numarası	3		4	5		
	(a)	(b)		(a)	(b)	(c)
I	4925.00	4925.00	2722.38	2790.00	2505.90	2120.37
II	-	-	3497.82	3935.16	3219.67	2724.34
III	6289.20	6289.20	3501.36	3939.14	3222.29	2727.10
IV	-	-	3507.33	2147.91	3228.42	2731.74
V	5347.68	5347.68	3332.99	3749.72	3067.94	2595.95

4 . 1 . 4 . - SEÇİLEN YÜKLEME DURUMLARI

Örnek gemimizin dökme yük gemisi olması sebebiyle farklı yükleme şekilleri mevcuttur. Bu yükleme durumlarını şu şekilde sınıflandırmak mümkündür.

4 . 1 . 4 . 1 . - NORMAL BALAST DURURMU

a) Baş ve kıç pik tankları dışında kalan tüm balast tankları balast, tüm yağ tankları yağ, tüm ağır ve hafif yakıt tankları ağır ve hafif yakıt ve tatlı su tankları dolu bunun yanında anbarlar, pis su tankı, çamur tankı ve kirli yağ tankı boş olacaktır.

Yukarıda belirtilen yükleme durumuna göre ağırlıklar ve ağırlık merkezleri bir tablo halinde

gösterilebilir. Bu tablodan yararlanarak geminin bu yükleme durumu için toplam ağırlığını ve 0. postaya göre boyuna ağırlık merkezinin yerini bulmak mümkündür.

TABLO (4.14)

Gurubu	Ağırlığı	LCG	Gurubu	Ağırlığı	LCG
Çelik Tekne	3800.000	77.67	D.B. 6 P	36.45	26.68
Teçhizat	1070.000	72.5	Günlük S	5.50	24.60
Makina ve Yd	576.333	18.40	Günlük S	5.50	25.80
Üst Binalar	419.097	16.54	Depo S	31.31	26.46
-Balast T.-			Dinlendirme	10.99	27.60
D.B. 1 P&S	395.14	124.25	-Yağ Tankl.-		
D.B. 2 P&S	740.66	104.88	Sirkülasyon	11.05	18.00
D.B. 5 P&S	635.33	41.06	Sirkülasyon	6.70	16.01
Kanat 1 P&S	263.77	122.94	Sirkülasyon	14.94	17.61
Kanat 2 P&S	489.31	105.81	Sirkülasyon	15.71	19.21
Kanat 3 P&S	494.52	83.60	Sirkülasyon	13.33	21.65
Kanat 4 P&S	494.52	62.00	Depo S	6.17	14.41
Kanat 5 P&S	491.39	40.64	Depo S	20.44	21.60
-Ağır Yakıt-			Depo S	7.19	14.41
D.B. 4 P&S	722.4	62.60	Depo S	7.46	16.01
D.B. 3 P&S	729.48	83.60	-Tatlı Su T-		
Günlük P	16.36	18.40	Tatlı Su	117.10	4.90
Depo P	106.68	21.05	Besleme Suyu	26.46	11.06
Taşıntı P	19.23	20.99	içme Suyu	20.00	-0.10
Günlük P	16.36	21.60	-Diğer Tan.-		
Dinlendirme	28.63	26.00	Soğutma Suyu	10.39	16.35
-Hafif Yak.-					
D.B. 7 S	51.41	25.12			

Tablo (4.14)' de ağırlıklar (ton) ve LCG değerleri de (m) olarak tanımlanmıştır.

Bu yükleme durumunda geminin toplam ağırlığı ve ağırlık merkezinin boyuna yeri şu şekildedir.

$$\begin{aligned}\Sigma W &= 11927.31 \text{ ton} \\ \Sigma(W.LCG) &= 835469.652 \text{ ton-m} \\ LCG_{gemy} &= 70.047 \text{ m} \\ &= 2.453 \text{ m Kıç}a\end{aligned}$$

Geminin sakin suda trimsiz durumda yüzmesini sağlamak amacıyla aşağıdaki tankalar tam olarak boşaltılmıştır.

- Balast -	- Ağır Yakıt -
D.B. 5 P&S	Günlük P
Kanat 4 P&S	Günlük P
Kanat 5 P&S	Depo P
	Taşıntı P
- Hafif Yakıt -	Dinlendirme
Dinlendirme	

Ayrıca tatlı su tankında 15.62 ton' luk bir eksiltme yapılarak ağırlığı 101.48 ton' a indirilmiştir.

Bu durumda toplam ağırlık, toplam ağırlık momenti, ağırlık merkezi ve deplasmana karşılık gelen LCB değerleri aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned}\Sigma W &= 10092.20 \text{ ton} \\ \Sigma(W.LCG) &= 754324.779 \text{ ton-m} \\ LCG_{gemy} &= 74.743 \text{ m} \\ LCB &= 74.743 \text{ m}\end{aligned}$$

b) Baş ve kış pik tankları ile 1 numaralı kanat tankı dışında kalan tüm balast tankları balast, tüm yağ tankları yağ, tüm ağır ve hafif yakıt tankları ağır ve hafif yakıt ve tatlı su tankları dolu bunun yanında anbarlar, pis su tankı, çamur tankı ve kirli yağ tankı boş olacaktır.

Yukarıda belirtilen yükleme durumuna göre ağırlıklar ve ağırlık merkezleri bir tablo halinde gösterilebilir. Bu tablodan yararlanarak geminin bu yükleme durumu için toplam ağırlığını ve 0. postaya göre boyuna ağırlık merkezinin yerini bulmak mümkündür.

Tablo (4.15)' de ağırlıklar (ton) ve LCG değerleri de (m) olarak tanımlanmıştır.

Bu yükleme durumunda geminin toplam ağırlığı ve ağırlık merkezinin boyuna yeri şu şekildedir.

$$\begin{aligned}
 \Sigma W &= 11663.54 \text{ ton} \\
 \Sigma(W.LCG) &= 803041.768 \text{ ton-m} \\
 LCG_{gemy} &= 68.851 \text{ m} \\
 &= 3.65 \text{ m Kışa}
 \end{aligned}$$

Geminin sakin suda trimsiz durumda yüzmesini sağlamak amacıyla aşağıdaki tankalar tam olarak boşaltılmıştır.

- Balast -

D.B. 5 P&S
Kanat 4 P&S
Kanat 5 P&S

- Ağır Yakıt -

Günlük P
Günlük P
Depo P
Taşıntı P
Dinlendirme

- Hafif Yakıt -

Dinlendirme	
Günlük	S
Günlük	S
Depo	S

- Yağ Tankları -

Sirkülasyon	
Depo	S
Depo	S
Depo	S

TABLO (4.15)

Gurubu	Ağırlığı	LCG	Gurubu	Ağırlığı	LCG
Çelik Tekne	3800.000	77.67	D.B. 6 P	36.45	26.68
Tecizat	1070.000	72.5	Günlük S	5.50	24.60
Makina ve Yd	576.333	18.40	Günlük S	5.50	25.80
Üst Binalar	419.097	16.54	Depo S	31.31	26.46
-Balast T.-			Dinlendirme	10.99	27.60
D.B. 1 P&S	395.14	124.25	-Yağ Tankl.-		
D.B. 2 P&S	740.66	104.88	Sirkülasyon	11.05	18.00
D.B. 5 P&S	635.33	41.06	Sirkülasyon	6.70	16.01
Kanat 2 P&S	489.31	105.81	Sirkülasyon	14.94	17.61
Kanat 3 P&S	494.52	83.60	Sirkülasyon	15.71	19.21
Kanat 4 P&S	494.52	62.00	Sirkülasyon	13.33	21.65
Kanat 5 P&S	491.39	40.64	Depo S	6.17	14.41
-Ağır Yakıt-			Depo S	20.44	21.60
D.B. 4 P&S	722.4	62.60	Depo S	7.19	14.41
D.B. 3 P&S	729.48	83.60	Depo S	7.46	16.01
Günlük P	16.36	18.40	-Tatlı Su T-		
Depo P	106.68	21.05	Tatlı Su	117.10	4.90
Taşıntı P	19.23	20.99	Besleme Suyu	26.46	11.06
Günlük P	16.36	21.60	İçme Suyu	20.00	-0.10
Dinlendirme	28.63	26.00	-Diğer Tan.-		
-Hafif Yak.-			Soğutma Suyu	10.39	16.35
D.B. 7 S	51.41	25.12			

Ayrıca D.B. 4 P&S hafif yakıt tankında 300.4 ton' luk bir eksiltme yapılarak ağırlığı 422 ton' a, tatlı su tankında 67.1 ton' luk bir eksiltme yapılarak ağırlığı 50 ton' a, besleme suyu tankında 10.46 ton' luk bir eksiltme yapılarak ağırlığı 16 ton' a ve içme suyu tankında da 7.67 ton' luk bir eksiltme yapılarak ağırlığı 12.33 ton' a indirilmiştir.

Bu durumda toplam ağırlık, toplam ağırlık momenti, ağırlık merkezi ve deplasmana karşılık gelen LCB değerleri aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned}
 \Sigma W &= 9379.52 \text{ ton} \\
 \Sigma(W.LCG) &= 700999.446 \text{ ton-m} \\
 LCG_{gemy} &= 74.737 \text{ m} \\
 LCB &= 74.737 \text{ m}
 \end{aligned}$$

4 . 1 . 4 . 2 . - AĞIR BALAST DURUMU

Tüm balast tankları ve III numaralı anbar balast, tüm yağ tankları yağ, tüm ağır ve hafif yakıt tankları ağır ve hafif yakıt ve tatlı su tankları dolu bunun yanında I, II, IV ve V numaralı anbarlar, pis su tankı, çamur tankı ve kirli yağ tankı boş olacaktır.

Yukarıda belirtilen yükleme durumuna göre ağırlıklar ve ağırlık merkezleri bir tablo halinde gösterilebilir. Bu tablodan yararlanarak geminin bu yükleme durumu için toplam ağırlığını ve 0. postaya göre boyuna ağırlık merkezinin yerini bulmak mümkündür.

Tablo (4.16)' da ağırlıklar (ton) ve LCG değerleri de (m) olarak tanımlanmıştır.

TABLO (4.16)

Gurubu	Ağırlığı	LCG	Gurubu	Ağırlığı	LCG
Çelik Tekne	3800.000	77.67	-Hafif Yak.-		
Teçhizat	1070.000	72.5	D.B. 7 S	51.41	25.12
Makina ve Yd	576.333	18.40	D.B. 6 P	36.45	26.68
Üst Binalar	419.097	16.54	Günlük S	5.50	24.60
-Balast T.-			Günlük S	5.50	25.80
D.B. 1 P&S	395.14	124.25	Depo S	31.31	26.46
D.B. 2 P&S	740.66	104.88	Dinlendirme	10.99	27.60
D.B. 5 P&S	635.33	41.06	-Yağ Tankl.-		
Kanat 1 P&S	263.77	122.94	Sirkülasyon	11.05	18.00
Kanat 2 P&S	489.31	105.81	Sirkülasyon	6.70	16.01
Kanat 3 P&S	494.52	83.60	Sirkülasyon	14.94	17.61
Kanat 4 P&S	494.52	62.00	Sirkülasyon	15.71	19.21
Kanat 5 P&S	491.39	40.64	Sirkülasyon	13.33	21.65
Kıç Pık C	215.74	3.16	Depo S	6.17	14.41
Baş Pık C	419.73	141.21	Depo S	20.44	21.60
Anbar III	5145.00	83.23	Depo S	7.19	14.41
-Ağır Yakıt-			Depo S	7.46	16.01
D.B. 4 P&S	722.4	62.60	-Tatlı Su T-		
D.B. 3 P&S	729.48	83.60	Tatlı Su	117.10	4.90
Günlük P	16.36	18.40	Besleme Suyu	26.46	11.06
Depo P	106.68	21.05	içme Suyu	20.00	-0.10
Taşıntı P	19.23	20.99	-Diğer Tan.-		
Günlük P	16.36	21.60	Soğutma Suyu	10.39	16.35
Dinlendirme	28.63	26.00			

Bu yükleme durumunda geminin toplam ağırlığı ve ağırlık merkezinin boyuna yeri şu şekildedir.

$$\begin{aligned}
\Sigma W &= 17707.78 \text{ ton} \\
\Sigma(W.LCG) &= 1323639.626 \text{ ton-m} \\
LCG_{GEM} &= 74.749 \text{ m} \\
&= 2.249 \text{ m Başa}
\end{aligned}$$

Geminin' sakin suda trimsiz durumda yüzmesini sağlamak amacıyla sadece D.B. 1 P&S tankında 47.14 ton' luk bir eksiltme yapılarak ağırlığı 348 tona indirilmiştir.

Bu durumda toplam ağırlık, toplam ağırlık momenti, ağırlık merkezi ve deplasmana karşılık gelen LCB değerleri aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned}
\Sigma W &= 17660.64 \text{ ton} \\
\Sigma(W.LCG) &= 1317782.481 \text{ ton-m} \\
LCG_{GEM} &= 74.617 \text{ m} \\
LCB &= 74.617 \text{ m}
\end{aligned}$$

4.1.4.3.- CEVHER YÜKLÜ DURUM

a) I, III ve V numaralı anbarlar cevher, 3 ve 4 numaralı ağır yakıt tankları ağır yakıt, tüm hafif yakıt tankları hafif yakıt, yağ tankları yağ ve tatlı su tankları dolu, tüm balast tankları, çamur tankı, pis su ve kirli yağ tankları ile atık tankı boş olacaktır.

Yukarıda belirtilen yükleme durumuna göre ağırlıklar ve ağırlık merkezleri bir tablo halinde gösterilebilir. Bu tablodan yararlanarak geminin bu yükleme durumu için toplam ağırlığını ve 0. postaya göre boyuna ağırlık merkezinin yerini bulmak mümkündür.

Tablo (4.17)' de ağırlıklar (ton) ve LCG değerleri de (m) olarak tanımlanmıştır.

Bu yükleme durumunda geminin toplam ağırlığı ve ağırlık merkezinin boyuna yeri şu şekildedir.

$$\begin{aligned}\Sigma W &= 24297.29 \text{ ton} \\ \Sigma(W.LCG) &= 1859049.558 \text{ ton-m} \\ LCG_{\text{GEMİ}} &= 76.513 \text{ m} \\ &= 4.013 \text{ m Başa}\end{aligned}$$

TABLO (4.17)

Gurubu	Ağırlığı	LCG	Gurubu	Ağırlığı	LCG
Çelik Tekne	3800.000	77.67	D.B. 6 P	36.45	26.68
Teçhizat	1070.000	72.5	Günlük S	5.50	24.60
Makina ve Yd	576.333	18.40	Günlük S	5.50	25.80
Üst Binalar	419.097	16.54	Depo S	31.31	26.46
-Ağır Yakıt-			Dinlendirme	10.99	27.60
D.B. 4 P&S	722.4	62.60	-Yağ Tankl.-		
D.B. 3 P&S	729.48	83.60	Sirkülasyon	11.05	18.00
- Anbarlar -			Sirkülasyon	6.70	16.01
I	4925.000	125.24	Sirkülasyon	14.94	17.61
III	6289.20	83.23	Sirkülasyon	15.71	19.21
V	5347.68	40.41	Sirkülasyon	13.33	21.65
-Tatlı Su T-			Depo S	6.17	14.41
Tatlı Su	117.10	4.90	Depo S	20.44	21.60
Besleme Suyu	26.46	11.06	Depo S	7.19	14.41
içme Suyu	20.00	-0.10	Depo S	7.46	16.01
-Hafif Yak.-			-Diğer Tan.-		
D.B. 7 S	51.41	25.12	Soğutma Suyu	10.39	16.35

Geminin sakin suda trimsiz durumda yüzmesini sağlamak amacıyla aşağıdaki tankalar tam olarak balast doldurulmuştur.

- Balast -

Kıç Pık

D.B. 5 P&S

Kanat 4 P&S

Kanat 5 P&S

Ayrıca I numaralı anbarda 208.7 ton' luk bir eksiltme yapılarak ağırlığı 4716.3 ton' a indirilmiştir.

Bu durumda toplam ağırlık, toplam ağırlık momenti, ağırlık merkezi ve deplasmana karşılık gelen LCB değerleri aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned}
 \Sigma W &= 25926.57 \text{ ton} \\
 \Sigma(W.LCG) &= 1910310.688 \text{ ton-m} \\
 LCG_{GEMY} &= 73.681 \text{ m} \\
 LCB &= 74.681 \text{ m}
 \end{aligned}$$

b) I, III ve V numaralı anbarlar cevher, 2, 3, ve 4 numaralı kanat tankları balast, yağ tankları yağ, ağır ve hafif yakıt tankları ağır ve hafif yakıt ve tatlı su tankları dolu, diğer balast tankları, çamur tankı atık tankı pis su ve kirli yağ tankları boş olacaktır.

Belirtilen yükleme durumuna göre ağırlıklar ve ağırlık merkezleri bir tablo halinde gösterilebilir. Bu tablodan yararlanarak geminin bu yükleme durumu için toplam ağırlığını ve 0. postaya göre boyuna ağırlık merkezinin yerini bulmak mümkündür.

TABLO (4.18)

Gurubu	Ağırlığı	LCG	Gurubu	Ağırlığı	LCG
Çelik Tekne	3800.000	77.67	Günlük S	5.50	25.80
Tecizat	1070.000	72.5	Depo S	31.31	26.46
Makina ve Yd	576.333	18.40	Dinlendirme	10.99	27.60
Üst Binalar	419.097	16.54	-Yağ Tankl.-		
-Ağır Yakıt-			Sirkülasyon	11.05	18.00
D.B. 4 P&S	722.4	62.60	Sirkülasyon	6.70	16.10
D.B. 3 P&S	729.48	83.60	Sirkülasyon	14.94	17.61
- Anbarlar -			Sirkülasyon	15.71	19.21
I	4925.000	125.24	Sirkülasyon	13.33	21.65
III	6289.20	83.23	Depo S	6.17	14.41
V	5347.68	40.41	Depo S	20.44	21.60
- Balast T -			Depo S	7.19	14.41
Kanat 2 P&S	489.31	105.18	Depo S	7.46	16.01
Kanat 3 P&S	494.52	83.60	-Diğer Tan.-		
Kanat 4 P&S	494.52	62.00	Soğutma Suyu	10.39	16.35
-Hafif Yak.-			- Tatlı Su -		
D.B. 7 S	51.41	25.12	Tatlı Su	117.10	4.90
D.B. 6 P	36.45	26.68	Besleme Suyu	26.46	11.06
Günlük S	5.50	24.60	içme Suyu	20.00	-0.10

Tablo (4.18)' de ağırlıklar (ton) ve LCG değerleri de (m) olarak tanımlanmıştır.

Bu yükleme durumunda geminin toplam ağırlığı ve ağırlık merkezinin boyuna yeri şu şekildedir.

$$\begin{aligned}
\Sigma W &= 25962.9 \text{ ton} \\
\Sigma(W.LCG) &= 1986565.328 \text{ ton-m} \\
LCG_{GEMY} &= 76.515 \text{ m} \\
&= 4.016 \text{ m Başa}
\end{aligned}$$

Geminin sakin suda trimsiz durumda yüzmesini sağlamak amacıyla aşağıdaki tankalar tam olarak balast doldurulmuştur.

- Balast -

Kıç Pik

D.B. 5 P&S

Kanat 5 P&S

Ayrıca I numaralı anbarda 488.36 ton' luk bir eksiltme yapılarak ağırlığı 4436.64 ton' a indirilmiştir.

Bu durumda toplam ağırlık, toplam ağırlık momenti, ağırlık merkezi ve deplasmana karşılık gelen LCB değerleri aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned}
\Sigma W &= 26817.57 \text{ ton} \\
\Sigma(W.LCG) &= 1972141.688 \text{ ton-m} \\
LCG_{GEMY} &= 73.541 \text{ m} \\
LCB &= 74.541 \text{ m}
\end{aligned}$$

4 . 1 . 4 . 4 . - HOMOJEN YÜKLÜ DURUM

I, II, III, IV ve V anbarları yük yoğunluğunun 0.7 ton/m³ olan homojen yükle, yakıt, yağ ve tatlı su tankları tamamen dolu, balast tankları, kirli yağ, pis su, atık ve çamur tankları boş olacaktır.

Yukarıda belirtilen yükleme durumuna göre ağırlıklar ve ağırlık merkezleri bir tablo halinde gösterilebilir. Bu tablodan yararlanarak geminin bu yükleme durumu için toplam ağırlığını ve 0. postaya göre boyuna ağırlık merkezinin yerini bulmak mümkündür.

Bu yükleme durumunda geminin toplam ağırlığı ve ağırlık merkezinin boyuna yeri şu şekildedir.

$$\begin{aligned}\Sigma W &= 24484.55 \text{ ton} \\ \Sigma(W.LCG) &= 1856594.060 \text{ ton-m} \\ LCG_{GEMİ} &= 75.827 \text{ m} \\ &= 3.327 \text{ m Başa}\end{aligned}$$

Geminin sakin suda trimsiz durumda yüzmesini sağlamak amacıyla aşağıdaki tankalar tam olarak balast doldurulmuştur.

- Balast -

Kıç Pik

D.B. 5 P&S

Kanat 5 P&S

Bu durumda toplam ağırlık, toplam ağırlık momenti, ağırlık merkezi ve deplasmana karşılık gelen LCB değerleri aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned}\Sigma W &= 25827.01 \text{ ton} \\ \Sigma(W.LCG) &= 1903332.538 \text{ ton-m} \\ LCG_{GEMİ} &= 73.695 \text{ m} \\ LCB &= 73.695 \text{ m}\end{aligned}$$

TABLO (4.19)

Gurubu	Ağırlığı	LCG	Gurubu	Ağırlığı	LCG
Çelik Tekne	3800.000	77.67	D.B. 6 P	36.45	26.68
Teçhizat	1070.000	72.5	Günlük S	5.50	24.60
Makina ve Yd	576.333	18.40	Günlük S	5.50	25.80
Üst Binalar	419.097	16.54	Depo S	31.31	26.46
- Anbarlar -			Dinlendirme	10.99	27.60
I	2722.38	125.24	-Yağ Tankl.-		
II	3497.82	104.83	Sirkülasyon	11.05	18.00
III	3501.36	83.23	Sirkülasyon	6.70	16.01
IV	3507.33	61.62	Sirkülasyon	14.94	17.61
V	3332.99	40.41	Sirkülasyon	15.71	19.21
-Ağır Yakıt-			Sirkülasyon	13.33	21.65
D.B. 4 P&S	722.4	62.60	Depo S	6.17	14.41
D.B. 3 P&S	729.48	83.60	Depo S	20.44	21.60
Günlük P	16.36	18.40	Depo S	7.19	14.41
Depo P	106.68	21.05	Depo S	7.46	16.01
Taşıntı P	19.23	20.99	-Tatlı Su T-		
Günlük P	16.36	21.60	Tatlı Su	117.10	4.90
Dinlendirme	28.63	26.00	Besleme Suyu	26.46	11.06
-Hafif Yak.-			İçme Suyu	20.00	-0.10
D.B. 7 S	51.41	25.12	-Diğer Tan.-		
			Soğutma Suyu	10.39	16.35

Yukarıda verilen tablo (4.19)' da ağırlıklar (ton) ve LCG değerleri de (m) olarak tanımlanmıştır.

4 . 1 . 4 . 5 . - TAHİL YÜKLÜ DURUM

a) Yük yoğunluğu = 0.785 ton//m³ olması durumunda

- I. anbar = % 84.89 dolu
- II. anbar = % 100.00 dolu
- III. anbar = % 100.00 dolu
- IV. anbar = % 52.96 dolu
- V. anbar = % 100.00 dolu

Bunlara ek olarak ağır ve hafif yakıt tankları, yağ tankları ve tatlı su tankları tamamen dolu, balast tankları, çamur, atık, pis su ve kirli yağ tankları boş olacaktır.

Yukarıda belirtilen yükleme durumuna göre ağırlıklar ve ağırlık merkezleri bir tablo halinde gösterilebilir. Bu tablodan yararlanarak geminin bu yükleme durumu için toplam ağırlığını ve 0. postaya göre boyuna ağırlık merkezinin yerini bulmak mümkündür.

Bu yükleme durumunda geminin toplam ağırlığı ve ağırlık merkezinin boyuna yeri şu şekildedir.

$$\begin{aligned}
 \Sigma W &= 24484.6 \text{ ton} \\
 \Sigma(W.LCG) &= 1880418.169 \text{ ton-m} \\
 LCG_{gemy} &= 76.8 \text{ m} \\
 &= 4.3 \text{ m Başa}
 \end{aligned}$$

Tablo (4.20)' de ağırlıklar (ton) ve LCG değerleri de (m) olarak tanımlanmıştır.

TABLO (4.20)

Gurubu	Ağırlığı	LCG	Gurubu	Ağırlığı	LCG
Çelik Tekne	3800.000	77.67	D.B. 6 P	36.45	26.68
Teçhizat	1070.000	72.5	Günlük S	5.50	24.60
Makina ve Yd	576.333	18.40	Günlük S	5.50	25.80
Üst Binalar	419.097	16.54	Depo S	31.31	26.46
- Anbarlar -			Dinlendirme	10.99	27.60
I	2790.000	125.24	-Yağ Tankı.-		
II	3935.16	104.83	Sirkülasyon	11.05	18.00
III	3939.14	83.23	Sirkülasyon	6.70	16.01
IV	2147.91	61.62	Sirkülasyon	14.94	17.61
V	3749.72	40.41	Sirkülasyon	15.71	19.21
-Ağır Yakıt-			Sirkülasyon	13.33	21.65
D.B. 4 P&S	722.4	62.60	Depo S	6.17	14.41
D.B. 3 P&S	729.48	83.60	Depo S	20.44	21.60
Günlük P	16.36	18.40	Depo S	7.19	14.41
Depo P	106.68	21.05	Depo S	7.46	16.01
Taşıntı P	19.23	20.99	-Tatlı Su T-		
Günlük P	16.36	21.60	Tatlı Su	117.10	4.90
Dinlendirme	28.63	26.00	Besleme Suyu	26.46	11.06
-Hafif Yak.-			İçme Suyu	20.00	-0.10
D.B. 7 S	51.41	25.12	-Diğer Tan.-		
			Soğutma Suyu	10.39	16.35

Geminin sakin suda trimsiz durumda yüzmesini sağlamak amacıyla aşağıdaki tankalar tam olarak balast doldurulmuş.

- Balast -

Kıç Pik

D.B. 5 P&S

Kanat 4 P&S

Kanat 5 P&S

Ayrıca I numaralı anbarda 500 ton' luk bir eksiltme yapılarak ağırlığı 2290 ton' a ve II numaralı anbarda da 395 ton' luk bir eksiltme yapılarak ağırlığı 3540.16 ton' a indirilmiştir.

Bunların yanında D.B. 3 P&S hafif yakıt tankı tamamen boşaltılmıştır.

Bu durumda toplam ağırlık, toplam ağırlık momenti, ağırlık merkezi ve deplasmana karşılık gelen LCB değerleri aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned}
 \Sigma W &= 24252.10 \text{ ton} \\
 \Sigma(W.LCG) &= 1792804.509 \text{ ton-m} \\
 LCG_{\text{genel}} &= 73.924 \text{ m} \\
 LCB &= 73.928 \text{ m}
 \end{aligned}$$

b) Yük yoğunluğu = 0.642 ton//m³ olması durumunda

- I. anbar = % 100 dolu
- II. anbar = % 100 dolu
- III. anbar = % 100 dolu
- IV. anbar = % 100 dolu
- V. anbar = % 100 dolu

Bunlara ek olarak ağır ve hafif yakıt tankları, yağ tankları ve tatlı su tankları tamamen dolu, balast tankları, çamur, atık, pis su ve kirli yağ tankları boş olacaktır.

Belirtilen yükleme durumuna göre ağırlıklar ve ağırlık merkezleri bir tablo halinde gösterilebilir. Bu

tablodan yararlanarak geminin bu yükleme durumu için toplam ağırlığını ve 0. postaya göre boyuna ağırlık merkezinin yerini bulmak mümkündür.

TABLO (4.21)

Gurubu	Ağırlığı	LCG	Gurubu	Ağırlığı	LCG
Çelik Tekne	3800.000	77.67	D.B. 6 P	36.45	26.68
Teçhizat	1070.000	72.5	Günlük S	5.50	24.60
Makina ve Yd	576.333	18.40	Günlük S	5.50	25.80
Üst Binalar	419.097	16.54	Depo S	31.31	26.46
- Anbarlar -			Dinlendirme	10.99	27.60
I	2505.900	125.24	-Yağ Tankl.-		
II	3219.67	104.83	Sirkülasyon	11.05	18.00
III	3222.29	83.23	Sirkülasyon	6.70	16.01
IV	3228.42	61.62	Sirkülasyon	14.94	17.61
V	3067.94	40.41	Sirkülasyon	15.71	19.21
-Ağır Yakıt-			Sirkülasyon	13.33	21.65
D.B. 4 P&S	722.4	62.60	Depo S	6.17	14.41
D.B. 3 P&S	729.48	83.60	Depo S	20.44	21.60
Günlük P	16.36	18.40	Depo S	7.19	14.41
Depo P	106.68	21.05	Depo S	7.46	16.01
Taşıntı P	19.23	20.99	-Tatlı Su T-		
Günlük P	16.36	21.60	Tatlı Su	117.10	4.90
Dinlendirme	28.63	26.00	Besleme Suyu	26.46	11.06
-Hafif Yak.-			İçme Suyu	20.00	-0.10
D.B. 7 S	51.41	25.12	-Diğer Tan.-		
			Soğutma Suyu	10.39	16.35

Yukarıda verilen tablo (4.21)' de ağırlıklar (ton) ve LCG değerleri de (m) olarak tanımlanmıştır.

Bu yükleme durumunda geminin toplam ağırlığı ve ağırlık merkezinin boyuna yeri şu şekildedir.

$$\begin{aligned}
 \Sigma W &= 23166.89 \text{ ton} \\
 \Sigma(W.LCG) &= 1749199.370 \text{ ton-m} \\
 LCG_{GEMİ} &= 75.504 \text{ m} \\
 &= 3.004 \text{ m Başa}
 \end{aligned}$$

Geminin sakin suda trimsiz durumda yüzmesini sağlamak amacıyla aşağıdaki tank tam olarak boşaltılmıştır.

- Balast -
Kıç Pik

Ayrıca D.B. 5 P&S tankında 620.33 ton' luk bir kısım doldurulmuştur.

Bu durumda toplam ağırlık, toplam ağırlık momenti, ağırlık merkezi ve deplasmana karşılık gelen LCB değerleri aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned}
 \Sigma W &= 24002.96 \text{ ton} \\
 \Sigma(W.LCG) &= 1775351.858 \text{ ton-m} \\
 LCG_{GEMİ} &= 73.964 \text{ m} \\
 LCB &= 73.963 \text{ m}
 \end{aligned}$$

c) Yük yoğunluğu = 0.543 ton//m³ olması durumunda

- I. anbar = % 100 dolu
- II. anbar = % 100 dolu
- III. anbar = % 100 dolu

IV. anbar = % 100 dolu

V. anbar = % 100 dolu

Bunlara ek olarak ağır ve hafif yakıt tankları, yağ tankları ve tatlı su tankları tamamen dolu, balast tankları, çamur, atık, pis su ve kirli yağ tankları boş olacaktır.

Yukarıda belirtilen yükleme durumuna göre ağırlıklar ve ağırlık merkezleri bir tablo halinde gösterilebilir. Bu tablodan yararlanarak geminin bu yükleme durumu için toplam ağırlığını ve 0. postaya göre boyuna ağırlık merkezinin yerini bulmak mümkündür.

Bu yükleme durumunda geminin toplam ağırlığı ve ağırlık merkezinin boyuna yeri şu şekildedir.

$$\begin{aligned}
 \Sigma W &= 20822.17 \text{ ton} \\
 \Sigma(W.LCG) &= 1558096.948 \text{ ton-m} \\
 LCG_{GEMİ} &= 74.829 \text{ m} \\
 &= 2.329 \text{ m Başa}
 \end{aligned}$$

Geminin sakin suda trimsiz durumda yüzmesini sağlamak amacıyla kış pik tankında 143.74 ton' luk balast alınmıştır.

Bu durumda toplam ağırlık, toplam ağırlık momenti, ağırlık merkezi ve deplasmana karşılık gelen LCB değerleri aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned}
 \Sigma W &= 20965.74 \text{ ton} \\
 \Sigma(W.LCG) &= 1558551.166 \text{ ton-m} \\
 LCG_{GEMİ} &= 74.338 \text{ m} \\
 LCB &= 74.338 \text{ m}
 \end{aligned}$$

TABLO (4.22)

Gurubu	Ağırlığı	LCG	Gurubu	Ağırlığı	LCG
Çelik Tekne	3800.000	77.67	D.B. 6 P	36.45	26.68
Tecizat	1070.000	72.5	Günlük S	5.50	24.60
Makina ve Yd	576.333	18.40	Günlük S	5.50	25.80
Üst Binalar	419.097	16.54	Depo S	31.31	26.46
- Anbarlar -			Dinlendirme	10.99	27.60
I	2120.37	125.24	-Yağ Tankl.-		
II	2724.34	104.83	Sirkülasyon	11.05	18.00
III	2727.10	83.23	Sirkülasyon	6.70	16.01
IV	2731.74	61.62	Sirkülasyon	14.94	17.61
V	2595.95	40.41	Sirkülasyon	15.71	19.21
-Ağır Yakıt-			Sirkülasyon	13.33	21.65
D.B. 4 P&S	722.4	62.60	Depo S	6.17	14.41
D.B. 3 P&S	729.48	83.60	Depo S	20.44	21.60
Günlük P	16.36	18.40	Depo S	7.19	14.41
Depo P	106.68	21.05	Depo S	7.46	16.01
Taşıntı P	19.23	20.99	-Tatlı Su T-		
Günlük P	16.36	21.60	Tatlı Su	117.10	4.90
Dinlendirme	28.63	26.00	Besleme Suyu	26.46	11.06
-Hafif Yak.-			İçme Suyu	20.00	-0.10
D.B. 7 S	51.41	25.12	-Diğer Tan.-		
			Soğutma Suyu	10.39	16.35

Yukarıda verilen tablo (4.22)' de ağırlıklar (ton) ve LCG değerleri de (m) olarak tanımlanmıştır.

4 . 1 . 5 . - SEÇİLEN DALGA FORMU

Gemi boyuna eşit ve yüksekliği $L/25$ olan bir trokoidal dalga, dalga tepesi gemi ortasına gelecek şekilde seçilmiştir. Bu dalga profilinin boy eksenine göre ordinat değerleri tablo (4.23)' de verilmektedir.

4 . 1 . 6 . - ORTA KESİT ATALET MOMENTİ

Orta kesit atalet momentine kesitteki tüm boyuna elemanların dahil olduğu yani kesitteki boyuna elemanların boyuna mukavemete efektif olarak katıldığı kabul edilmektedir. Bu durumda elemanları şu şekilde guruplara ayırabiliriz.

- 1) Güverte kaplaması
- 2) Güverte altı boyuna postaları
- 3) Borda kaplaması
- 4) Dip kaplama
- 5) Boyuna dip postaları
- 6) iç dip kaplaması
- 7) Boyuna ters dip postaları
- 8) Merkez dip görder
- 9) Yan görderler
- 10) Boyuna borda postaları
- 11) Boyuna güverte altı görderleri

Bu elemanların alan ve atalet momentleri hesaplanarak sonuçta orta kesit tarafsız ekseninin dip kalıp taban çizgisinden uzaklığı (m) ve orta kesit atalet momenti (m^4) aşağıdaki değerlerde bulunmuştur.

Tarafsız eksen = 4.259 m

Atalet momenti = 40.8769 m^4

4 . 1 . 7 . - KESİT ATALET MOMENTİ DAĞILIMI

Kesit atalet momentinin dağılımı için çelik tekne ağırlık dağılımının benzeri kabul yapılmıştır. Burada geminin paralel gövdesi boyunca kesit atalet momentinin sabit olduğu ve baş ve kıç kaimelere doğru lineer azaldığı kabul edilmektedir.

4 . 2 . - SINIFLANDIRMA KURULUŞLARINA GÖRE BOYUNA MUKAVEMET HESAPLARI

4 . 2 . 1 . - DET NORSKE VERITAS

Formül 3.10 ve 3.11' den sakin su halindeki düşey eğilme momenti değerleri elde edilir.

$$M_s = M_{so}$$

$$M_{so} = f_{sm} C_{wu} L^2 B (C_b + 0.7)$$

$$f_{sm} = 0.078 \quad \text{Sarkma durumu incelenmektedir.}$$

$$C_{wu} = C_w = 8.9$$

$$L = 145.00 \text{ m}$$

$$B = 22.40 \text{ m}$$

$$C_b = 0.77$$

$$M_{so} = 480602 \text{ kNm}$$

Formül 3.13 ve 3.14' den sakin sudaki kesme kuvveti değerleri elde edilir.

$$Q_s = Q_{sL}$$

$$Q_{sL} = 0.8 Q_w$$

Formül 3.15 ve 3.16' dan dalgadan dolayı meydana

gelen eğilme momenti değeri elde edilir.

$$M_W = M_{W0}$$

$$M_{W0} = f_{wm} C_W L^2 B (C_B + 0.7)$$

$$f_{wm} = 0.057 \quad \text{Sarkma durumu incelenmektedir.}$$

$$C_W = 8.9$$

$$L = 145.00 \text{ m}$$

$$B = 22.40 \text{ m}$$

$$C_B = 0.77$$

$$M_{W0} = 351209 \text{ kNm}$$

Formül 3.18' den gemi boyunca meydana gelen kesme kuvveti değeri elde edilir.

$$Q_W = k_{wq} C_W L B (C_B + 0.7)$$

$$k_{wq} = 0.15 \quad \text{Kıç kaimesinden 0.4L ve 0.6L arasındaki bölgede inceleme yapılmaktadır.}$$

$$Q_W = 6374.04 \text{ kN}$$

Bu durumda sakin su halindeki kesme kuvveti değeri şu şekildedir.

$$Q_S = 0.8 Q_W = 5099.2 \text{ kN}$$

Formül 3.21' den tarafsız eksene görer minimum kesit modülü elde edilir.

$$a = 1.0 \quad \text{Gemiler için}$$

$$f_1 = 1.0$$

$$C_{W0} = 8.82027$$

$$Z_0 = 6056523.775 \text{ cm}^3$$

Formül 3.22' den kesit modülü için şu değer elde edilir.

$$\sigma_L = 135 \text{ f}_1 \text{ N/mm}^2 = 135 \text{ N/mm}^2$$

$$Z = 6111248.93 \text{ cm}^3$$

Bu durumda kesit modülü olarak formül 3.22' den elde edilen değer alınacaktır.

Formül 3.26' dan yatay tarafsız eksene göre minimum atalet momenti elde edilir.

$$I = 2.6584 \times 10^9 \text{ cm}^4$$

4.2.2.- AMERICAN BUREAU of SHIPING

Formül 3.46' dan minimum kesit modülü değeri elde edilir.

$$SM = M_T / f_P$$

$$f_P = 1.60436$$

$$61 \leq L \leq 240 \text{ m}$$

Formül 3.47' den kesit modülü için alt sınır değeri elde edilir.

$$C_1 = 8.82027$$

$$SM = 60565.238 \text{ m}^2 \text{ de cm olarak}$$

Formül 3.49' dan mmastori kesitteki atalet momenti değeri elde edilir.

$$I = 257535.468 \text{ m}^2 \text{ de cm}^2 \text{ olarak}$$

Formül 3.50' den toplam eğilme momenti değeri elde edilir.

$$M_T = M_S + M_W$$

Formül 3.51' den sakin sudaki eğilme momenti değeri elde edilir.

$$C_{ST} = 0.0058$$

$$M_s = 41378.683 \text{ ton-m}$$

Formül 3.52' den dalgadan dolayı eğilme momenti değeri elde edilir.

$$K_B = 1.021$$

$$C_2 = 0.01974$$

$$H = 6.147$$

$$M_w = 58347.214 \text{ ton-m}$$

Bu durumda toplam eğilme momenti değeri şu şekilde olacaktır.

$$M_r = 99725.897 \text{ ton-m}$$

Buradan da minimum kesit modülü değeri şu şekilde hesaplanır.

$$SM = 62159.301 \text{ m}^2 \text{ de cm olarak}$$

Bu durumda formül 3.49' daki kesit atalet momenti değeri şu şekilde değişecektir.

$$I = 264313.745 \text{ m}^2 \text{ de cm}^2 \text{ olarak}$$

Formül 3.53' den boyuna perdesi olmayan gemiler için borda kaplamasındaki toplam kesme kuvveti elde edilir.

$$f_s = (F_{sw} + F_w) m / (2tI)$$

$$m = 1.93535 \times 10^9 \text{ Güverte kaplaması için}$$

$$= 1.22808 \times 10^9 \text{ Dip kaplaması için}$$

$$= 601373175 \text{ iç dip kaplaması için}$$

$$t = 14.5 \text{ mm}$$

Formül 3.54' den dalgadan dolayı meydana gelen

maksimum kesme kuvveti elde edilir.

$$K = 1.6 \quad 0.4L \text{ ve } 0.6L \text{ arasında}$$

$$F_w = 643.831 \text{ ton}$$

Formül 3.55' den sakin sudaki kesme kuvveti değeri elde edilir.

$$F_{sw} = 1426.851 \text{ ton}$$

4 . 2 . 3 . - NIPPON KAIJI KYOKAI

Formül 3.66' dan kesit modülü değerleri elde edilir.

$$Z_{\sigma} = 5.72 (M_s + M_w)$$

M_s = Hesaplanması konusunda hiç bir kısıt getirilmemiştir. Kuruluşun kabul edeceği herhangi bir yöntemle hesaplanabilir. Gemi için dizaynda kullanılan 9 farklı yükleme durumu için yapılan hesaplarda maksimum sakin su eğilme momenti değeri şu şekilde bulunmuştur.

$$M_s = 44600 \text{ ton-m}$$

$$C_1 = 48.5$$

$$C_2 = 1 \quad 0.4L \text{ ve } 0.6L \text{ arasında}$$

$$M_w = 3663329.393 \text{ kNm sarkma durumunda}$$

$$Z_{\sigma} = 23456892.849 \text{ cm}^3$$

Formül 3.67' den gemi orta kesiti için minimum kesit modülü değeri elde edilir.

$$W_{min} = 33302994.48 \text{ cm}^3$$

Formül 3.68' den gemi orta kesiti için minimum kesit atalet momenti değeri elde edilir.

$$I = 1.44868 \times 10^{10} \text{ cm}^4$$

$$F_w = 0.37 C_1 C_3 L B (C_B + 0.7)$$

$$C_3 = 0.7 \quad 0.4L \text{ ve } X_1 \text{ arasında}$$

$$X_1 = 0.579L$$

$$F_w = 56486.038 \text{ kN}$$

Dizayn sırasında 9 farklı yükleme durumu için yapılan hesaplarda elde edilen maksimum sakin su kesme kuvveti değeri şu şekildedir.

$$F_s = 2260 \text{ ton} = 22170 \text{ kN}$$

4 . 2 . 4 . - TÜRK LOYDU

Formül 3.78' den deniz şartlarındaki toplam boyuna eğilme momenti elde edilir.

$$M_T = M_{sw} + M_{wv}$$

$$C_0 = 8.82027$$

$$C_1 = 2.52008$$

$$C_2 = 0.36450$$

$$M_{wv} = 432609.331 \text{ kNm}$$

M_{sw} = Bu değer in hesaplanması için kuruluşun onayladığı bir hesap yöntemi kullanılabilir. Dizaynda bulunan maksimum sakin su eğilme momenti değeri şu şekildedir.

$$M_{sw} = 44600 \text{ ton-m}$$

$$= 437526 \text{ kNm}$$

$$M_T = 870135.331 \text{ kNm}$$

Formül 3.80' den herhangi bir (x) kesitindeki toplam düşey kesme kuvveti değeri elde edilir.

$$Q_T(x) = Q_{SW}(x) + Q_W(x) \text{ kN}$$

Formül 3.81' den dalgadan dolayı düşey kesme kuvveti değeri elde edilir.

$$C_q = 1.8 \quad x/L = 0.45' \text{ den } 0.55' \text{ e kadar}$$

$$Q_W = 5585.139 \text{ kN}$$

Sakin sudaki kesme kuvveti değeri için kuruluş herhangi bir sınırlama getirmemiş ve onaylanan bir hesap yöntemi ile yapılmış olan kesme kuvveti hesabını kabul etmiştir.

$$Q_{SW} = 2260 \text{ ton} = 22170 \text{ kN}$$

Formül 3.83'den güverte veya dibe göre hesaplanan kesit modülü değeri elde edilir.

$$\sigma_P = 150 \text{ N/mm}^2$$

$$W = 5.801 \text{ m}^3$$

Formül 3.84' den güverte veya dibe göre minimum kesit modülü elde edilir.

$$C = 8.82027$$

$$W_{min} = 6.05653 \text{ m}^3$$

Formül 3.85' den orta kesit atalet momenti değeri elde edilir.

$$I = 26.346 \text{ m}^4$$



BÖLÜM 5 - BOYUNA MUKAVEMET HESAPLARI için YAPILAN BİLGİSAYAR PROGRAMIN ANLATILMASI

Gemilerin, çeşitli yükleme durumlarında bünyesinde meydana gelen kesme kuvveti, eğilme momenti değerlerinin hesaplanması ve belirlenen kesitlerdeki gerilmelerin tayini için bir boyuna mukavemet programı yapılmıştır.

Bu program, aynı geminin farklı yüklemeler sonucu bünyesinde meydana gelen kesme kuvveti ve eğilme momenti değerlerinin tekrar tekrar hesaplanmasında zamandan kazanmak bakımından yardımcı olacaktır.

Yapılmış olan bu program, gerçekte, birkaç küçük programın belirlenmiş bir sırayla çalıştırılması esasına dayanmaktadır. Bu küçük programlar, dataların programlara girilme ve sonuçların programlardan alınma şekli bakımından hem teker teker hem de bir bütün olarak kullanılabilirler.

Programların çalıştırılabilmesi için üç ana data gurubu mevcuttur. Bunlardan birincisi geminin hidrostatik hesaplarının yapılabilmesi için gerekli olan form değerleridir. İkinci data gurubu geminin orta kesitinin yatay tarafsız ekseninin ve bu tarafsız eksene göre atalet momentinin hesaplanması için boyuna mukavemete efektif olarak katılan boyuna elemanlarla ilgili değerlerdir. Üçüncü ve son data gurubu ise geminin bünyesinde kesme kuvvetleri, eğilme momentleri ve sonuçta gerilmeler ve sehim meydana getiren yükleme durumunu belirten değer-

lerdir. Programa bu data gurupları hazırlanmış olan editörlerle girilmektedir.

İlk editör incelenmekte olan geminin form değerlerinin girilmesi içindir. Bu değerler geminin boyutları ve ofset tablosu değerleri olarak ikiye ayrılmaktadır. Gemi boyutları ve ofset tablosu için ayrı ayrı data dosyaları açılarak datalar bu dosyalara atanır.

İlk editöre girilen değerlerin dosyaları açılarak hidrostatik hesaplar yapılır. Ayrıca, daha sonra çelik tekne ağırlığı hesabında kullanmak üzere, eğer geminin paralel gövdesi varsa paralel gövde hacmi ve baş ve kıç bölgelerin hacimleri yoksa sadece baş ve kıç bölgelerin hacimleri hesaplanır. Elde edilen sonuçlar ayrı bir grup dosyaya atanır.

İkinci editör, gemi orta kesitinde boyuna mukavemete efektif olarak katılan boyuna elemanlara ait datalar içindir. Bu datalar dikdörtgen kesitli elemanların sadece boyutları ve kesit tarafsız ekseninin gemi tabanına olan uzaklıkları şeklinde girilirken profiller için bu datalar profil kesit alanı, kesitlerinin tarafsız eksenine göre atalet momenti ve bu tarafsız eksenin gemi tabanına olan uzaklığı şeklinde olmaktadır.

Profiller için girilmiş olan kesit alan, atalet momenti ve uzaklık değerleri daha sonra kullanılmak üzere dosyalara atanırken dikdörtgen kesitli elemanlar için girilen boyutlar ilk önce kesit alanları ve kesit atalet momentleri hesabında kullanılırlar. Daha sonra, bulunan bu değerler dosyalara aktarılır.

İkinci editörün çalışması bittikten sonra sıradaki program çalışmaya başlayarak ikinci editörün hazırlamış olduğu kesit alanı ve kesit tarafsız ekseninin gemi dibine uzaklığı dosyalarını açar. Bu dosyalardan okunan değerler ile gemi kesitinin tarafsız ekseninin gemi

dibinden olan uzaklığı hesaplanır. Daha sonra da kesitteki her elemanın tarafsız eksene olan uzaklıkları hesaplanarak dosyalanır.

Elemanların, kesit tarafsız eksenlerinin gemi kesiti tarafsız eksenine olan uzaklıklarının ve elemanların kesit atalet momentlerinin yüklenmiş olduğu dosyalardan bu değerler okunarak gemi kesitinin tarafsız eksene göre atalet momenti hesabı yapılır ve dosyalanır. Eğer istenirse programa orta kesit atalet momenti değeri doğrudan girilerek standart atalet momenti dağılımı kullanılabilir.

Atalet momenti dağılımı çeşitli şekillerde olabilir. Birincisi standart olarak verilen dağılımdır. Yani geminin herhangi bir kesitindeki atalet momenti dağılımı mastorideki atalet momenti değerinin oranı olarak verilmiştir. Bu standart değer programda grafik olarak gösterilmiştir. İkinci olarak geminin belirli kesitlerindeki kesit atalet momenti değerleri girilebilir. Bu durumda ara değerler lineer interpolasyonla elde edilmektedir. Üçüncü şekil ise, herbir kesit için kesit atalet momenti değerlerinin teker teker girilmesidir.

Üçüncü editör ise, gemi üzerinde olduğu kabul edilen ağırlık dağılımı içindir. Burada belirlenmiş olan ağırlık guruplarının gemi üzerindeki konumları ve gerekli olan guruplar için yük yoğunlukları girilmektedir. Belirli ağırlık gurupları için verilmiş olan standart değerlerin seçilebilmesi de mümkündür.

Çelik tekne ağırlığı standart şekilde alınmamıştır. Program, ilk önce, geminin paralel boyunun olup olmadığını inceler daha sonra da geminin çelik tekne ağırlığının dağılımını hesaplar. Gemi çelik tekne ağırlığı ya programa doğrudan girilebilir ya da, çelik tekne ağırlığı standart da kullanılan formülle hesaplanabilir. Bu formüldeki üst binalar için olan kısım alınmamış ve

daha sonra incelenmiştir. Eğer, bu formül kullanılırsa geminin çelik tekne ağırlığının, paralel gövde varsa burada sabit ve baş ve kıç doğru giderken lineer olarak azaldığı ve gemi gövdesinin hacmiyle orantılı olduğu kabul edilmektedir. Bu durumda, ilk önce geminin paralel gövde hacmi ve baş ve kıç bölgelerin hacimlerinin atanmış olduğu dosyalar açılır. Bu hacimlerin, gemi gövde hacmindeki oranları, yapmış olduğumuz kabulden dolayı, bize bu bölgelerin çelik tekne ağırlığı içindeki oranlarını verecektir. Bu durumda her bölge için çelik tekne ağırlığı değerleri elde edilmiş olur. Çelik tekne ağırlığı dağılımı için yapmış olduğumuz kabule dayanarak dağılım ordinatları teker teker elde edilir.

Eğer gemi paralel gövdeli değilse bu durumda çelik tekne ağırlığı dağılımı daha farklı olacaktır. Dağılım, mastoride maksimum değere ulaşacak ve gemi baş ve kıçına doğru lineer olarak azalacaktır. Bu nedenle, geminin baş ve kıç bölgeleri için hesaplanmış olan hacim değerleri dosyalardan okunarak aynı şekilde gemi gövde hacmiyle oranlanır. Bu oranlardan da bu bölgelerin çelik tekne ağırlığı içindeki payları bulunur. Daha sonra da çelik tekne ağırlığı dağılımının ordinatları teker teker elde edilir. Bundan başka çelik tekne ağırlığı ordinatları her kesit için teker teker girilebilir veya BÖLÜM 2'de standart olarak belirtilmiş olan çelik tekne ağırlığı dağılımı kullanılabilir. Bu standart değer, yaklaşık sonuçlar elde etmek isteyen kullanıcılar için oldukça fazla kolaylık sağlamaktadır. Çelik tekne ağırlığı dağılımının girilmesinin bir başka yolu da geminin belirli yerlerindeki çelik tekne ağırlığı ordinatlarının girilmesi şeklindedir. Bu durumda çelik tekne ağırlığı dağılımı bu ordinatlar arasında lineer olarak kabul edilir ve ara değerler hesaplanır.

Gemi teçhizat ağırlığı da üç şekilde girilebilir. Birincisi yine standart olarak verilmiş olan formüller yardımıyla elde edilen ve gemi boyunca düzgün şekilde

dağıtılmış olan teçhizat ağırlığıdır. Bundan başka teçhizat ağırlığı, yine her ordinattaki değerlerin girilmesiyle veya belirli ordinatlardaki değerlerin girilmesi ve bu ordinatlar arasındaki değerler için lineer interpolasyon uygulanmasıyla elde edilebilir.

Tankların ağırlıklarının hesaplanması ise daha farklıdır. Tanklar, ballast tankları, yakıt tankları, içme suyu tankları, kullanma suyu tankları ve yağlama yağı tankları şeklinde guruplara ayrılır. Dolu olan tanklar editörden seçilerek işleme başlanır. İlk önce tankın içindek sıvının yoğunluğu, doluluk oranı (yüzde olarak) ve tank permeabilitesi girilir. Daha sonra editör sırayla tankın gemi üzerindeki yerini belirleyici sorularla tank boyutlarını hesaplayabileceği dataları alır. Bu datalarla her bir tankın toplam ağırlığını, ağırlık merkezini gemi üzerinde boyuna yerini ve tank bölgesindeki hesap kesitleri için ağırlık ordinatlarını hesaplar.

Anbarlar da yine tankaların ve ağırlığı ordinatlarının hesaplandığı yöntemle hesaplanmaktadır. Buradaki tek fark anbarlardaki yük yoğunluğudur. Giriş dataları ve sonuçta elde edilen değerlerin düzenleri yine tank hesaplarındaki düzenlerle aynı şekildedir.

Yarı sürekli yüklerden değerleri ise kreynler, anbar kapakları, makina ve makina dairesi teçhizatı ve üst bina ve donanımlarıdır.

Kreynler, anbar kapakları ve makina ağırlığı için bulundukları boyda düzgün yayılı olarak kabul edilmişlerdir. Yerleşim boyu, gemi üzerindeki yeri ve toplam ağırlığının girilmesi ile bu ağırlık gurupları için ağırlık ordinatları hesaplanabilir. Veya başka bir yöntem de, yine, teker teker ağırlık ordinatlarının girilmesidir. Makina ağırlığının sadece makina boyunca alınması gerekmektedir. Makina ağırlığı ya standart formülle ya da her ordinat için girilir.

Makina dairesi teçhizatının ağırlığının ise tüm makina dairesine yayılı olduğu kabul edilmektedir. Bu ağırlık gurubunun ağırlık ordinatları ya teker teker girilmeli ya da makina ağırlığının yüzdesi olarak verilmelidir.

Üst bina ağırlığı ise üç şekilde girilebilir. Birincisi üst binaların ağırlığını çelik tekne ağırlığının yüzdesi olarak kabul edilerek üst binaların olduğu bölgeye düzgün yayılması, ikincisi her kesitteki değerlerin teker teker girilmesi şeklindedir. Üçüncü şekil ise her üst bina güvertesi için ayrı ayrı, güverte altında kalan elemanların kesit alanları hesaplanır. Bu alan değerini o güverte boyuyla çarparak güverte boyuna düzgün olarak yayılmış olan ağırlığı bulmak mümkündür. Üst bina güvertelerinin boyları ve gemi üzerindeki yerleri programa girildiği için üst binanın toplam ağırlığını, ağırlık merkezini ve bulunduğu kesitlere gelen ağırlık ordinatlarını bulmak mümkündür.

Sonuçta her ağırlık gurubunun parçaları için ayrı ayrı dosyalar açılır ve bu dosyalara her parça için ağırlık, ağırlık merkezinin boyuna yeri ve ağırlık ordinatları değerleri atanır.

Ardından, geminin her bir ağırlık gurubuna ait dosyalar açılarak ağırlık ve ağırlık merkezi değerleri okunur ve geminin toplam ağırlığı ile ağırlık merkezinin boyuna yeri elde edilir. Geminin hidrosatik değerler dosyalarından deplasman ve boyuna hacim merkezi (LCB) değerleri okunur. Bu değerlere ayrı ayrı eğri uyumu uygulanarak hesaplanmış olan gemi ağırlığına karşılık gelen draft ve LCB değerleri bulunur. Bu LCB değeri ile hesaplanmış olan ağırlık merkezi değerinin çakışması gerekmektedir. Bunun için anbarlardaki yüklerde kaydırma yapmak yeterlidir. Yükler anbarlar arasında kaydırıldığı zaman hem deplasman değişmemiş hemde istenen ağırlık merkezi değeri elde edilebilmiş olur. Anbarlardaki yük

değişimi sonucu ağırlık ordinatlarındaki artma ve azalma miktarları belirlenir. Anbarların ağırlık, ağırlık ordinatları ve ağırlık merkezi dosyaları açılarak anbarlardaki son durumlar dosyalara işlenir.

En sonunda her ağırlık gurubuna ait ağırlık ordinatları dosyaları açılarak her kesite gelen ağırlık ordinatları toplanır ve gemi kesitlerine gelen toplam ağırlık ordinatları elde edilir. Elde edilen bu sonuçlar tekrar dosyalanır.

Sıra, geminin oturtulduğu dalga profilinin seçimine gelmektedir. Burada, profil şekli olarak sinüsoidal veya trokoidal dalga seçmek mümkündür. Veya istenirse herbir kesit için dalga ordinatlarını girilebilir.

Dalga yüksekliği, genelde kullanılan değerlerden biri, Lloyd's Register'ın vermiş olduğu değerlerden biri veya kullanıcı tarafından belirlenecek bir değer olarak alınabilir. Dalga boyunun gemi boyuyla aynı olması halinde, gemi üzerindeki kesme kuvveti ve eğilme momenti, dolayısıyla gerilme ve sehim için extremum değerleri elde edeceğimizi BÖLÜM 2' de belirtmiştik. Ancak geminin birden fazla dalga üzerindeki kesme kuvveti, eğilme momenti, gerilme ve sehim değerlerinin hesabına imkan vermek için dalga boyu seçimi kullanıcıya bırakılmıştır. Bu durumda, seçilen boydaki dalgalardan, gemi boyunun alabileceği kadar dalganın, gemi üzerinde olduğu kabul edilmektedir. Sonuçta dalga profilinin her kesitteki değeri elde edilerek dosyaya atama yapılır.

Gemini hidrostatik hesap sonuçlarının atanmış olduğu dosyalar açılarak her kesit için kesit alanları değerleri okunur. Bu, her kesitteki alan değerlerine eğri uyumu yapıldıktan sonra BÖLÜM 2' de verilmiş olan ilk yaklaşım formülü uygulanır. Bu durumdaki kesit alanları değerleri hesaplanarak yeni deplasman ve LCB değerleri

bulunur. Bulunan bu değerlere göre ikinci yaklaşım uygulanır ve tekrar deplasman ve LCB değerleri elde edilir. Bu işlem gerekli deplasman ve ağırlık merkezi sağlanana kadar tekrarlanır. Aynı kesit alanları, sephiye ordinatlarının kesit alanlarına uygulanan eğri uyumu işlemlerinde kullanılmasıyla da elde edilebilir. Bu seçenek de kullanıcıya sunulmuştur. Sonuçta elde edilen kesit alanı değerleri geminin yüzdüğü suyun yoğunluğuyla çarpılarak sephiye ordinatları elde edilir ve dosyalanır.

Ardından sephiye ve ağırlık ordinatlarının bulunduğu dosyalar açılarak değerler okunur ve boyuna mukavemet programına girilir. Bu ordinatların farklarından y k ordinatları elde edilir. Daha sonra da bu yük ordinatları kullanılarak kesme kuvveti ve eğilme momenti değerleri hesaplanır. Bu arada BÖLÜM 2' de açıklanan düzeltmeler de kesme kuvveti ve eğilme momenti değerlerine uygulanır. En son olarak da gerilme ve sehim hesapları her bir kesit için yapılarak sonuçlar dosyalanır.

Dosyalanmış olan bu sonuçlar kesit numaralarıyla beraber bir liste halinde ekrana veya printere dökülür.

BÖLÜM 6 - ÖRNEK GEMİ İÇİN PROGRAM SONUÇLARI

BOYUNA MUKAVEMET HESAPLARI

1a YÜKLEME DURUMU

DEPLASMAN = 10092.2

POSTA NO	q(x)	a(x)	p(x)	Σp(x)	k.kuv.th
0	26.45	0.00	26.45	0.00	0.00
1	58.88	0.00	58.88	42.67	0.70
2	88.25	0.00	88.25	116.23	1.40
3	68.50	0.00	68.50	194.61	2.10
4	86.45	4.99	81.46	269.59	2.80
5	103.49	10.59	92.90	356.77	3.50
6	111.78	17.80	93.99	450.21	4.20
7	91.16	26.80	64.36	529.39	4.90
8	85.93	38.42	47.51	585.32	5.60
9	30.02	50.98	-20.96	598.60	6.30
10	31.31	65.12	-33.81	571.22	7.00
11	32.60	78.26	-45.66	531.49	7.70
12	33.89	91.73	-57.84	479.74	8.40
13	35.18	102.13	-66.96	417.34	9.10
14	69.91	111.96	-42.05	362.84	9.80
15	71.20	119.09	-47.89	317.87	10.51
16	72.49	126.11	-53.62	267.11	11.21
17	73.78	130.51	-56.73	211.94	11.91
18	73.78	133.70	-59.92	153.61	12.61
19	73.78	135.63	-61.86	92.72	13.31
20	96.83	136.29	-39.46	42.07	14.01
21	97.00	135.67	-38.67	3.00	14.71
22	97.00	133.76	-36.76	-34.72	15.41
23	97.00	130.60	-33.60	-69.90	16.11
24	97.00	126.21	-29.21	-101.30	16.81
25	97.00	120.41	-23.42	-127.61	17.51
26	130.45	113.74	16.70	-130.97	18.21
27	95.83	105.11	-9.28	-127.26	18.91
28	95.11	97.42	-2.31	-133.06	19.61
29	94.38	87.08	7.30	-130.56	20.31
30	93.66	76.67	16.99	-118.42	21.01
31	92.94	63.83	29.11	-95.36	21.71
32	80.69	50.54	30.15	-65.73	22.41
33	68.44	37.25	31.19	-35.07	23.11
34	67.71	25.59	42.12	1.59	23.81
35	66.99	15.04	51.95	48.62	24.51
36	66.27	8.98	57.29	103.24	25.21
37	65.55	4.75	60.79	-16.23	25.91
38	49.75	2.45	47.30	-21.63	26.61
39	30.21	3.23	26.99	-25.35	27.31
40	29.49	3.15	26.34	-28.01	28.01

POSTA NO	$\Sigma p(x)$	$\Sigma \Sigma p(x)$	$Q1(x)$	$M1(x)$
0	0.00	0.00	0.00	0.00
1	35.66	17.83	129.28	234.31
2	102.22	86.77	370.56	1140.27
3	173.59	224.68	629.28	2952.49
4	241.57	432.27	875.70	5680.26
5	321.75	713.93	1166.35	9381.46
6	408.19	1078.90	1479.70	14177.42
7	480.36	1523.18	1741.32	20015.51
8	529.30	2028.01	1918.70	26649.29
9	535.57	2560.44	1941.45	33645.80
10	501.19	3078.82	1816.80	40457.62
11	454.45	3556.64	1647.38	46736.43
12	395.70	3981.71	1434.40	52322.14
13	326.29	4342.70	1182.82	57065.84
14	264.79	4638.25	959.86	60949.44
15	212.82	4877.05	771.46	64087.46
16	155.06	5060.99	562.09	66504.52
17	92.88	5184.95	336.69	68133.55
18	27.55	5245.17	99.87	68924.81
19	-40.34	5238.78	-146.23	68840.79
20	-98.00	5169.60	-355.26	67931.84
21	-144.07	5048.57	-522.25	66341.34
22	-188.79	4882.14	-684.36	64154.34
23	-230.97	4672.26	-837.28	61396.36
24	-269.38	4422.08	-976.51	58108.86
25	-302.70	4136.04	-1097.28	54350.12
26	-313.06	3828.16	-1134.83	50304.41
27	-316.35	3513.46	-1146.77	46169.01
28	-329.15	3190.71	-1193.17	41927.87
29	-333.66	2859.30	-1209.52	37573.00
30	-328.52	2528.21	-1190.87	33222.30
31	-312.47	2207.72	-1132.69	29010.84
32	-289.84	1906.57	-1050.67	25053.50
33	-266.18	1628.56	-964.89	21400.29
34	-236.53	1377.21	-857.41	18097.37
35	-196.50	1160.70	-712.30	15252.27
36	-148.88	988.01	-539.69	12983.04
37	-96.84	865.14	-351.06	11368.54
38	-49.80	791.82	-180.53	10405.04
39	-19.66	757.09	-71.27	9948.66
40	0.00	747.26	0.00	9819.48

POSTA NO	$\Sigma a(x)$	$\delta 2Q(x)$	$\delta M(x)$	$Q(x)$	$M(x)$
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	0.00	129.28	234.31
2	0.00	0.00	0.00	370.56	1140.27
3	0.00	0.00	0.00	629.28	2952.49
4	2.50	4.86	8.80	880.55	5689.06
5	10.29	10.30	36.28	1176.65	9417.75
6	24.48	17.32	86.34	1497.01	14263.76
7	46.78	26.08	164.99	1767.39	20180.50
8	79.39	37.38	280.01	1956.08	26929.30
9	124.09	49.60	437.66	1991.04	34083.46
10	182.13	63.36	642.40	1880.15	41100.01
11	253.82	76.14	895.24	1723.52	47631.67
12	338.81	89.25	1195.01	1523.64	53517.15
13	435.74	99.37	1536.89	1282.19	58602.73
14	542.79	108.93	1914.44	1068.79	62863.88
15	658.31	115.87	2321.90	887.33	66409.35
16	780.91	122.70	2754.30	684.79	69258.82
17	909.22	126.98	3206.85	463.67	71340.40
18	1041.32	130.08	3672.78	229.96	72597.59
19	1175.99	131.97	4147.75	-14.27	72988.54
20	1311.95	132.61	4627.30	-222.65	72559.14
21	1447.93	132.00	5106.92	-390.25	71448.26
22	1582.65	130.15	5582.07	-554.22	69736.41
23	1714.83	127.07	6048.27	-710.22	67444.63
24	1843.23	122.80	6501.15	-853.71	64610.02
25	1966.54	117.16	6936.08	-980.12	61286.20
26	2083.62	110.67	7349.02	-1024.16	57653.43
27	2193.05	102.27	7734.98	-1044.50	53903.99
28	2294.31	94.78	8092.14	-1098.39	50020.01
29	2386.56	84.73	8417.52	-1124.78	45990.51
30	2468.44	74.60	8706.30	-1116.28	41928.59
31	2538.69	62.10	8954.06	-1070.59	37964.90
32	2595.87	49.18	9155.75	-1001.49	34209.25
33	2639.77	36.24	9310.57	-928.65	30710.87
34	2671.19	24.90	9421.40	-832.51	27518.77
35	2691.51	14.63	9493.06	-697.66	24745.33
36	2703.52	8.74	9535.43	-530.95	22518.46
37	2710.39	4.63	9559.65	-346.44	20928.20
38	2713.99	2.38	9572.35	-178.15	19977.39
39	2716.82	3.14	9582.36	-68.13	19531.01
40	2720.01	3.06	9593.59	3.06	19413.08

POSTA NO $i(x)$ $[I_0/I(x)]M(x)i(x)$ $\Sigma M(x)i(x)$ $\Sigma \Sigma M(x)i(x)$ $F*..$

0	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	5.67	1327.76	663.88	331.94	0.00
2	4.39	5002.47	3829.00	2578.38	0.00
3	3.58	10566.80	11613.63	10299.69	0.02
4	3.02	17193.61	25493.83	28853.42	0.04
5	2.62	24631.03	46406.15	64803.41	0.10
6	2.31	32879.19	75161.26	125587.12	0.19
7	2.06	41584.05	112392.88	219364.19	0.34
8	1.86	50169.65	158269.72	354695.50	0.54
9	1.70	57941.89	212325.50	539993.13	0.83
10	1.56	64248.29	273420.59	782866.19	1.20
11	1.45	68913.91	340001.69	1089577.25	1.67
12	1.35	72062.70	410490.00	1464823.13	2.24
13	1.26	73796.02	483419.38	1911777.75	2.93
14	1.18	74343.38	557489.06	2432232.00	3.72
15	1.11	74030.09	631675.81	3026814.50	4.63
16	1.05	73017.05	705199.38	3695252.00	5.66
17	1.00	71340.40	777378.13	4436541.00	6.79
18	1.00	72597.59	849347.13	5249903.50	8.04
19	1.00	72988.54	922140.19	6135647.00	9.39
20	1.00	72559.14	994914.00	7094174.00	10.86
21	1.00	71448.26	1066917.75	8125090.00	12.44
22	1.00	69736.41	1137510.13	9227304.00	14.13
23	1.00	67444.63	1206100.63	10399109.00	15.92
24	1.00	64610.02	1272128.00	11638223.00	17.82
25	1.00	61286.20	1335076.13	12941825.00	19.81
26	1.04	60160.11	1395799.25	14307263.00	21.90
27	1.09	58804.35	1455281.50	15732803.00	24.08
28	1.14	57165.73	1513266.50	17217076.00	26.36
29	1.20	55188.61	1569443.63	18758432.00	28.72
30	1.26	52962.45	1623519.13	20354914.00	31.16
31	1.33	50619.87	1675310.25	22004328.00	33.68
32	1.41	48295.41	1724767.88	23704368.00	36.29
33	1.50	46066.30	1771948.75	25452726.00	38.96
34	1.60	44030.04	1816996.88	27247198.00	41.71
35	1.71	42420.56	1860222.13	29085808.00	44.52
36	1.85	41572.55	1902218.63	30967028.00	47.40
37	2.00	41856.39	1943933.13	32890104.00	50.35
38	2.18	43587.03	1986654.88	34855400.00	53.36
39	2.40	46874.43	2031885.63	36864672.00	56.43
40	2.67	51768.22	2081207.00	38921220.00	59.58

POSTA NO	Ø	Sehim	Wü	Wa	σü	σa
0	0.00	0.00	0.62	1.20	0.00	0.00
1	5.40	5.40	0.88	1.69	267.68	138.34
2	10.80	10.80	1.13	2.19	1008.52	521.21
3	16.20	16.18	1.39	2.68	2130.32	1100.96
4	21.60	21.55	1.64	3.18	3466.32	1791.41
5	27.00	26.90	1.90	3.67	4965.73	2566.32
6	32.40	32.20	2.15	4.16	6628.60	3425.70
7	37.80	37.46	2.41	4.66	8383.55	4332.67
8	43.20	42.65	2.66	5.15	10114.44	5227.21
9	48.60	47.77	2.92	5.65	11681.36	6037.00
10	53.99	52.80	3.17	6.14	12952.76	6694.07
11	59.39	57.73	3.43	6.63	13893.37	7180.18
12	64.79	62.55	3.68	7.13	14528.19	7508.26
13	70.19	67.27	3.94	7.62	14877.63	7688.85
14	75.59	71.87	4.19	8.12	14987.98	7745.88
15	80.99	76.36	4.45	8.61	14924.82	7713.24
16	86.39	80.74	4.70	9.10	14720.59	7607.69
17	91.79	85.00	4.96	9.60	14382.57	7433.00
18	97.19	89.15	4.96	9.60	14636.02	7563.99
19	102.59	93.20	4.96	9.60	14714.84	7604.72
20	107.99	97.13	4.96	9.60	14628.27	7559.98
21	113.39	100.95	4.96	9.60	14404.31	7444.24
22	118.79	104.66	4.96	9.60	14059.20	7265.88
23	124.19	108.27	4.96	9.60	13597.16	7027.10
24	129.59	111.77	4.96	9.60	13025.69	6731.76
25	134.99	115.18	4.96	9.60	12355.59	6385.45
26	140.39	118.49	4.75	9.20	12128.57	6268.12
27	145.79	121.70	4.55	8.80	11855.24	6126.86
28	151.19	124.83	4.34	8.40	11524.88	5956.13
29	156.59	127.87	4.13	8.00	11126.29	5750.14
30	161.98	130.83	3.93	7.60	10677.48	5518.19
31	167.38	133.70	3.72	7.20	10205.21	5274.11
32	172.78	136.50	3.51	6.80	9736.59	5031.93
33	178.18	139.22	3.31	6.40	9287.19	4799.68
34	183.58	141.87	3.10	6.00	8876.67	4587.52
35	188.98	144.46	2.89	5.60	8552.19	4419.83
36	194.38	146.98	2.69	5.20	8381.23	4331.47
37	199.78	149.43	2.48	4.80	8438.45	4361.04
38	205.18	151.82	2.27	4.40	8787.35	4541.36
39	210.58	154.15	2.07	4.00	9450.11	4883.88
40	215.98	156.40	1.86	3.60	10436.72	5393.76

BOYUNA MUKAVEMET HESAPLARI
1b YUKLEME DURUMU
DEPLASMAN = 9379.52

POSTA NO	q(x)	a(x)	p(x)	$\Sigma p(x)$	k.kuv.th
0	23.55	0.00	23.55	0.00	0.00
1	45.26	0.00	45.26	34.41	0.52
2	75.89	0.00	75.89	94.98	1.04
3	66.76	0.00	66.76	166.31	1.56
4	75.94	3.16	72.78	236.08	2.08
5	89.01	8.34	80.67	312.81	2.60
6	90.86	14.84	76.01	391.15	3.12
7	80.06	22.91	57.15	457.73	3.64
8	81.35	33.61	47.73	510.17	4.16
9	30.02	45.56	-15.54	526.27	4.68
10	31.31	59.03	-27.73	504.64	5.20
11	32.60	71.81	-39.21	471.17	5.72
12	33.89	84.98	-51.10	426.02	6.24
13	35.18	95.31	-60.13	370.40	6.76
14	52.70	105.05	-52.36	314.16	7.28
15	53.99	112.16	-58.18	258.89	7.80
16	55.78	119.20	-63.42	198.09	8.32
17	56.56	123.59	-67.03	132.87	8.84
18	56.56	126.78	-70.21	64.25	9.37
19	56.56	128.71	-72.15	-6.93	9.89
20	88.23	129.37	-41.14	-63.57	10.41
21	97.00	128.74	-31.75	-100.02	10.93
22	97.00	126.84	-29.84	-130.81	11.45
23	97.00	123.68	-26.68	-159.07	11.97
24	97.00	119.30	-22.30	-183.56	12.49
25	97.00	113.49	-16.49	-202.96	13.01
26	130.45	106.84	23.61	-199.40	13.53
27	95.83	98.29	-2.46	-188.82	14.05
28	95.11	90.59	4.52	-187.80	14.57
29	94.38	80.31	14.07	-178.50	15.09
30	93.66	69.99	23.67	-159.63	15.61
31	92.94	57.42	35.52	-130.04	16.13
32	92.21	44.59	47.62	-88.46	16.65
33	53.36	31.91	21.45	-53.93	17.17
34	52.64	21.09	31.55	-27.43	17.69
35	51.92	11.30	40.62	8.66	18.21
36	51.19	6.59	44.61	51.28	18.73
37	50.47	3.37	47.10	-9.71	19.25
38	49.75	1.75	48.00	-14.47	19.77
39	30.21	3.55	26.66	-18.20	20.29
40	29.49	3.94	25.55	-20.81	20.81

POSTA NO	$\Sigma p(x)$	$\Sigma \Sigma p(x)$	$Q1(x)$	$M1(x)$
0	0.00	0.00	0.00	0.00
1	29.20	14.60	105.87	191.88
2	84.58	71.49	306.59	939.46
3	150.70	189.13	546.29	2485.31
4	215.27	372.12	780.36	4889.86
5	286.79	623.15	1039.63	8188.58
6	359.93	946.51	1304.76	12437.77
7	421.31	1337.14	1527.25	17570.79
8	468.55	1782.06	1698.49	23417.45
9	479.44	2256.06	1737.98	29646.04
10	452.61	2722.08	1640.70	35769.89
11	413.94	3155.36	1500.53	41463.37
12	363.58	3544.12	1317.99	46571.93
13	302.77	3877.29	1097.53	50950.06
14	241.32	4149.34	874.78	54524.87
15	180.85	4360.42	655.58	57298.64
16	114.85	4508.27	416.32	59241.45
17	44.42	4587.90	161.02	60287.87
18	-29.40	4595.41	-106.58	60386.55
19	-105.78	4527.82	-383.46	59498.34
20	-167.63	4391.11	-607.66	57701.94
21	-209.28	4202.66	-758.62	55225.55
22	-245.27	3975.38	-889.11	52239.04
23	-278.74	3713.38	-1010.42	48796.14
24	-308.43	3419.80	-1118.06	44938.28
25	-333.03	3099.07	-1207.23	40723.70
26	-334.67	2765.22	-1213.18	36336.71
27	-329.30	2433.23	-1193.71	31974.21
28	-333.48	2101.85	-1208.85	27619.57
29	-329.38	1770.42	-1194.02	23264.38
30	-315.72	1447.87	-1144.47	19025.87
31	-291.32	1144.35	-1056.05	15037.43
32	-254.96	871.21	-924.21	11448.20
33	-225.62	630.92	-817.88	8290.66
34	-204.32	415.95	-740.67	5465.79
35	-173.44	227.07	-628.72	2983.78
36	-136.03	72.33	-493.09	950.50
37	-95.37	-43.37	-345.73	-569.87
38	-53.03	-117.57	-192.23	-1544.93
39	-20.90	-154.53	-75.77	-2030.68
40	0.00	-164.99	0.00	-2168.01

POSTA NO	$\Sigma a(x)$	$\delta 2Q(x)$	$\delta M(x)$	$Q(x)$	$M(x)$
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	0.00	105.87	191.88
2	0.00	0.00	0.00	306.59	939.46
3	0.00	0.00	0.00	546.29	2485.31
4	1.58	-0.73	-1.32	779.63	4888.53
5	7.33	-1.93	-6.14	1037.70	8182.43
6	18.92	-3.43	-15.86	1301.33	12421.92
7	37.80	-5.30	-31.67	1521.96	17539.12
8	66.06	-7.77	-55.35	1690.72	23362.09
9	105.65	-10.53	-88.52	1727.45	29557.52
10	157.95	-13.65	-132.34	1627.06	35637.55
11	223.37	-16.60	-187.16	1483.93	41276.21
12	301.76	-19.64	-252.84	1298.35	46319.09
13	391.91	-22.03	-328.38	1075.50	50621.68
14	492.09	-24.28	-412.32	850.50	54112.55
15	600.70	-25.93	-503.32	629.65	56795.32
16	716.38	-27.55	-600.25	388.77	58641.20
17	837.77	-28.57	-701.96	132.45	59585.91
18	962.95	-29.30	-806.85	-135.88	59579.70
19	1090.70	-29.75	-913.89	-413.21	58584.45
20	1219.73	-29.90	-1022.01	-637.56	56679.93
21	1348.79	-29.76	-1130.14	-788.38	54095.41
22	1476.58	-29.32	-1237.22	-918.43	51001.82
23	1601.84	-28.59	-1342.18	-1039.01	47453.97
24	1723.33	-27.58	-1443.97	-1145.63	43494.31
25	1839.73	-26.23	-1541.50	-1233.46	39182.20
26	1949.89	-24.69	-1633.80	-1237.88	34702.91
27	2052.46	-22.72	-1719.74	-1216.43	30254.47
28	2146.90	-20.94	-1798.87	-1229.79	25820.70
29	2232.35	-18.56	-1870.47	-1212.58	21393.90
30	2307.50	-16.18	-1933.44	-1160.65	17092.43
31	2371.20	-13.27	-1986.82	-1069.32	13050.61
32	2422.21	-10.31	-2029.56	-934.52	9418.64
33	2460.46	-7.38	-2061.61	-825.25	6229.05
34	2486.96	-4.88	-2083.81	-745.55	3381.98
35	2503.16	-2.61	-2097.38	-631.33	886.40
36	2512.10	-1.52	-2104.87	-494.61	-1154.38
37	2517.08	-0.78	-2109.05	-346.51	-2678.92
38	2519.64	-0.41	-2111.19	-192.64	-3656.12
39	2522.29	-0.82	-2113.41	-76.59	-4144.09
40	2526.04	-0.91	-2116.55	-0.91	-4284.56

POSTA NO	$i(x)$	$[I_0/I(x)]M(x)$	$i(x)$	$\Sigma M(x)$	$i(x)$	$\Sigma \Sigma M(x)$	$i(x)$	F*..
0	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	5.67	1087.32	543.66	271.83	0.00	0.00	0.00	0.00
2	4.39	4121.49	3148.07	2117.69	0.00	0.00	0.00	0.00
3	3.58	8894.79	9656.21	8519.83	0.01	0.01	0.01	0.01
4	3.02	14774.23	21490.72	24093.29	0.04	0.04	0.04	0.04
5	2.62	21400.21	39577.94	54627.62	0.08	0.08	0.08	0.08
6	2.31	28633.57	64594.83	106714.00	0.16	0.16	0.16	0.16
7	2.06	36141.21	96982.22	187502.53	0.29	0.29	0.29	0.29
8	1.86	43523.90	136814.78	304401.03	0.47	0.47	0.47	0.47
9	1.70	50247.79	183700.63	464658.75	0.71	0.71	0.71	0.71
10	1.56	55709.27	236679.16	674848.63	1.03	1.03	1.03	1.03
11	1.45	59718.78	294393.19	940384.81	1.44	1.44	1.44	1.44
12	1.35	62370.27	355437.72	1265300.25	1.94	1.94	1.94	1.94
13	1.26	63745.82	418495.75	1652267.00	2.53	2.53	2.53	2.53
14	1.18	63993.97	482365.63	2102697.75	3.22	3.22	3.22	3.22
15	1.11	63312.80	546019.00	2616890.00	4.01	4.01	4.01	4.01
16	1.05	61823.27	608587.06	3194193.00	4.89	4.89	4.89	4.89
17	1.00	59585.91	669291.63	3833132.50	5.87	5.87	5.87	5.87
18	1.00	59579.70	728874.44	4532215.50	6.94	6.94	6.94	6.94
19	1.00	58584.45	787956.50	5290631.00	8.10	8.10	8.10	8.10
20	1.00	56679.93	845588.69	6107403.50	9.35	9.35	9.35	9.35
21	1.00	54095.41	900976.38	6980686.00	10.69	10.69	10.69	10.69
22	1.00	51001.82	953525.00	7907936.50	12.11	12.11	12.11	12.11
23	1.00	47453.97	1002752.88	8886075.00	13.60	13.60	13.60	13.60
24	1.00	43494.31	1048227.00	9911565.00	15.17	15.17	15.17	15.17
25	1.00	39182.20	1089565.25	10980461.00	16.81	16.81	16.81	16.81
26	1.04	36211.73	1127262.25	12088875.00	18.51	18.51	18.51	18.51
27	1.09	33004.88	1161870.50	13233441.00	20.26	20.26	20.26	20.26
28	1.14	29509.37	1193127.63	14410940.00	22.06	22.06	22.06	22.06
29	1.20	25672.68	1220718.63	15617863.00	23.91	23.91	23.91	23.91
30	1.26	21590.44	1244350.13	16850398.00	25.79	25.79	25.79	25.79
31	1.33	17400.81	1263845.75	18104496.00	27.71	27.71	27.71	27.71
32	1.41	13296.91	1279194.63	19376016.00	29.66	29.66	29.66	29.66
33	1.50	9343.58	1290514.88	20660870.00	31.63	31.63	31.63	31.63
34	1.60	5411.17	1297892.25	21955074.00	33.61	33.61	33.61	33.61
35	1.71	1519.54	1301357.63	23254700.00	35.60	35.60	35.60	35.60
36	1.85	-2131.16	1301051.88	24555904.00	37.59	37.59	37.59	37.59
37	2.00	-5357.83	1297307.38	25855084.00	39.58	39.58	39.58	39.58
38	2.18	-7976.99	1290640.00	27149058.00	41.56	41.56	41.56	41.56
39	2.40	-9945.83	1281678.63	28435218.00	43.53	43.53	43.53	43.53
40	2.67	-11425.51	1270993.00	29711554.00	45.48	45.48	45.48	45.48

POSTA NO	ø	Sehim	Wü	Wa	σü	σa
0	0.00	0.00	0.62	1.20	0.00	0.00
1	4.12	4.12	0.88	1.69	219.21	113.29
2	8.24	8.24	1.13	2.19	830.91	429.42
3	12.37	12.35	1.39	2.68	1793.23	926.75
4	16.49	16.45	1.64	3.18	2978.56	1539.34
5	20.61	20.53	1.90	3.67	4314.38	2229.70
6	24.73	24.57	2.15	4.16	5772.67	2983.35
7	28.85	28.57	2.41	4.66	7286.25	3765.58
8	32.97	32.51	2.66	5.15	8774.63	4534.78
9	37.10	36.39	2.92	5.65	10130.20	5235.35
10	41.22	40.19	3.17	6.14	11231.26	5804.38
11	45.34	43.90	3.43	6.63	12039.59	6222.14
12	49.46	47.53	3.68	7.13	12574.15	6498.40
13	53.58	51.05	3.94	7.62	12851.46	6641.72
14	57.71	54.49	4.19	8.12	12901.49	6667.57
15	61.83	57.82	4.45	8.61	12764.17	6596.60
16	65.95	61.06	4.70	9.10	12463.87	6441.41
17	70.07	64.20	4.96	9.60	12012.81	6208.29
18	74.19	67.26	4.96	9.60	12011.55	6207.65
19	78.31	70.22	4.96	9.60	11810.91	6103.95
20	82.44	73.09	4.96	9.60	11426.95	5905.52
21	86.56	75.87	4.96	9.60	10905.90	5636.23
22	90.68	78.58	4.96	9.60	10282.21	5313.91
23	94.80	81.20	4.96	9.60	9566.95	4944.26
24	98.92	83.75	4.96	9.60	8768.66	4531.70
25	103.05	86.24	4.96	9.60	7899.32	4082.42
26	107.17	88.66	4.75	9.20	7300.46	3772.92
27	111.29	91.03	4.55	8.80	6653.94	3438.80
28	115.41	93.35	4.34	8.40	5949.23	3074.60
29	119.53	95.63	4.13	8.00	5175.74	2674.85
30	123.66	97.86	3.93	7.60	4352.74	2249.52
31	127.78	100.06	3.72	7.20	3508.09	1813.00
32	131.90	102.24	3.51	6.80	2680.72	1385.41
33	136.02	104.39	3.31	6.40	1883.71	973.51
34	140.14	106.53	3.10	6.00	1090.92	563.79
35	144.26	108.67	2.89	5.60	306.35	158.32
36	148.39	110.80	2.69	5.20	-429.65	-222.05
37	152.51	112.93	2.48	4.80	-1080.16	-558.24
38	156.63	115.07	2.27	4.40	-1608.20	-831.13
39	160.75	117.22	2.07	4.00	-2005.13	-1036.26
40	164.87	119.39	1.86	3.60	-2303.44	-1190.43

BOYUNA MUKAVEMET HESAPLARI
2 YUKLEME DURUMU
DEPLASMAN = 17660.64

POSTA NO	q(x)	a(x)	p(x)	$\Sigma p(x)$	k.kuv.th
0	46.73	0.34	46.39	0.00	0.00
1	82.41	0.46	81.96	64.17	1.54
2	111.48	6.28	105.20	157.75	3.07
3	68.40	14.24	54.15	237.43	4.61
4	97.61	25.21	72.40	300.70	6.14
5	124.74	38.16	86.57	380.19	7.68
6	133.03	54.26	78.77	462.86	9.22
7	107.87	71.73	36.14	520.32	10.75
8	162.57	91.57	71.01	573.89	12.29
9	89.95	110.43	-20.48	599.15	13.83
10	91.23	129.08	-37.85	569.99	15.36
11	92.53	144.47	-51.94	525.10	16.90
12	93.82	159.41	-65.59	466.33	18.43
13	88.97	169.90	-80.93	393.08	19.97
14	117.52	179.79	-62.27	321.48	21.51
15	89.45	186.21	-96.76	241.96	23.04
16	90.74	193.39	-102.65	142.25	24.58
17	92.03	197.50	-105.48	38.19	26.12
18	92.03	200.44	-108.41	-68.76	27.65
19	92.03	202.20	-110.18	-178.05	29.19
20	332.71	202.80	129.90	-168.19	30.72
21	335.19	202.24	132.96	-36.76	32.26
22	335.19	200.50	134.69	97.07	33.80
23	335.19	197.58	137.61	233.22	35.33
24	335.19	193.49	141.71	372.88	36.87
25	335.19	187.97	147.23	517.35	38.40
26	368.64	181.56	187.08	684.51	39.94
27	95.80	172.49	-76.69	739.70	41.48
28	95.08	165.21	-70.13	666.29	43.01
29	94.35	155.41	-61.05	600.70	44.55
30	93.63	144.46	-50.82	544.76	46.09
31	92.91	130.52	-37.61	500.54	47.62
32	79.89	114.41	-34.52	464.48	49.16
33	66.85	95.98	-29.13	432.65	50.69
34	66.13	77.52	-11.40	412.39	52.23
35	65.40	58.30	7.11	410.25	53.77
36	64.68	41.61	23.07	425.34	55.30
37	63.96	27.44	36.52	-45.51	56.84
38	79.30	17.72	61.58	-50.42	58.38
39	62.01	10.30	51.71	-56.08	59.91
40	61.29	5.70	55.58	-61.45	61.45

POSTA NO	$\Sigma p(x)$	$\Sigma \Sigma p(x)$	$Q1(x)$	$M1(x)$
0	0.00	0.00	0.00	0.00
1	48.81	24.41	176.94	320.70
2	127.03	112.32	460.47	1476.00
3	191.34	271.51	693.61	3567.78
4	239.26	486.81	867.30	6396.94
5	303.38	758.13	1099.76	9962.24
6	370.69	1095.16	1343.76	14391.11
7	412.78	1486.90	1496.34	19538.78
8	450.99	1918.79	1634.85	25214.07
9	460.90	2374.73	1670.75	31205.48
10	416.37	2813.37	1509.35	36969.39
11	356.11	3199.61	1290.92	42044.88
12	281.99	3518.66	1022.21	46237.42
13	193.37	3756.34	700.97	49360.69
14	106.41	3906.23	385.74	51330.35
15	11.53	3965.21	41.81	52105.28
16	-103.54	3919.20	-375.32	51500.78
17	-222.96	3755.95	-808.24	49355.56
18	-345.27	3471.84	-1251.60	45622.09
19	-469.93	3064.24	-1703.49	40265.99
20	-475.43	2591.56	-1723.42	34054.73
21	-359.36	2174.17	-1302.66	28569.95
22	-240.89	1874.05	-873.23	24626.14
23	-120.10	1693.55	-435.37	22254.31
24	4.20	1635.60	15.21	21492.78
25	133.30	1704.35	483.22	22396.19
26	285.10	1913.55	1033.47	25145.21
27	324.93	2218.56	1177.87	29153.27
28	236.16	2499.10	856.07	32839.79
29	155.20	2694.78	562.61	35411.16
30	83.90	2814.34	304.15	36982.16
31	24.32	2868.45	88.17	37693.23
32	-27.11	2867.06	-98.26	37674.95
33	-74.29	2816.36	-269.30	37008.75
34	-109.91	2724.26	-398.43	35798.50
35	-127.42	2605.60	-461.89	34239.16
36	-127.69	2478.04	-462.88	32563.01
37	-113.26	2357.57	-410.56	30979.89
38	-79.57	2261.15	-288.44	29712.96
39	-38.28	2202.23	-138.78	28938.64
40	0.00	2183.08	0.00	28687.10

POSTA NO	$\Sigma a(x)$	$\delta^2 Q(x)$	$\delta M(x)$	$Q(x)$	$M(x)$
0	0.00	0.55	0.00	0.55	0.00
1	0.40	0.74	2.33	177.68	323.03
2	3.76	10.20	22.16	470.67	1498.17
3	14.03	23.14	82.59	716.75	3650.37
4	33.75	40.94	198.74	908.25	6595.67
5	65.43	61.99	385.30	1161.75	10347.54
6	111.65	88.14	657.40	1431.89	15048.51
7	174.64	116.51	1028.33	1612.85	20567.12
8	256.29	148.74	1509.10	1783.59	26723.17
9	357.29	179.38	2103.81	1850.13	33309.29
10	477.05	209.68	2808.98	1719.02	39778.37
11	613.82	234.67	3614.36	1525.59	45659.23
12	765.76	258.93	4509.02	1281.15	50746.45
13	930.42	275.98	5478.56	976.95	54839.25
14	1105.26	292.04	6508.09	677.77	57838.44
15	1288.26	302.47	7585.63	344.28	59690.91
16	1478.06	314.13	8703.22	-61.19	60204.00
17	1673.50	320.81	9854.06	-487.43	59209.62
18	1872.47	325.58	11025.65	-926.02	56647.74
19	2073.79	328.45	12211.08	-1375.04	52477.07
20	2276.30	329.42	13403.47	-1394.00	47458.20
21	2478.82	328.50	14595.95	-974.16	43165.90
22	2680.18	325.68	15781.66	-547.55	40407.80
23	2879.23	320.95	16953.67	-114.42	39207.98
24	3074.76	314.29	18105.04	329.50	39597.81
25	3265.49	305.32	19228.08	788.55	41624.27
26	3450.25	294.92	20316.01	1328.39	45461.22
27	3627.27	280.19	21358.38	1458.06	50511.65
28	3796.12	268.35	22352.61	1124.43	55192.40
29	3956.43	252.44	23296.55	815.05	58707.70
30	4106.36	234.65	24179.38	538.80	61161.55
31	4243.85	212.01	24988.96	300.18	62682.19
32	4366.32	185.85	25710.07	87.59	63385.02
33	4471.51	155.90	26329.49	-113.40	63338.24
34	4558.26	125.93	26840.29	-272.50	62638.79
35	4626.17	94.70	27240.17	-367.20	61479.34
36	4676.13	67.59	27534.32	-395.29	60097.32
37	4710.65	44.57	27737.61	-365.99	58717.50
38	4733.23	28.79	27870.57	-259.65	57583.53
39	4747.24	16.73	27953.06	-122.05	56891.70
40	4755.24	9.27	28000.18	9.27	56687.27

POSTA NO	$i(x)$	$[I_0/I(x)]M(x)i(x)$	$\Sigma M(x)i(x)$	$\Sigma \Sigma M(x)i(x)$	F*..
0	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	5.67	1830.52	915.26	457.63	0.00
2	4.39	6572.60	5116.82	3473.67	0.01
3	3.58	13064.47	14935.36	13499.75	0.02
4	3.02	19933.59	31434.38	36684.63	0.06
5	2.62	27062.80	54932.58	79868.11	0.12
6	2.31	34688.11	85808.03	150238.41	0.23
7	2.06	42380.71	124342.44	255313.64	0.39
8	1.86	49785.64	170425.61	402697.69	0.62
9	1.70	56625.80	223631.33	599726.13	0.92
10	1.56	62182.27	283035.38	853059.50	1.31
11	1.45	66060.17	347156.59	1168155.50	1.79
12	1.35	68331.86	414352.63	1548910.13	2.37
13	1.26	69056.82	483046.97	1997610.00	3.06
14	1.18	68400.24	551775.50	2515021.25	3.85
15	1.11	66540.68	619245.94	3100532.00	4.75
16	1.05	63470.88	684251.75	3752281.00	5.74
17	1.00	59209.62	745592.00	4467203.00	6.84
18	1.00	56647.74	803520.69	5241759.50	8.02
19	1.00	52477.07	858083.13	6072561.50	9.30
20	1.00	47458.20	908050.75	6955628.50	10.65
21	1.00	43165.90	953362.81	7886335.00	12.07
22	1.00	40407.80	995149.69	8860591.00	13.56
23	1.00	39207.98	1034957.56	9875645.00	15.12
24	1.00	39597.81	1074360.50	10930304.00	16.73
25	1.00	41624.27	1114971.50	12024970.00	18.41
26	1.04	47437.79	1159502.50	13162207.00	20.15
27	1.09	55103.62	1210773.25	14347345.00	21.96
28	1.14	63077.04	1269863.63	15587664.00	23.86
29	1.20	70449.23	1336626.75	16890910.00	25.86
30	1.26	77256.71	1410479.75	18264464.00	27.96
31	1.33	83576.25	1490896.25	19715152.00	30.18
32	1.41	89484.73	1577426.75	21249314.00	32.53
33	1.50	95007.37	1669672.75	22872864.00	35.01
34	1.60	100222.08	1767287.50	24591344.00	37.64
35	1.71	105393.13	1870095.13	26410036.00	40.43
36	1.85	110948.89	1978266.13	28334216.00	43.37
37	2.00	117435.00	2092458.13	30369578.00	46.49
38	2.18	125636.80	2213994.00	32522804.00	49.79
39	2.40	136540.09	2345082.50	34802344.00	53.28
40	2.67	151166.11	2488935.50	37219352.00	56.98

POSTA NO	ø	Sehim	Wü	Wa	örü	ra
0	0.00	0.00	0.62	1.20	0.00	0.00
1	5.16	5.16	0.88	1.69	369.04	190.72
2	10.33	10.32	1.13	2.19	1325.07	684.80
3	15.49	15.47	1.39	2.68	2633.86	1361.20
4	20.65	20.60	1.64	3.18	4018.71	2076.89
5	25.82	25.69	1.90	3.67	5455.99	2819.69
6	30.98	30.75	2.15	4.16	6993.29	3614.17
7	36.14	35.75	2.41	4.66	8544.16	4415.67
8	41.31	40.69	2.66	5.15	10037.02	5187.20
9	46.47	45.55	2.92	5.65	11416.03	5899.88
10	51.63	50.33	3.17	6.14	12536.25	6478.81
11	56.80	55.01	3.43	6.63	13318.05	6882.85
12	61.96	59.59	3.68	7.13	13776.03	7119.54
13	67.12	64.07	3.94	7.62	13922.19	7195.07
14	72.29	68.44	4.19	8.12	13789.82	7126.66
15	77.45	72.70	4.45	8.61	13414.92	6932.92
16	82.61	76.87	4.70	9.10	12796.04	6613.07
17	87.78	80.94	4.96	9.60	11936.95	6169.09
18	92.94	84.92	4.96	9.60	11420.46	5902.16
19	98.10	88.81	4.96	9.60	10579.63	5467.62
20	103.27	92.62	4.96	9.60	9567.80	4944.70
21	108.43	96.36	4.96	9.60	8702.45	4497.48
22	113.59	100.03	4.96	9.60	8146.41	4210.11
23	118.76	103.64	4.96	9.60	7904.52	4085.10
24	123.92	107.19	4.96	9.60	7983.11	4125.72
25	129.08	110.68	4.96	9.60	8391.65	4336.86
26	134.25	114.10	4.75	9.20	9563.69	4942.57
27	139.41	117.45	4.55	8.80	11109.16	5741.28
28	144.57	120.71	4.34	8.40	12716.63	6572.04
29	149.74	123.88	4.13	8.00	14202.91	7340.15
30	154.90	126.94	3.93	7.60	15575.32	8049.42
31	160.06	129.89	3.72	7.20	16849.38	8707.86
32	165.23	132.70	3.51	6.80	18040.55	9323.47
33	170.39	135.38	3.31	6.40	19153.94	9898.88
34	175.56	137.91	3.10	6.00	20205.25	10442.20
35	180.72	140.29	2.89	5.60	21247.77	10980.98
36	185.88	142.51	2.69	5.20	22367.84	11559.83
37	191.05	144.56	2.48	4.80	23675.47	12235.63
38	196.21	146.42	2.27	4.40	25328.98	13090.17
39	201.37	148.10	2.07	4.00	27527.14	14226.20
40	206.54	149.56	1.86	3.60	30475.80	15750.09

BOYUNA MUKAVEMET HESAPLARI
3a YUKLEME DURUMU
DEPLASMAN = 25926.57

POSTA NO	q(x)	a(x)	p(x)	$\Sigma p(x)$	k.kuv.th
0	46.73	0.00	46.73	0.00	0.00
1	81.41	0.21	81.20	63.96	1.78
2	111.48	14.53	96.95	153.04	3.56
3	68.40	34.88	33.51	218.27	5.34
4	90.59	59.40	31.19	250.62	7.12
5	103.49	84.30	19.19	275.82	8.90
6	111.79	111.24	0.55	285.69	10.68
7	90.19	136.68	-46.49	262.71	12.45
8	398.02	162.89	235.13	357.03	14.23
9	337.53	183.78	153.75	551.48	16.01
10	338.82	203.87	134.95	695.83	17.79
11	340.11	218.17	121.94	824.27	19.57
12	341.40	230.66	110.74	940.61	21.35
13	336.55	237.79	98.77	1045.36	23.13
14	365.15	245.21	119.94	1154.71	24.91
15	89.45	248.90	-159.45	1134.95	26.69
16	90.74	253.65	-162.92	973.76	28.47
17	92.03	255.68	-163.66	810.48	30.25
18	92.03	257.05	-165.02	646.14	32.03
19	92.03	257.84	-165.81	480.72	33.81
20	311.36	258.10	53.26	424.44	35.58
21	293.27	257.85	35.42	468.78	37.36
22	293.27	257.08	36.20	504.59	39.14
23	293.27	255.72	37.55	541.46	40.92
24	293.27	253.70	39.57	580.02	42.70
25	293.27	250.66	42.61	621.11	44.48
26	292.55	246.95	45.60	665.22	46.26
27	38.89	240.10	-201.21	587.41	48.04
28	38.16	236.53	-198.37	387.61	49.82
29	37.44	228.52	-191.08	192.89	51.60
30	36.72	220.19	-183.47	5.61	53.38
31	35.99	207.30	-171.30	-171.78	55.16
32	259.86	192.05	67.80	-223.53	56.94
33	259.13	171.10	88.03	-145.61	58.71
34	258.41	148.27	110.14	-46.52	60.49
35	257.69	120.09	137.60	77.35	62.27
36	256.96	93.63	163.34	227.81	64.05
37	256.24	67.41	188.84	-40.39	65.83
38	255.52	47.13	208.39	-60.25	67.61
39	30.21	30.54	-0.33	-70.65	69.39
40	29.49	18.86	10.63	-71.17	71.17

POSTA NO	$\Sigma p(x)$	$\Sigma \Sigma p(x)$	$Q1(x)$	$M1(x)$
0	0.00	0.00	0.00	0.00
1	46.17	23.08	167.37	303.35
2	117.45	104.90	425.77	1378.40
3	164.89	246.07	597.74	3233.52
4	179.46	418.25	650.52	5496.01
5	186.85	601.40	677.35	7902.77
6	178.93	784.29	648.63	10306.10
7	138.17	942.84	500.86	12389.54
8	214.70	1119.27	778.27	14707.96
9	391.35	1422.29	1418.63	18689.83
10	517.90	1876.92	1877.40	24663.88
11	628.55	2450.15	2278.51	32196.45
12	727.10	3127.97	2635.74	41103.51
13	814.06	3898.55	2950.96	51229.40
14	905.62	4758.39	3282.86	62528.21
15	868.07	5645.23	3146.74	74181.86
16	689.09	6423.81	2497.94	84412.84
17	508.01	7022.35	1841.53	92278.11
18	325.87	7439.29	1181.29	97756.97
19	142.66	7673.56	517.15	100835.38
20	68.59	7779.19	248.65	102223.40
21	95.14	7861.06	344.88	103299.17
22	113.16	7965.20	410.19	104667.75
23	132.24	8087.90	479.36	106280.05
24	153.00	8230.52	554.64	108154.16
25	176.30	8395.17	639.10	110317.82
26	202.62	8584.63	734.48	112807.44
27	107.01	8739.45	387.92	114841.80
28	-110.57	8737.67	-400.82	114818.42
29	-323.09	8520.84	-1171.20	111969.13
30	-528.16	8095.21	-1914.58	106376.17
31	-723.34	7469.46	-2622.10	98153.44
32	-792.88	6711.35	-2874.19	88191.40
33	-732.76	5948.54	-2656.24	78167.49
34	-651.46	5256.43	-2361.55	69072.74
35	-545.39	4658.00	-1977.03	61209.07
36	-412.71	4178.95	-1496.08	54914.06
37	-254.42	3845.39	-922.27	50530.80
38	-73.60	3681.38	-266.79	48375.62
39	12.64	3650.90	45.83	47975.12
40	0.00	3657.22	0.00	48058.18

POSTA NO	$\Sigma a(x)$	$\Sigma 2Q(x)$	$\Sigma M(x)$	$Q(x)$	$M(x)$
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.11	0.39	0.72	167.76	304.06
2	7.48	26.93	50.23	452.69	1428.64
3	32.18	64.66	216.24	662.41	3449.76
4	79.32	110.10	532.99	760.62	6029.00
5	151.17	156.26	1015.77	833.61	8918.55
6	248.94	206.19	1672.73	854.82	11978.83
7	372.90	253.36	2505.67	754.22	14895.21
8	522.69	301.93	3512.15	1080.20	18220.11
9	696.02	340.66	4676.85	1759.29	23366.68
10	889.85	377.90	5979.25	2255.30	30643.13
11	1100.87	404.41	7397.20	2682.91	39593.64
12	1325.29	427.56	8905.14	3063.29	50008.65
13	1559.51	440.77	10478.98	3391.73	61708.38
14	1801.01	454.53	12101.72	3737.40	74629.92
15	2048.07	461.37	13761.79	3608.11	87943.66
16	2299.35	470.18	15450.23	2968.12	99863.06
17	2554.02	473.94	17161.44	2315.47	109439.55
18	2810.38	476.47	18884.07	1657.77	116641.04
19	3067.83	477.93	20613.93	995.08	121449.31
20	3325.79	478.42	22347.32	727.07	124570.72
21	3583.77	477.96	24080.75	822.84	127379.92
22	3841.23	476.52	25810.75	886.71	130478.50
23	4097.63	474.01	27533.60	953.37	133813.66
24	4352.34	470.27	29245.11	1024.91	137399.27
25	4604.52	464.63	30939.61	1103.73	141257.44
26	4853.33	457.76	32611.44	1192.24	145418.88
27	5096.86	445.06	34247.80	832.98	149089.59
28	5335.17	438.44	35849.14	37.62	150667.56
29	5567.70	423.60	37411.59	-747.60	149380.72
30	5792.06	408.15	38919.14	-1506.42	145295.31
31	6005.80	384.25	40355.37	-2237.85	138508.81
32	6205.48	356.00	41697.07	-2518.19	129888.47
33	6387.06	317.16	42917.17	-2339.08	121084.66
34	6546.74	274.83	43990.16	-2086.72	113062.91
35	6680.92	222.61	44891.78	-1754.42	106100.84
36	6787.78	173.55	45609.82	-1322.53	100523.88
37	6868.30	124.95	46150.85	-797.32	96681.65
38	6925.57	87.36	46535.66	-179.44	94911.28
39	6964.40	56.61	46796.59	102.43	94771.71
40	6989.10	34.96	46962.56	34.96	95020.73

POSTA NO $i(x)$ $[I_0/I(x)]M(x)i(x)$ $\Sigma M(x)i(x)$ $\Sigma \Sigma M(x)i(x)$ F*..

0	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	5.67	1723.03	861.52	430.76	0.00
2	4.39	6267.57	4856.82	3289.93	0.01
3	3.58	12346.50	14163.85	12800.26	0.02
4	3.02	18220.97	29447.59	34605.98	0.05
5	2.62	23325.43	50220.79	74440.17	0.11
6	2.31	27612.22	75689.63	137395.38	0.21
7	2.06	30693.17	104842.32	227661.34	0.35
8	1.86	33944.31	137161.06	348663.03	0.53
9	1.70	39723.37	173994.91	504241.00	0.77
10	1.56	47901.89	217807.53	700142.25	1.07
11	1.45	57284.43	270400.69	944246.38	1.45
12	1.35	67338.39	332712.09	1245802.75	1.91
13	1.26	77706.84	405234.69	1614776.13	2.47
14	1.18	88258.00	488217.13	2061502.00	3.16
15	1.11	98035.54	581363.88	2596292.50	3.97
16	1.05	105281.98	683022.63	3228485.75	4.94
17	1.00	109439.55	790383.38	3965188.75	6.07
18	1.00	116641.04	903423.69	4812092.00	7.37
19	1.00	121449.31	1022468.88	5775038.00	8.84
20	1.00	124570.72	1145478.88	6859012.00	10.50
21	1.00	127379.92	1271454.25	8067478.50	12.35
22	1.00	130478.50	1400383.50	9403397.00	14.39
23	1.00	133813.66	1532529.63	10869854.00	16.64
24	1.00	137399.27	1668136.13	12470187.00	19.09
25	1.00	141257.44	1807464.50	14207987.00	21.75
26	1.04	151741.44	1953964.00	16088701.00	24.63
27	1.09	162643.20	2111156.25	18121262.00	27.74
28	1.14	172191.53	2278573.50	20316128.00	31.10
29	1.20	179256.83	2454297.75	22682564.00	34.72
30	1.26	183530.97	2635691.75	25227558.00	38.62
31	1.33	184678.42	2819796.50	27955302.00	42.79
32	1.41	183371.95	3003821.75	30867112.00	47.25
33	1.50	181627.02	3186321.25	33962184.00	51.99
34	1.60	180900.67	3367585.00	37239136.00	57.01
35	1.71	181887.14	3548979.00	40697416.00	62.30
36	1.85	185582.52	3732713.75	44338264.00	67.87
37	2.00	193363.30	3922186.75	48165716.00	73.73
38	2.18	207079.17	4122408.00	52188012.00	79.89
39	2.40	227452.14	4339673.50	56419052.00	86.37
40	2.67	253388.70	4580094.00	60878936.00	93.19

POSTA NO	ø	Sehim	Wü	Wa	σü	σa
0	0.00	0.00	0.62	1.20	0.00	0.00
1	8.45	8.44	0.88	1.69	347.37	179.52
2	16.89	16.89	1.13	2.19	1263.57	653.02
3	25.34	25.32	1.39	2.68	2489.11	1286.39
4	33.78	33.73	1.64	3.18	3673.44	1898.46
5	42.23	42.11	1.90	3.67	4702.52	2430.29
6	50.67	50.46	2.15	4.16	5566.76	2876.93
7	59.12	58.77	2.41	4.66	6187.89	3197.94
8	67.57	67.03	2.66	5.15	6843.33	3536.68
9	76.01	75.24	2.92	5.65	8008.42	4138.80
10	84.46	83.38	3.17	6.14	9657.25	4990.93
11	92.90	91.46	3.43	6.63	11548.81	5968.50
12	101.35	99.44	3.68	7.13	13575.74	7016.03
13	109.79	107.32	3.94	7.62	15666.07	8096.32
14	118.24	115.08	4.19	8.12	17793.24	9195.66
15	126.68	122.71	4.45	8.61	19764.44	10214.38
16	135.13	130.19	4.70	9.10	21225.35	10969.40
17	143.58	137.51	4.96	9.60	22063.54	11402.57
18	152.02	144.66	4.96	9.60	23515.40	12152.90
19	160.47	151.63	4.96	9.60	24484.77	12653.88
20	168.91	158.41	4.96	9.60	25114.06	12979.10
21	177.36	165.01	4.96	9.60	25680.41	13271.79
22	185.80	171.41	4.96	9.60	26305.09	13594.64
23	194.25	177.61	4.96	9.60	26977.48	13942.13
24	202.70	183.61	4.96	9.60	27700.35	14315.71
25	211.14	189.39	4.96	9.60	28478.18	14717.70
26	219.59	194.96	4.75	9.20	30591.80	15810.04
27	228.03	200.29	4.55	8.80	32789.65	16945.89
28	236.48	205.38	4.34	8.40	34714.64	17940.74
29	244.92	210.20	4.13	8.00	36139.05	18676.88
30	253.37	214.75	3.93	7.60	37000.72	19122.20
31	261.81	219.02	3.72	7.20	37232.06	19241.76
32	270.26	223.01	3.51	6.80	36968.67	19105.64
33	278.71	226.72	3.31	6.40	36616.88	18923.83
34	287.15	230.15	3.10	6.00	36470.45	18848.15
35	295.60	233.30	2.89	5.60	36669.33	18950.94
36	304.04	236.17	2.69	5.20	37414.34	19335.96
37	312.49	238.76	2.48	4.80	38982.98	20146.64
38	320.93	241.05	2.27	4.40	41748.14	21575.70
39	329.38	243.01	2.07	4.00	45855.45	23698.38
40	337.83	244.63	1.86	3.60	51084.36	26400.72

BOYUNA MUKAVEMET HESAPLARI
3b YUKLEME DURUMU

DEPLASMAN = 26817.57

POSTA NO	q(x)	a(x)	p(x)	$\Sigma p(x)$	k.kuv.th
0	46.73	0.52	46.21	0.00	0.00
1	82.41	1.07	81.34	63.77	2.88
2	111.48	17.34	94.14	151.51	5.77
3	68.48	39.52	28.96	213.06	8.65
4	90.59	65.53	25.06	240.07	11.54
5	103.49	91.87	11.63	258.42	14.42
6	111.68	119.82	-8.14	260.16	17.30
7	95.74	145.89	-50.15	231.02	20.19
8	398.02	172.31	225.71	318.80	23.07
9	337.53	192.88	144.65	503.98	25.96
10	338.82	212.60	126.23	639.42	28.84
11	340.11	226.29	113.82	759.45	31.72
12	341.40	238.06	103.34	868.03	34.61
13	336.55	244.42	92.13	965.76	37.49
14	365.15	251.35	113.80	1068.73	40.38
15	89.45	254.70	-165.25	1043.00	43.26
16	90.74	258.56	-167.83	876.47	46.14
17	92.03	260.26	-168.23	708.44	49.03
18	92.03	261.20	-169.17	539.74	51.91
19	92.03	261.78	-169.76	370.27	54.80
20	385.68	261.98	123.70	347.24	57.68
21	388.17	261.79	126.37	472.28	60.56
22	388.17	261.22	126.95	598.94	63.45
23	388.17	260.18	127.98	726.41	66.33
24	388.17	258.60	129.56	855.18	69.22
25	388.17	256.20	131.97	985.95	72.10
26	387.44	253.08	134.37	1119.12	74.98
27	61.54	246.81	-185.27	1093.66	77.87
28	60.82	243.91	-183.10	909.48	80.75
29	60.09	236.67	-176.57	729.65	83.63
30	59.37	228.94	-169.57	556.58	86.52
31	58.65	216.53	-157.88	392.85	89.40
32	269.18	201.77	67.41	347.62	92.29
33	245.81	180.96	64.84	413.74	95.17
34	245.81	157.98	87.83	490.08	98.05
35	244.36	129.12	115.24	591.61	100.94
36	243.64	101.35	142.29	720.38	103.82
37	242.92	73.38	169.53	-87.63	106.71
38	242.19	51.40	190.79	-105.64	109.59
39	30.21	33.16	-2.95	-115.04	112.47
40	29.49	20.10	9.38	-115.36	115.36

POSTA NO	$\Sigma p(x)$	$\Sigma \Sigma p(x)$	$Q1(x)$	$M1(x)$
0	0.00	0.00	0.00	0.00
1	34.93	17.47	126.64	229.53
2	93.83	81.85	340.15	1075.58
3	126.54	192.04	458.72	2523.53
4	124.72	317.67	452.10	4174.39
5	114.22	437.14	414.05	5744.27
6	87.12	537.81	315.83	7067.17
7	29.14	595.94	105.64	7831.08
8	88.09	654.56	319.31	8601.31
9	244.43	820.82	886.05	10786.03
10	351.03	1118.54	1272.47	14698.35
11	442.21	1515.16	1603.02	19910.18
12	521.95	1997.25	1892.09	26245.06
13	590.85	2553.65	2141.83	33556.53
14	664.97	3181.56	2410.53	41807.68
15	610.41	3819.25	2212.74	50187.36
16	415.03	4331.97	1504.49	56924.83
17	218.16	4648.57	790.84	61085.12
18	20.62	4767.96	74.76	62654.01
19	-177.68	4689.43	-644.10	61622.09
20	-229.55	4485.82	-832.11	58946.46
21	-133.35	4304.37	-483.39	56562.10
22	-35.53	4219.93	-128.80	55452.51
23	63.10	4233.71	228.72	55633.62
24	163.03	4346.77	590.98	57119.33
25	264.96	4560.77	960.47	59931.32
26	369.29	4877.89	1338.66	64098.50
27	314.99	5220.03	1141.85	68594.42
28	101.97	5428.51	369.65	71334.02
29	-106.70	5426.15	-386.79	71302.95
30	-308.61	5218.49	-1118.72	68574.20
31	-501.18	4813.59	-1816.77	63253.63
32	-575.25	4275.38	-2085.28	56181.16
33	-537.96	3718.77	-1950.12	48866.98
34	-490.47	3204.55	-1777.95	42109.85
35	-417.77	2750.43	-1514.43	36142.42
36	-317.85	2382.62	-1152.21	31309.14
37	-190.78	2128.31	-691.58	27967.28
38	-39.46	2013.19	-143.04	26454.53
39	25.62	2006.27	92.88	26363.62
40	0.00	2019.08	0.00	26531.96

POSTA NO	$\Sigma a(x)$	$\delta^2 Q(x)$	$\delta M(x)$	$Q(x)$	$M(x)$
0	0.00	0.51	0.00	0.51	0.00
1	0.79	1.06	2.85	127.69	232.38
2	10.00	17.16	35.87	357.31	1111.45
3	38.43	39.10	137.83	497.82	2661.36
4	90.95	64.83	326.19	516.92	4500.58
5	169.65	90.89	608.43	504.94	6352.70
6	275.49	118.54	988.03	434.37	8055.20
7	408.35	144.33	1464.50	249.98	9295.58
8	567.45	170.48	2035.09	489.79	10636.41
9	750.04	190.82	2689.95	1076.87	13475.98
10	952.78	210.33	3417.05	1482.81	18115.40
11	1172.22	223.88	4204.05	1826.90	24114.23
12	1404.39	235.53	5036.71	2127.61	31281.78
13	1645.64	241.82	5901.90	2383.65	39458.43
14	1893.52	248.67	6790.92	2659.20	48598.59
15	2146.54	251.99	7698.36	2464.72	57885.71
16	2403.18	255.81	8618.74	1760.30	65543.56
17	2662.58	257.48	9549.08	1048.33	70634.20
18	2923.31	258.42	10484.14	333.17	73138.16
19	3184.80	259.00	11421.95	-385.10	73044.04
20	3446.68	259.18	12361.15	-572.93	71307.61
21	3708.56	259.01	13300.37	-224.39	69862.48
22	3970.07	258.44	14238.24	129.64	69690.74
23	4230.77	257.41	15173.21	486.13	70806.84
24	4490.16	255.85	16103.50	846.83	73222.83
25	4747.56	253.47	17026.63	1213.94	76957.95
26	5002.20	250.38	17939.86	1589.04	82038.35
27	5252.14	244.18	18836.25	1386.03	87430.67
28	5497.50	241.31	19716.21	610.96	91050.23
29	5737.79	234.15	20577.98	-152.65	91880.93
30	5970.60	226.50	21412.91	-892.22	89987.11
31	6193.33	214.22	22211.72	-1602.55	85465.35
32	6402.48	199.63	22961.82	-1885.66	79142.98
33	6593.85	179.04	23648.15	-1771.08	72515.13
34	6763.32	156.30	24255.94	-1621.65	66365.79
35	6906.87	127.75	24770.76	-1386.68	60913.18
36	7022.11	100.27	25184.05	-1051.93	56493.19
37	7109.48	72.60	25497.38	-618.98	53464.66
38	7171.87	50.86	25721.15	-92.18	52175.68
39	7214.15	32.81	25872.79	125.69	52236.41
40	7240.78	19.89	25968.30	19.89	52500.27

POSTA NO	$i(x)$	$[I_0/I(x)]$	$M(x)i(x)$	$\Sigma M(x)i(x)$	$\Sigma \Sigma M(x)i(x)$	F*..
0	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	5.67	1316.82	658.41	329.20	0.00	0.00
2	4.39	4876.02	3754.83	2535.82	0.00	0.00
3	3.58	9524.87	10955.27	9890.87	0.02	0.02
4	3.02	13601.74	22518.58	26627.79	0.04	0.04
5	2.62	16614.76	37626.83	56700.50	0.09	0.09
6	2.31	18567.92	55218.16	103123.00	0.16	0.16
7	2.06	19154.52	74079.38	167771.78	0.26	0.26
8	1.86	19815.77	93564.53	251593.73	0.39	0.39
9	1.70	22909.17	114927.00	355839.50	0.54	0.54
10	1.56	28318.32	140540.75	483573.38	0.74	0.74
11	1.45	34888.68	172144.25	639915.88	0.98	0.98
12	1.35	42122.00	210649.59	831312.81	1.27	1.27
13	1.26	49688.39	256554.78	1064915.00	1.63	1.63
14	1.18	57473.12	310135.53	1348260.13	2.06	2.06
15	1.11	64528.32	371136.25	1688896.00	2.59	2.59
16	1.05	69100.19	437950.50	2093439.38	3.20	3.20
17	1.00	70634.20	507817.69	2566323.50	3.93	3.93
18	1.00	73138.16	579703.88	3110084.25	4.76	4.76
19	1.00	73044.04	652795.00	3726333.75	5.70	5.70
20	1.00	71307.61	724970.81	4415216.50	6.76	6.76
21	1.00	69862.48	795555.88	5175480.00	7.92	7.92
22	1.00	69690.74	865332.50	6005924.00	9.19	9.19
23	1.00	70806.84	935581.31	6906381.00	10.57	10.57
24	1.00	73222.83	1007596.13	7877970.00	12.06	12.06
25	1.00	76957.95	1082686.50	8923111.00	13.66	13.66
26	1.04	85605.23	1163968.13	10046438.00	15.38	15.38
27	1.09	95378.91	1254460.25	11255652.00	17.23	17.23
28	1.14	104057.41	1354178.38	12559971.00	19.23	19.23
29	1.20	110257.10	1461335.63	13967728.00	21.38	21.38
30	1.26	113667.95	1573298.13	15485045.00	23.70	23.70
31	1.33	113953.80	1687109.00	17115248.00	26.20	26.20
32	1.41	111731.27	1799951.50	18858778.00	28.87	28.87
33	1.50	108772.71	1910203.50	20713856.00	31.71	31.71
34	1.60	106185.28	2017682.50	22677800.00	34.72	34.72
35	1.71	104422.58	2122986.50	24748134.00	37.88	37.88
36	1.85	104295.10	2227345.25	26923300.00	41.21	41.21
37	2.00	106929.33	2332957.50	29203452.00	44.70	44.70
38	2.18	113837.85	2443341.00	31591602.00	48.36	48.36
39	2.40	125367.39	2562943.50	34094744.00	52.19	52.19
40	2.67	140000.75	2695627.50	36724028.00	56.22	56.22

POSTA NO	Ø	Sehim	Wü	Wa	σü	σa
0	0.00	0.00	0.62	1.20	0.00	0.00
1	5.09	5.09	0.88	1.69	265.48	137.20
2	10.19	10.19	1.13	2.19	983.03	508.04
3	15.28	15.27	1.39	2.68	1920.26	992.40
4	20.38	20.34	1.64	3.18	2742.18	1417.17
5	25.47	25.39	1.90	3.67	3349.61	1731.10
6	30.57	30.41	2.15	4.16	3743.38	1934.60
7	35.66	35.41	2.41	4.66	3861.65	1995.72
8	40.76	40.37	2.66	5.15	3994.95	2064.62
9	45.85	45.31	2.92	5.65	4618.60	2386.92
10	50.95	50.21	3.17	6.14	5709.11	2950.50
11	56.04	55.06	3.43	6.63	7033.72	3635.07
12	61.14	59.86	3.68	7.13	8492.00	4388.72
13	66.23	64.60	3.94	7.62	10017.42	5177.06
14	71.33	69.26	4.19	8.12	11586.86	5988.16
15	76.42	73.83	4.45	8.61	13009.22	6723.25
16	81.51	78.31	4.70	9.10	13930.93	7199.59
17	86.61	82.68	4.96	9.60	14240.19	7359.42
18	91.70	86.94	4.96	9.60	14745.00	7620.31
19	96.80	91.09	4.96	9.60	14726.03	7610.50
20	101.89	95.13	4.96	9.60	14375.96	7429.58
21	106.99	99.07	4.96	9.60	14084.61	7279.02
22	112.08	102.89	4.96	9.60	14049.99	7261.12
23	117.18	106.61	4.96	9.60	14275.00	7377.41
24	122.27	110.21	4.96	9.60	14762.08	7629.13
25	127.37	113.71	4.96	9.60	15515.09	8018.30
26	132.46	117.08	4.75	9.20	17258.43	8919.26
27	137.56	120.33	4.55	8.80	19228.85	9937.59
28	142.65	123.42	4.34	8.40	20978.47	10841.81
29	147.75	126.36	4.13	8.00	22228.37	11487.76
30	152.84	129.14	3.93	7.60	22916.00	11843.13
31	157.93	131.73	3.72	7.20	22973.64	11872.92
32	163.03	134.16	3.51	6.80	22525.56	11641.35
33	168.12	136.42	3.31	6.40	21929.10	11333.09
34	173.22	138.50	3.10	6.00	21407.46	11063.51
35	178.31	140.43	2.89	5.60	21052.10	10879.86
36	183.41	142.19	2.69	5.20	21026.40	10866.57
37	188.50	143.80	2.48	4.80	21557.47	11141.03
38	193.60	145.24	2.27	4.40	22950.25	11860.83
39	198.69	146.50	2.07	4.00	25274.67	13062.11
40	203.79	147.57	1.86	3.60	28224.81	14586.76

BOYUNA MUKAVEMET HESAPLARI
4 YUKLEME DURUMU
DEPLASMAN = 25827.01

POSTA NO	q(x)	a(x)	p(x)	$\Sigma p(x)$	k.kuv.th
0	46.73	0.00	46.73	0.00	0.00
1	82.41	0.15	82.26	64.49	1.56
2	111.48	14.28	97.20	154.23	3.11
3	68.40	34.45	33.95	219.80	4.67
4	97.61	57.78	39.83	256.69	6.22
5	124.73	83.55	41.18	297.19	7.78
6	132.97	110.38	22.59	329.08	9.34
7	107.87	135.75	-27.88	326.44	10.89
8	316.88	161.92	154.96	389.97	12.45
9	244.26	182.84	61.42	498.16	14.01
10	245.55	202.96	42.59	550.16	15.56
11	246.84	217.32	29.52	586.21	17.12
12	248.13	229.87	18.25	610.10	18.67
13	249.42	237.07	12.34	625.40	20.23
14	257.66	244.55	13.12	638.13	21.79
15	233.57	248.27	-14.70	637.34	23.34
16	234.86	253.10	-18.24	620.87	24.90
17	236.15	255.17	-19.02	602.24	26.46
18	236.15	256.57	-20.42	582.52	28.01
19	236.15	257.38	-21.22	561.70	29.57
20	236.18	257.64	-21.47	540.36	31.12
21	236.21	257.39	-21.19	519.03	32.68
22	236.21	256.60	-20.40	498.24	34.24
23	236.21	255.21	-19.01	478.54	35.79
24	236.21	253.15	-16.95	460.56	37.35
25	236.21	250.05	-13.85	445.16	38.91
26	235.40	246.29	-10.89	432.80	40.46
27	200.82	239.38	-38.56	408.07	42.02
28	200.10	235.75	-35.65	370.97	43.57
29	199.38	227.67	-28.29	339.00	45.13
30	198.65	219.28	-20.63	314.54	46.69
31	197.93	206.34	-8.41	300.02	48.24
32	181.06	191.05	-10.00	290.82	49.80
33	164.18	170.10	-5.91	282.87	51.36
34	163.46	147.28	16.18	288.00	52.91
35	162.74	119.18	43.56	317.87	54.47
36	162.02	92.86	69.16	374.23	56.02
37	161.29	66.81	94.48	-45.60	57.58
38	160.57	46.70	113.87	-56.02	59.14
39	30.21	30.26	-0.05	-61.71	60.69
40	29.49	18.72	10.77	-62.25	62.25

POSTA NO	$\Sigma p(x)$	$\Sigma \Sigma p(x)$	$Q1(x)$	$M1(x)$
0	0.00	0.00	0.00	0.00
1	48.93	24.47	177.38	321.50
2	123.10	110.48	446.24	1451.81
3	173.11	258.59	627.54	3398.04
4	194.44	442.37	704.85	5812.99
5	219.38	649.28	795.26	8531.93
6	235.71	876.82	854.43	11522.00
7	217.50	1103.43	788.44	14499.70
8	265.47	1344.91	962.35	17673.00
9	358.10	1656.70	1298.10	21770.06
10	394.53	2033.02	1430.19	26715.09
11	415.03	2437.79	1504.47	32034.15
12	423.35	2856.98	1534.64	37542.54
13	423.09	3280.20	1533.68	43103.88
14	420.25	3701.87	1523.42	48644.87
15	403.90	4113.95	1464.14	54059.81
16	371.87	4501.83	1348.04	59156.88
17	337.68	4856.61	1224.09	63818.86
18	302.40	5176.65	1096.20	68024.40
19	266.02	5460.86	964.31	71759.06
20	229.11	5708.42	830.52	75012.18
21	192.22	5919.08	696.79	77780.43
22	155.87	6093.12	565.01	80067.45
23	120.60	6231.36	437.18	81883.93
24	87.06	6335.19	315.60	83248.34
25	56.10	6406.77	203.38	84188.98
26	28.17	6448.91	102.13	84742.72
27	-12.11	6456.94	-43.90	84848.26
28	-64.78	6418.50	-234.81	84343.09
29	-112.31	6329.96	-407.12	83179.59
30	-152.33	6197.64	-552.20	81440.84
31	-182.41	6030.27	-661.24	79241.48
32	-207.18	5835.47	-751.01	76681.78
33	-230.69	5616.54	-836.26	73804.84
34	-241.12	5380.63	-874.06	70704.91
35	-226.81	5146.67	-822.20	67630.45
36	-186.02	4940.25	-674.31	64918.01
37	-119.76	4787.37	-434.12	62908.97
38	-31.14	4711.92	-112.89	61917.51
39	10.20	4701.45	36.99	61779.94
40	0.00	4706.55	0.00	61846.99

POSTA NO	$\Sigma a(x)$	$\delta 2Q(x)$	$\delta M(x)$	$Q(x)$	$M(x)$
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.07	0.36	0.65	177.73	322.14
2	7.29	34.19	63.26	480.43	1515.07
3	31.65	82.49	274.75	710.03	3672.79
4	77.76	138.36	675.05	843.21	6488.05
5	148.43	200.08	1288.47	995.33	9820.41
6	245.39	264.32	2130.18	1118.75	13652.18
7	368.46	325.08	3198.46	1113.52	17698.17
8	517.30	387.75	4490.47	1350.09	22163.46
9	689.68	437.85	5986.86	1735.95	27756.92
10	882.58	486.03	7661.39	1916.22	34376.48
11	1092.72	520.40	9485.55	2024.87	41519.70
12	1316.32	550.47	11426.49	2085.11	48969.03
13	1549.79	567.71	13453.19	2101.40	56557.07
14	1790.60	585.61	15543.58	2109.02	64188.45
15	2037.01	594.53	17682.57	2058.67	71742.39
16	2287.70	606.09	19858.69	1954.13	79015.58
17	2541.83	611.05	22064.77	1835.15	85883.63
18	2797.70	614.40	24285.90	1710.60	92310.30
19	3054.68	616.33	26516.61	1580.64	98275.67
20	3312.19	616.97	28751.98	1447.49	103764.16
21	3569.71	616.37	30987.41	1313.16	108767.84
22	3826.71	614.47	33218.30	1179.48	113285.76
23	4082.61	611.15	35439.74	1048.33	117323.67
24	4336.79	606.21	37646.21	921.81	120894.56
25	4588.40	598.79	39830.27	802.16	124019.26
26	4836.56	589.78	41984.54	691.91	126727.26
27	5079.40	573.24	44092.51	529.34	128940.77
28	5316.96	564.53	46154.72	329.72	130497.80
29	5548.67	545.20	48166.10	138.08	131345.69
30	5772.15	525.10	50106.01	-27.10	131546.84
31	5984.96	494.12	51953.34	-167.12	131194.83
32	6183.66	457.51	53678.18	-293.50	130359.95
33	6364.23	407.32	55245.69	-428.94	129050.53
34	6522.92	352.69	56623.21	-521.37	127328.11
35	6656.15	285.41	57779.76	-536.79	125410.20
36	6762.17	222.36	58700.09	-451.96	123618.09
37	6842.01	159.99	59393.08	-274.13	122302.05
38	6898.76	111.83	59885.75	-1.06	121803.27
39	6937.24	72.47	60219.80	109.46	121999.75
40	6961.73	44.82	60432.41	44.82	122279.39

POSTA NO $i(x)$ $[I_0/I(x)]M(x)i(x)$ $\Sigma M(x)i(x)$ $\Sigma \Sigma M(x)i(x)$ $F*..$

0	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	5.67	1825.48	912.74	456.37	0.00
2	4.39	6646.76	5148.86	3487.17	0.01
3	3.58	13144.73	15044.61	13583.90	0.02
4	3.02	19608.31	31421.13	36816.77	0.06
5	2.62	25684.14	54067.35	79561.00	0.12
6	2.31	31469.44	82644.14	147916.75	0.23
7	2.06	36468.94	116613.33	247545.48	0.38
8	1.86	41290.84	155493.22	383598.75	0.59
9	1.70	47186.78	199732.03	561211.38	0.86
10	1.56	53737.94	250194.39	786174.63	1.20
11	1.45	60071.05	307098.88	1064821.25	1.63
12	1.35	65938.50	370103.66	1403422.50	2.15
13	1.26	71220.00	438682.91	1807815.75	2.77
14	1.18	75909.83	512247.81	2283281.00	3.50
15	1.11	79975.12	590190.25	2834500.00	4.34
16	1.05	83303.23	671829.44	3465510.00	5.30
17	1.00	85883.63	756422.88	4179636.00	6.40
18	1.00	92310.30	845519.88	4980607.50	7.62
19	1.00	98275.67	940812.88	5873774.00	8.99
20	1.00	103764.16	1041832.81	6865097.00	10.51
21	1.00	108767.84	1148098.75	7960063.00	12.19
22	1.00	113285.76	1259125.50	9163675.00	14.03
23	1.00	117323.67	1374430.25	10480453.00	16.04
24	1.00	120894.56	1493539.38	11914438.00	18.24
25	1.00	124019.26	1615996.25	13469206.00	20.62
26	1.04	132237.14	1744124.50	15149266.00	23.19
27	1.09	140662.66	1880574.38	16961616.00	25.96
28	1.14	149140.38	2025475.88	18914642.00	28.95
29	1.20	157614.80	2178853.50	21016806.00	32.17
30	1.26	166164.47	2340743.00	23276604.00	35.63
31	1.33	174926.44	2511288.50	25702620.00	39.35
32	1.41	184037.58	2690770.50	28303650.00	43.33
33	1.50	193575.81	2879577.25	31088824.00	47.59
34	1.60	203725.02	3078227.75	34067728.00	52.15
35	1.71	214988.89	3287584.75	37250636.00	57.02
36	1.85	228217.98	3509188.25	40649024.00	62.23
37	2.00	244604.11	3745599.25	44276416.00	67.78
38	2.18	265752.59	4000777.50	48149604.00	73.71
39	2.40	292799.44	4280053.50	52290020.00	80.05
40	2.67	326078.47	4589492.50	56724792.00	86.83

POSTA NO	Ø	Sehim	Wü	Wa	σü	σa
0	0.00	0.00	0.62	1.20	0.00	0.00
1	7.87	7.87	0.88	1.69	368.02	190.20
2	15.74	15.73	1.13	2.19	1340.02	692.53
3	23.61	23.59	1.39	2.68	2650.04	1369.56
4	31.48	31.42	1.64	3.18	3953.13	2043.00
5	39.35	39.22	1.90	3.67	5178.05	2676.05
6	47.22	46.99	2.15	4.16	6344.39	3278.82
7	55.09	54.71	2.41	4.66	7352.32	3799.72
8	62.95	62.37	2.66	5.15	8324.43	4302.12
9	70.82	69.97	2.92	5.65	9513.08	4916.42
10	78.69	77.49	3.17	6.14	10833.83	5598.99
11	86.56	84.93	3.43	6.63	12110.61	6258.84
12	94.43	92.28	3.68	7.13	13293.52	6870.17
13	102.30	99.53	3.94	7.62	14358.29	7420.46
14	110.17	106.68	4.19	8.12	15303.79	7909.09
15	118.04	113.70	4.45	8.61	16123.37	8332.66
16	125.91	120.60	4.70	9.10	16794.33	8679.42
17	133.78	127.38	4.96	9.60	17314.55	8948.27
18	141.65	134.02	4.96	9.60	18610.20	9617.87
19	149.52	140.53	4.96	9.60	19812.85	10239.40
20	157.39	146.88	4.96	9.60	20919.35	10811.25
21	165.26	153.07	4.96	9.60	21928.12	11332.59
22	173.13	159.10	4.96	9.60	22838.96	11803.31
23	180.99	164.95	4.96	9.60	23653.02	12224.03
24	188.86	170.63	4.96	9.60	24372.93	12596.08
25	196.73	176.12	4.96	9.60	25002.88	12921.64
26	204.60	181.41	4.75	9.20	26659.64	13777.87
27	212.47	186.51	4.55	8.80	28358.27	14655.73
28	220.34	191.39	4.34	8.40	30067.41	15539.03
29	228.21	196.04	4.13	8.00	31775.91	16421.99
30	236.08	200.45	3.93	7.60	33499.55	17312.78
31	243.95	204.60	3.72	7.20	35266.02	18225.69
32	251.82	208.49	3.51	6.80	37102.87	19174.99
33	259.69	212.10	3.31	6.40	39025.82	20168.78
34	267.56	215.41	3.10	6.00	41071.94	21226.23
35	275.43	218.40	2.89	5.60	43342.80	22399.83
36	283.30	221.07	2.69	5.20	46009.86	23778.18
37	291.17	223.39	2.48	4.80	49313.38	25485.46
38	299.04	225.33	2.27	4.40	53576.99	27688.92
39	306.90	226.86	2.07	4.00	59029.78	30506.96
40	314.77	227.94	1.86	3.60	65738.96	33974.31

BOYUNA MUKAVEMET HESAPLARI

5a YUKLEME DURUMU

DEPLASMAN = 24252.1

POSTA NO	q(x)	a(x)	p(x)	$\Sigma p(x)$	k.kuv.th
0	46.73	0.00	46.73	0.00	0.00
1	82.41	0.00	82.41	64.57	1.32
2	111.48	11.29	100.19	155.87	2.63
3	68.40	28.53	39.87	225.90	3.95
4	97.61	50.10	47.51	269.59	5.26
5	124.73	72.42	52.32	319.50	6.58
6	132.97	97.33	35.64	363.48	7.89
7	107.87	121.41	-13.54	374.53	9.21
8	336.17	146.85	189.32	462.42	10.53
9	224.97	168.06	56.90	585.53	11.84
10	226.26	188.41	37.85	632.91	13.16
11	227.54	203.46	24.08	663.87	14.47
12	228.83	216.93	11.90	681.87	15.79
13	230.12	225.16	4.96	690.30	17.10
14	254.09	233.33	20.76	703.16	18.42
15	188.89	237.63	-48.74	689.16	19.74
16	190.18	243.48	-53.30	638.14	21.05
17	191.46	246.14	-54.67	584.15	22.37
18	191.46	247.98	-56.51	528.56	23.68
19	191.46	249.06	-57.59	471.51	25.00
20	232.93	249.42	-16.49	434.46	26.32
21	222.70	249.08	-26.38	413.03	27.63
22	222.70	248.02	-25.32	387.18	28.95
23	222.70	246.19	-23.49	362.77	30.26
24	222.70	243.54	-20.84	340.60	31.58
25	222.70	239.63	-16.94	321.71	32.89
26	212.74	235.08	-22.34	302.07	34.21
27	202.78	227.43	-24.65	278.58	35.53
28	202.06	222.81	-20.75	255.88	36.84
29	201.34	213.91	-12.58	239.21	38.16
30	200.61	204.68	-4.07	230.89	39.47
31	199.89	191.21	8.68	233.20	40.79
32	171.74	175.33	-3.58	235.75	42.10
33	144.10	154.41	-10.31	228.80	43.42
34	142.88	132.08	10.79	229.05	44.74
35	142.15	105.36	36.79	252.84	46.05
36	141.43	81.13	60.29	301.38	47.37
37	141.71	57.76	83.95	-37.35	48.68
38	139.98	40.11	99.88	-46.54	50.00
39	30.21	25.90	4.31	-51.75	51.31
40	29.49	16.20	13.29	-52.63	52.63

POSTA NO	$\Sigma p(x)$	$\Sigma \Sigma p(x)$	$Q1(x)$	$M1(x)$
0	0.00	0.00	0.00	0.00
1	51.41	25.71	186.36	337.79
2	129.55	116.19	469.63	1526.78
3	186.43	274.18	675.80	3602.88
4	216.96	475.87	786.47	6253.24
5	253.71	711.20	919.70	9345.66
6	284.53	980.32	1031.42	12882.06
7	282.42	1263.80	1023.78	16607.11
8	357.16	1583.59	1294.70	20809.35
9	467.11	1995.73	1693.29	26225.09
10	501.33	2479.95	1817.32	32588.08
11	519.14	2990.18	1881.87	39292.88
12	523.97	3511.74	1899.41	46146.45
13	519.25	4033.35	1882.28	53000.75
14	518.95	4552.45	1881.19	59822.03
15	491.80	5057.82	1782.77	66462.95
16	427.62	5517.53	1550.12	72503.81
17	360.47	5911.58	1306.72	77681.82
18	291.72	6237.68	1057.49	81966.95
19	221.51	6494.29	802.98	85339.06
20	171.31	6690.70	621.00	87920.03
21	136.72	6844.72	495.60	89943.85
22	97.71	6961.93	354.19	91484.10
23	60.14	7040.86	218.02	92521.25
24	24.82	7083.34	89.97	93079.48
25	-7.23	7092.13	-26.21	93195.05
26	-40.03	7068.50	-145.10	92884.55
27	-76.68	7010.15	-277.96	92117.77
28	-112.54	6915.54	-407.95	90874.55
29	-142.36	6788.09	-516.05	89199.80
30	-163.84	6634.99	-593.91	87187.98
31	-174.69	6465.73	-633.24	84963.76
32	-185.30	6285.74	-671.70	82598.55
33	-205.40	6090.39	-744.57	80031.56
34	-218.32	5878.53	-791.39	77247.62
35	-207.68	5665.54	-752.85	74448.69
36	-172.30	5475.55	-624.58	71952.09
37	-113.33	5332.73	-410.84	70075.39
38	-34.58	5258.77	-125.35	69103.56
39	4.36	5243.66	15.79	68904.99
40	0.00	5245.84	0.00	68933.62

POSTA NO	$\Sigma a(x)$	$\delta^2 Q(x)$	$\delta M(x)$	$Q(x)$	$M(x)$
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	0.00	186.36	337.79
2	5.64	32.09	58.16	501.72	1584.94
3	25.55	81.09	263.29	756.89	3866.17
4	64.87	142.41	668.37	928.87	6921.61
5	126.13	205.83	1299.55	1125.53	10645.21
6	211.00	276.66	2174.06	1308.07	15056.12
7	320.37	345.08	3300.96	1368.87	19908.07
8	454.50	417.39	4682.95	1712.09	25492.31
9	611.95	477.70	6305.30	2170.99	32530.39
10	790.19	535.53	8141.78	2352.86	40729.86
11	986.12	578.31	10160.62	2460.18	49453.50
12	1196.32	616.59	12326.38	2516.00	58472.83
13	1417.36	640.00	14603.96	2522.28	67604.71
14	1646.61	663.22	16966.05	2544.41	76788.08
15	1882.09	675.44	19392.36	2458.21	85855.31
16	2122.65	692.05	21870.93	2242.17	94374.74
17	2367.45	699.62	24393.34	2006.34	102075.16
18	2614.51	704.85	26938.93	1762.34	108905.89
19	2863.03	707.92	29499.57	1510.90	114838.63
20	3112.27	708.94	32067.63	1329.94	119987.66
21	3361.52	707.97	34635.79	1203.57	124579.64
22	3610.06	704.96	37196.71	1059.15	128680.81
23	3857.17	699.77	39742.78	917.79	132264.03
24	4102.03	692.23	42265.78	782.20	135345.25
25	4343.62	681.13	44755.00	654.92	137950.05
26	4580.98	668.20	47200.65	523.10	140085.20
27	4812.24	646.44	49583.44	368.48	141701.20
28	5037.36	633.32	51903.01	225.37	142777.56
29	5255.72	608.02	54152.94	91.97	143352.73
30	5465.02	581.78	56309.45	-12.14	143497.42
31	5662.96	543.49	58348.99	-89.76	143312.75
32	5846.23	498.35	60237.31	-173.35	142835.86
33	6011.10	438.88	61936.04	-305.69	141967.59
34	6154.34	375.42	63411.97	-415.97	140659.59
35	6273.06	299.49	64635.25	-453.36	139083.94
36	6366.31	230.61	65596.05	-393.97	137548.13
37	6435.76	164.16	66311.57	-246.67	136386.97
38	6484.69	114.00	66815.73	-11.35	135919.30
39	6517.69	73.62	67155.79	89.41	136060.78
40	6538.74	46.04	67372.66	46.04	136306.28

POSTA NO	$i(x)$	$[I_0/I(x)]M(x)$	$i(x)$	$\Sigma M(x)$	$i(x)$	$\Sigma \Sigma M(x)$	$i(x)$	F*..
0	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1	5.67	1914.12	957.06	478.53	0.00			
2	4.39	6953.29	5390.76	3652.44	0.01			
3	3.58	13836.81	15785.81	14240.72	0.02			
4	3.02	20918.63	33163.53	38715.39	0.06			
5	2.62	27841.32	57543.50	84068.91	0.13			
6	2.31	34705.63	88816.98	157249.14	0.24			
7	2.06	41022.68	126681.13	264998.19	0.41			
8	1.86	47492.52	170938.73	413808.13	0.63			
9	1.70	55301.67	222335.83	610445.38	0.93			
10	1.56	63669.66	281821.50	862524.00	1.32			
11	1.45	71549.75	349431.19	1178150.38	1.80			
12	1.35	78735.70	424573.91	1565153.00	2.40			
13	1.26	85131.85	506507.69	2030693.75	3.11			
14	1.18	90810.25	594478.75	2581187.00	3.95			
15	1.11	95707.55	687737.63	3222295.25	4.93			
16	1.05	99495.84	785339.31	3958833.75	6.06			
17	1.00	102075.16	886124.81	4794566.00	7.34			
18	1.00	108905.89	991615.31	5733436.00	8.78			
19	1.00	114838.63	1103487.63	6780987.50	10.38			
20	1.00	119987.66	1220900.75	7943182.00	12.16			
21	1.00	124579.64	1343184.38	9225224.00	14.12			
22	1.00	128680.81	1469814.63	10631724.00	16.28			
23	1.00	132264.03	1600287.00	12166775.00	18.62			
24	1.00	135345.25	1734091.63	13833964.00	21.18			
25	1.00	137950.05	1870739.25	15636380.00	23.94			
26	1.04	146175.86	2012802.25	17578150.00	26.91			
27	1.09	154583.14	2163181.75	19666142.00	30.10			
28	1.14	163174.38	2322060.50	21908764.00	33.54			
29	1.20	172023.25	2489659.25	24314624.00	37.22			
30	1.26	181259.95	2666300.75	26892604.00	41.17			
31	1.33	191083.67	2852472.50	29651990.00	45.39			
32	1.41	201650.63	3048839.75	32602646.00	49.91			
33	1.50	212951.41	3256140.75	35755136.00	54.73			
34	1.60	225055.39	3475144.25	39120780.00	59.89			
35	1.71	238429.58	3706886.75	42711796.00	65.38			
36	1.85	253934.97	3953069.00	46541776.00	71.25			
37	2.00	272773.94	4216423.50	50626524.00	77.50			
38	2.18	296551.19	4501086.00	54985280.00	84.17			
39	2.40	326545.91	4812634.50	59642140.00	91.30			
40	2.67	363483.53	5157649.00	64627280.00	98.93			

POSTA NO	Ø	Sehim	Wü	Wa	örü	ra
0	0.00	0.00	0.62	1.20	0.00	0.00
1	8.97	8.96	0.88	1.69	385.90	199.43
2	17.93	17.93	1.13	2.19	1401.82	724.47
3	26.90	26.88	1.39	2.68	2789.57	1441.67
4	35.86	35.80	1.64	3.18	4217.30	2179.53
5	44.83	44.70	1.90	3.67	5612.94	2900.80
6	53.79	53.55	2.15	4.16	6996.82	3616.00
7	62.76	62.35	2.41	4.66	8270.37	4274.18
8	71.73	71.09	2.66	5.15	9574.72	4948.27
9	80.69	79.76	2.92	5.65	11149.08	5761.92
10	89.66	88.34	3.17	6.14	12836.11	6633.78
11	98.62	96.82	3.43	6.63	14424.77	7454.81
12	107.59	105.19	3.68	7.13	15873.50	8203.52
13	116.55	113.44	3.94	7.62	17162.99	8869.94
14	125.52	121.57	4.19	8.12	18307.78	9461.58
15	134.48	129.55	4.45	8.61	19295.11	9971.83
16	143.45	137.39	4.70	9.10	20058.84	10366.53
17	152.42	145.08	4.96	9.60	20578.84	10635.27
18	161.38	152.60	4.96	9.60	21955.95	11346.97
19	170.35	159.97	4.96	9.60	23152.02	11965.11
20	179.31	167.15	4.96	9.60	24190.09	12501.59
21	188.28	174.16	4.96	9.60	25115.86	12980.03
22	197.24	180.97	4.96	9.60	25942.67	13407.33
23	206.21	187.59	4.96	9.60	26665.07	13780.67
24	215.18	194.00	4.96	9.60	27286.25	14101.71
25	224.14	200.21	4.96	9.60	27811.39	14373.10
26	233.11	206.20	4.75	9.20	29469.76	15230.15
27	242.07	211.97	4.55	8.80	31164.71	16106.11
28	251.04	217.50	4.34	8.40	32896.73	17001.24
29	260.00	222.78	4.13	8.00	34680.72	17923.21
30	268.97	227.80	3.93	7.60	36542.87	18885.58
31	277.94	232.54	3.72	7.20	38523.39	19909.13
32	286.90	236.99	3.51	6.80	40653.74	21010.10
33	295.87	241.13	3.31	6.40	42932.03	22187.54
34	304.83	244.95	3.10	6.00	45372.25	23448.65
35	313.80	248.41	2.89	5.60	48068.56	24842.13
36	322.76	251.52	2.69	5.20	51194.53	26457.64
37	331.73	254.23	2.48	4.80	54992.55	28420.49
38	340.69	256.52	2.27	4.40	59786.13	30897.85
39	349.66	258.36	2.07	4.00	65833.23	34023.02
40	358.63	259.69	1.86	3.60	73279.99	37871.57

BOYUNA MUKAVEMET HESAPLARI
5b YUKLEME DURUMU
DEPLASMAN = 24002.96

POSTA NO	q(x)	a(x)	p(x)	$\Sigma p(x)$	k.kuv.th
0	46.73	0.00	46.73	0.00	0.00
1	82.41	0.00	82.41	64.57	1.28
2	111.48	10.92	100.56	156.05	2.57
3	68.40	27.68	40.72	226.69	3.85
4	97.61	48.76	48.85	271.48	5.13
5	124.73	70.64	54.09	322.95	6.42
6	133.03	95.21	37.82	368.90	7.70
7	107.87	119.04	-11.16	382.23	8.99
8	273.38	144.31	129.06	441.18	10.27
9	200.76	165.55	35.21	523.32	11.55
10	202.05	185.90	16.15	549.00	12.84
11	203.34	201.04	2.30	558.22	14.12
12	204.63	214.64	-10.01	554.36	15.40
13	205.91	233.03	-27.12	535.80	16.69
14	244.36	231.30	13.06	528.77	17.97
15	220.66	235.70	-15.04	527.78	19.26
16	221.95	241.68	-19.73	510.40	20.54
17	223.24	244.43	-21.19	489.94	21.82
18	223.24	246.34	-23.10	467.79	23.11
19	223.24	247.46	-24.22	444.13	24.39
20	223.26	247.84	-24.57	419.73	25.67
21	215.91	247.48	-31.57	391.66	26.96
22	215.91	246.38	-30.47	360.64	28.24
23	215.91	244.49	-28.58	331.11	29.52
24	215.91	241.75	-25.84	303.90	30.81
25	215.91	237.73	-21.82	280.07	32.09
26	215.91	233.06	-17.15	260.58	33.38
27	187.95	225.30	-37.35	233.33	34.66
28	187.22	220.52	-33.30	198.01	35.94
29	186.50	211.52	-25.02	168.85	37.23
30	185.78	202.16	-16.38	148.15	38.51
31	185.05	188.62	-3.56	138.17	39.79
32	184.33	172.66	11.67	142.23	41.08
33	153.89	151.77	2.11	149.12	42.36
34	153.15	129.55	23.60	161.98	43.65
35	152.43	103.11	49.33	198.44	44.93
36	151.71	79.22	72.48	259.35	46.21
37	150.99	56.28	94.71	-34.29	47.50
38	150.26	39.02	111.24	-44.59	48.78
39	30.21	25.16	5.06	-50.41	50.06
40	29.49	15.73	13.76	-51.35	51.35

POSTA NO	$\Sigma p(x)$	$\Sigma \Sigma p(x)$	$Q1(x)$	$M1(x)$
0	0.00	0.00	0.00	0.00
1	51.73	25.87	187.53	339.89
2	130.38	116.92	472.63	1536.42
3	188.18	276.20	682.16	3629.48
4	220.13	480.36	797.97	6312.23
5	258.76	719.81	938.01	9458.69
6	291.88	995.12	1058.06	13076.56
7	292.37	1287.25	1059.84	16915.26
8	338.48	1602.68	1227.00	21060.17
9	407.78	1975.81	1478.22	25963.38
10	420.63	2390.02	1524.77	31406.31
11	417.01	2808.84	1511.68	36909.88
12	400.32	3217.50	1451.16	42280.01
13	368.92	3602.12	1337.33	47334.14
14	349.05	3961.11	1265.32	52051.45
15	335.23	4303.25	1215.20	56547.39
16	305.01	4623.37	1105.65	60753.94
17	271.71	4911.72	984.94	64543.13
18	236.72	5165.94	858.13	67883.68
19	200.23	5384.42	725.83	70754.61
20	163.00	5566.03	590.86	73141.12
21	122.09	5708.57	442.56	75014.19
22	78.22	5808.73	283.56	76330.29
23	35.86	5865.77	129.99	77079.86
24	-4.19	5881.60	-15.18	77287.95
25	-40.86	5859.08	-148.10	76991.99
26	-73.18	5802.06	-265.27	76242.75
27	-113.27	5708.84	-410.59	75017.74
28	-161.43	5571.49	-585.18	73212.91
29	-203.42	5389.07	-737.42	70815.70
30	-236.96	5168.87	-858.99	67922.23
31	-259.77	4920.51	-941.67	64658.54
32	-268.55	4656.35	-973.51	61187.29
33	-274.50	4384.82	-995.05	57619.28
34	-274.48	4110.33	-994.98	54012.36
35	-250.85	3847.67	-909.33	50560.80
36	-202.78	3620.86	-735.08	47580.30
37	-132.02	3453.45	-478.58	45380.55
38	-41.88	3366.50	-151.82	44237.95
39	3.43	3347.28	12.44	43985.31
40	0.00	3348.99	0.00	44007.84

POSTA NO	$\Sigma a(x)$	$\delta 2Q(x)$	$\delta M(x)$	$Q(x)$	$M(x)$
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	0.00	187.53	339.89
2	5.46	20.02	36.29	492.65	1572.71
3	24.76	50.75	164.55	732.91	3794.04
4	62.98	89.40	418.56	887.37	6730.79
5	122.68	129.52	815.35	1067.53	10274.03
6	205.60	174.56	1366.49	1232.62	14443.05
7	312.73	218.24	2078.44	1278.09	18993.70
8	444.40	264.59	2953.57	1491.59	24013.74
9	599.33	303.52	3983.26	1781.74	29946.64
10	775.05	340.83	5151.15	1865.61	36557.46
11	968.52	368.59	6436.98	1880.27	43346.85
12	1176.36	393.52	7818.31	1844.68	50098.32
13	1400.19	427.25	9305.95	1764.57	56640.09
14	1632.36	424.08	10848.98	1689.40	62900.43
15	1865.86	432.14	12400.88	1647.34	68948.28
16	2104.55	443.11	13987.28	1548.76	74741.21
17	2347.61	448.15	15602.69	1433.09	80145.81
18	2593.00	451.65	17233.58	1309.78	85117.26
19	2839.90	453.70	18874.53	1179.53	89629.13
20	3087.55	454.39	20520.44	1045.25	93661.56
21	3335.20	453.74	22166.43	896.30	97180.62
22	3582.13	451.72	23807.57	735.28	100137.86
23	3827.57	448.25	25438.77	578.25	102518.63
24	4070.69	443.23	27054.58	428.04	104342.53
25	4310.42	435.86	28647.92	287.75	105639.91
26	4545.81	427.29	30212.38	162.02	106455.13
27	4774.99	413.07	31735.53	2.47	106753.27
28	4997.90	404.31	33217.04	-180.86	106429.94
29	5213.92	387.81	34652.75	-349.61	105468.45
30	5420.76	370.64	36027.44	-488.34	103949.67
31	5616.15	345.82	37326.03	-595.85	101984.57
32	5796.79	316.56	38526.58	-656.95	99713.88
33	5959.00	278.26	39604.70	-716.79	97223.98
34	6099.66	237.53	40539.58	-757.44	94551.94
35	6215.99	189.04	41312.73	-720.29	91873.53
36	6307.16	145.25	41918.63	-589.83	89498.94
37	6374.91	103.18	42368.91	-375.40	87749.45
38	6422.56	71.54	42685.59	-80.28	86923.53
39	6454.65	46.12	42898.85	58.56	86884.16
40	6475.09	28.84	43034.72	28.84	87042.56

POSTA NO	$i(x)$	$[I_0/I(x)]M(x)i(x)$	$\Sigma M(x)i(x)$	$\Sigma \Sigma M(x)i(x)$	F*..
0	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	5.67	1926.06	963.03	481.51	0.00
2	4.39	6899.64	5375.88	3650.97	0.01
3	3.58	13578.67	15615.03	14146.42	0.02
4	3.02	20341.94	32575.34	38241.61	0.06
5	2.62	26870.55	56181.58	82620.06	0.13
6	2.31	33292.45	86263.08	153842.39	0.24
7	2.06	39138.53	122478.57	258213.22	0.40
8	1.86	44737.93	164416.80	401660.91	0.61
9	1.70	50909.30	212240.41	589989.50	0.90
10	1.56	57147.29	266268.67	829244.06	1.27
11	1.45	62714.60	326199.63	1125478.25	1.72
12	1.35	67459.13	391286.50	1484221.25	2.27
13	1.26	71324.55	460678.34	1910203.75	2.92
14	1.18	74386.59	533533.94	2407310.00	3.69
15	1.11	76860.37	609157.44	2978655.75	4.56
16	1.05	78796.93	686986.06	3626727.50	5.55
17	1.00	80145.81	766457.44	4353449.00	6.66
18	1.00	85117.26	849089.00	5161222.00	7.90
19	1.00	89629.13	936462.19	6053997.50	9.27
20	1.00	93661.56	1028107.50	7036282.50	10.77
21	1.00	97180.62	1123528.63	8112100.50	12.42
22	1.00	100137.86	1222187.88	9284959.00	14.21
23	1.00	102518.63	1323516.13	10557811.00	16.16
24	1.00	104342.53	1426946.75	11933042.00	18.27
25	1.00	105639.91	1531938.00	13412484.00	20.53
26	1.04	111083.62	1640299.75	14998603.00	22.96
27	1.09	116458.12	1754070.63	16695788.00	25.56
28	1.14	121634.23	1873116.75	18509382.00	28.33
29	1.20	126562.13	1997214.88	20444548.00	31.30
30	1.26	131304.88	2126148.50	22506230.00	34.45
31	1.33	135979.44	2259790.75	24699200.00	37.81
32	1.41	140772.53	2398166.75	27028178.00	41.37
33	1.50	145835.98	2541471.00	29497996.00	45.16
34	1.60	151283.13	2690030.50	32113746.00	49.16
35	1.71	157497.47	2844420.75	34880972.00	53.40
36	1.85	165228.78	3005784.00	37806076.00	57.87
37	2.00	175498.91	3176147.75	40897040.00	62.61
38	2.18	189651.34	3358723.00	44164476.00	67.61
39	2.40	208522.00	3557809.75	47622744.00	72.90
40	2.67	232113.56	3778127.50	51290712.00	78.52

POSTA NO	ø	Sehim	Wü	Wa	σü	σα
0	0.00	0.00	0.62	1.20	0.00	0.00
1	7.12	7.11	0.88	1.69	388.30	200.68
2	14.23	14.23	1.13	2.19	1391.00	718.88
3	21.35	21.32	1.39	2.68	2737.52	1414.77
4	28.46	28.40	1.64	3.18	4101.03	2119.44
5	35.58	35.45	1.90	3.67	5417.23	2799.66
6	42.69	42.46	2.15	4.16	6711.92	3468.76
7	49.81	49.41	2.41	4.66	7890.52	4077.87
8	56.92	56.31	2.66	5.15	9019.38	4661.27
9	64.04	63.14	2.92	5.65	10263.56	5304.27
10	71.15	69.89	3.17	6.14	11521.17	5954.21
11	78.27	76.55	3.43	6.63	12643.56	6534.27
12	85.39	83.11	3.68	7.13	13600.08	7028.61
13	92.50	89.58	3.94	7.62	14379.37	7431.35
14	99.62	95.93	4.19	8.12	14996.70	7750.38
15	106.73	102.17	4.45	8.61	15495.42	8008.13
16	113.85	108.30	4.70	9.10	15885.84	8209.90
17	120.96	114.30	4.96	9.60	16157.78	8350.44
18	128.08	120.18	4.96	9.60	17160.05	8868.42
19	135.19	125.93	4.96	9.60	18069.67	9338.52
20	142.31	131.54	4.96	9.60	18882.62	9758.66
21	149.43	137.01	4.96	9.60	19592.08	10125.31
22	156.54	142.33	4.96	9.60	20188.28	10433.43
23	163.66	147.49	4.96	9.60	20668.25	10681.48
24	170.77	152.50	4.96	9.60	21035.96	10871.51
25	177.89	157.36	4.96	9.60	21297.51	11006.69
26	185.00	162.04	4.75	9.20	22394.99	11573.87
27	192.12	166.56	4.55	8.80	23478.52	12133.84
28	199.23	170.90	4.34	8.40	24522.04	12673.14
29	206.35	175.05	4.13	8.00	25515.54	13186.59
30	213.46	179.01	3.93	7.60	26471.69	13680.74
31	220.58	182.77	3.72	7.20	27414.11	14167.78
32	227.70	186.32	3.51	6.80	28380.42	14667.18
33	234.81	189.66	3.31	6.40	29401.24	15194.74
34	241.93	192.77	3.10	6.00	30499.41	15762.28
35	249.04	195.65	2.89	5.60	31752.25	16409.76
36	256.16	198.28	2.69	5.20	33310.93	17215.29
37	263.27	200.67	2.48	4.80	35381.43	18285.34
38	270.39	202.78	2.27	4.40	38234.61	19759.89
39	277.50	204.60	2.07	4.00	42039.04	21726.04
40	284.62	206.10	1.86	3.60	46795.19	24184.05

BOYUNA MUKAVEMET HESAPLARI
5c YUKLEME DURUMU
DEPLASMAN = 20965.74

POSTA NO	q(x)	a(x)	p(x)	$\Sigma p(x)$	k.kuv.th
0	39.99	0.00	39.99	0.00	0.00
1	75.68	0.00	75.68	57.83	1.18
2	104.75	8.31	96.43	143.89	2.37
3	68.40	20.25	48.15	216.18	3.55
4	97.61	35.98	61.62	271.07	4.74
5	124.73	53.28	71.45	337.60	5.92
6	133.02	73.72	59.30	402.98	7.10
7	100.85	94.50	6.35	435.80	8.29
8	215.80	117.41	98.39	488.17	9.47
9	150.20	138.16	12.04	543.38	10.66
10	151.49	158.02	-6.53	546.14	11.84
11	152.78	173.67	-20.89	532.43	13.02
12	154.07	188.31	-34.24	504.87	14.21
13	155.36	198.05	-42.69	466.41	15.39
14	193.23	207.30	-14.07	438.03	16.57
15	197.66	212.77	-15.10	423.44	17.76
16	198.95	219.69	-20.73	405.52	18.94
17	200.24	223.24	-23.00	383.65	20.13
18	200.24	225.76	-25.51	359.40	21.31
19	200.24	227.26	-27.01	333.13	22.49
20	200.30	227.76	-27.46	305.89	23.68
21	200.36	227.28	-26.93	278.70	24.86
22	200.36	225.81	-25.45	252.51	26.05
23	200.36	223.32	-22.96	228.31	27.23
24	200.36	219.77	-19.41	207.12	28.41
25	200.36	214.79	-14.44	190.19	29.60
26	199.57	209.07	-9.49	178.23	30.78
27	165.01	200.42	-35.40	155.78	31.97
28	164.29	194.16	-29.87	123.14	33.15
29	163.57	184.51	-20.94	97.74	34.33
30	162.85	174.04	-11.20	81.67	35.52
31	163.12	160.10	3.03	77.59	36.70
32	148.82	143.69	5.13	81.67	37.89
33	135.52	123.68	11.84	90.15	39.07
34	134.80	103.06	31.73	111.93	40.25
35	134.07	79.98	54.09	154.85	41.44
36	133.35	59.66	73.69	218.74	42.62
37	132.63	41.16	91.47	-30.13	43.81
38	131.90	27.82	104.08	-39.91	44.99
39	30.21	17.27	12.94	-45.76	46.17
40	29.49	10.47	19.01	-47.36	47.36

POSTA NO	$\Sigma p(x)$	$\Sigma \Sigma p(x)$	$Q1(x)$	$M1(x)$
0	0.00	0.00	0.00	0.00
1	45.99	23.00	166.73	302.20
2	120.21	106.10	435.76	1394.21
3	180.66	256.54	654.90	3371.03
4	223.71	458.72	810.94	6027.87
5	278.41	709.78	1009.22	9326.92
6	331.94	1014.95	1203.29	13337.08
7	352.93	1357.38	1279.36	17836.87
8	393.46	1730.57	1426.28	22740.83
9	436.83	2145.72	1583.51	28196.07
10	427.75	2578.01	1550.58	33876.60
11	402.20	2992.98	1457.96	39329.59
12	362.80	3375.47	1315.13	44355.82
13	312.50	3713.12	1132.79	48792.70
14	272.28	4005.50	987.01	52634.84
15	245.85	4264.57	891.21	56039.11
16	216.09	4495.54	783.34	59074.25
17	182.39	4694.78	661.15	61692.39
18	146.29	4859.12	530.30	63851.88
19	108.19	4986.36	392.17	65523.85
20	69.11	5075.00	250.52	66688.73
21	30.08	5124.60	109.03	67340.40
22	-7.95	5135.66	-28.83	67485.77
23	-44.00	5109.68	-159.49	67144.44
24	-77.02	5049.17	-279.21	66349.29
25	-105.79	4957.77	-383.49	65148.14
26	-129.59	4840.07	-469.78	63601.61
27	-163.88	4693.34	-594.08	61673.37
28	-208.36	4507.22	-755.30	59227.63
29	-245.60	4280.24	-890.29	56245.00
30	-273.50	4020.69	-991.46	52834.33
31	-289.43	3739.22	-1049.18	49135.68
32	-297.19	3445.91	-1077.32	45281.39
33	-300.55	3147.04	-1089.49	41354.05
34	-290.60	2851.46	-1053.43	37470.02
35	-259.53	2576.40	-940.79	33855.49
36	-207.48	2342.90	-752.11	30787.12
37	-136.74	2170.79	-495.68	28525.50
38	-50.81	2077.01	-184.17	27293.26
39	-4.14	2049.54	-14.99	26932.28
40	0.00	2047.47	0.00	26905.10

POSTA NO	$\Sigma a(x)$	$\delta 2Q(x)$	$\delta M(x)$	$Q(x)$	$M(x)$
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.00	0.00	0.00	166.73	302.20
2	4.16	10.67	19.33	446.43	1413.54
3	18.44	25.99	85.76	680.89	3456.79
4	46.55	46.18	216.56	857.12	6244.43
5	91.18	68.38	424.18	1077.60	9751.10
6	154.69	94.61	719.59	1297.89	14056.67
7	238.80	121.28	1110.87	1400.63	18947.74
8	344.76	150.67	1603.79	1576.95	24344.61
9	472.55	177.30	2198.25	1760.82	30394.31
10	620.64	202.79	2887.16	1753.37	36763.77
11	786.49	222.87	3658.67	1680.83	42988.25
12	967.47	241.65	4500.61	1556.78	48856.43
13	1160.65	254.15	5399.25	1386.94	54191.95
14	1363.32	266.03	6342.07	1253.04	58976.91
15	1573.36	273.04	7319.14	1164.26	63358.25
16	1789.58	281.92	8325.01	1065.26	67399.25
17	2011.05	286.49	9355.25	947.64	71047.64
18	2235.55	289.71	10399.61	820.01	74251.49
19	2462.06	291.63	11453.30	683.80	76977.16
20	2689.57	292.28	12511.65	542.80	79200.38
21	2917.09	291.67	13570.06	400.69	80910.45
22	3143.63	289.78	14623.93	260.95	82109.70
23	3368.19	286.58	15668.57	127.09	82813.01
24	3589.74	282.03	16699.18	2.82	83048.47
25	3807.02	275.64	17709.95	-107.85	82858.09
26	4018.95	268.29	18695.83	-201.48	82297.45
27	4223.69	257.20	19648.28	-336.88	81321.66
28	4420.98	249.16	20566.05	-506.14	79793.69
29	4610.31	236.77	21446.81	-653.52	77691.80
30	4789.58	223.35	22280.77	-768.11	75115.10
31	4956.65	205.45	23057.96	-843.73	72193.64
32	5108.55	184.40	23764.56	-892.92	69045.95
33	5242.23	158.72	24386.46	-930.77	65740.52
34	5355.61	132.26	24913.86	-921.17	62383.88
35	5447.13	102.64	25339.61	-838.15	59195.10
36	5516.95	76.56	25664.41	-675.54	56451.53
37	5567.36	52.82	25898.92	-442.86	54424.42
38	5601.85	35.70	26059.38	-148.47	53352.64
39	5624.40	22.17	26164.27	7.17	53096.55
40	5638.27	13.44	26228.81	13.44	53133.91

POSTA NO	$i(x)$	$[I_0/I(x)]M(x)i(x)$	$\Sigma M(x)i(x)$	$\Sigma \Sigma M(x)i(x)$	F*..
0	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	5.67	1712.45	856.22	428.11	0.00
2	4.39	6201.34	4813.12	3262.78	0.00
3	3.58	12371.69	14099.63	12719.16	0.02
4	3.02	18872.04	29721.50	34629.73	0.05
5	2.62	25502.87	51908.95	75444.95	0.12
6	2.31	32401.82	80861.30	141830.08	0.22
7	2.06	39043.83	116584.13	240552.78	0.37
8	1.86	45354.35	158783.22	378236.44	0.58
9	1.70	51670.34	207295.56	561275.81	0.86
10	1.56	57469.79	261865.63	795856.38	1.22
11	1.45	62195.77	321698.41	1087638.38	1.66
12	1.35	65786.89	385689.75	1441332.50	2.21
13	1.26	68241.70	452704.06	1860529.38	2.85
14	1.18	69746.61	521698.22	2347730.50	3.59
15	1.11	70628.86	591885.94	2904522.50	4.45
16	1.05	71056.57	662728.63	3531829.75	5.41
17	1.00	71047.64	733780.75	4230084.50	6.48
18	1.00	74251.49	806430.31	5000190.00	7.65
19	1.00	76977.16	882044.63	5844427.50	8.95
20	1.00	79200.38	960133.38	6765516.50	10.36
21	1.00	80910.45	1040188.81	7765677.50	11.89
22	1.00	82109.70	1121698.88	8846621.00	13.54
23	1.00	82813.01	1204160.25	10009550.00	15.32
24	1.00	83048.47	1287091.00	11255176.00	17.23
25	1.00	82858.09	1370044.25	12583744.00	19.26
26	1.04	85875.59	1454411.13	13995972.00	21.42
27	1.09	88714.54	1541706.25	15494031.00	23.72
28	1.14	91192.80	1631659.88	17080714.00	26.15
29	1.20	93230.15	1723871.38	18758480.00	28.72
30	1.26	94882.26	1817927.63	20529380.00	31.43
31	1.33	96258.19	1913497.88	22395092.00	34.28
32	1.41	97476.64	2010365.25	24357024.00	37.29
33	1.50	98610.78	2108409.00	26416412.00	40.44
34	1.60	99814.22	2207621.50	28574428.00	43.74
35	1.71	101477.30	2308267.25	30832372.00	47.20
36	1.85	104218.20	2411115.00	33192064.00	50.81
37	2.00	108848.84	2517648.50	35656444.00	54.58
38	2.18	116405.77	2630275.75	38230408.00	58.52
39	2.40	127431.73	2752194.50	40921644.00	62.64
40	2.67	141690.48	2886755.50	43741120.00	66.96

POSTA NO	ø	Sehim	Wü	Wa	σü	σa
0	0.00	0.00	0.62	1.20	0.00	0.00
1	6.07	6.07	0.88	1.69	345.24	178.42
2	12.14	12.13	1.13	2.19	1250.22	646.12
3	18.20	18.18	1.39	2.68	2494.19	1289.01
4	24.27	24.22	1.64	3.18	3804.70	1966.29
5	30.34	30.23	1.90	3.67	5141.50	2657.16
6	36.41	36.19	2.15	4.16	6532.36	3375.96
7	42.48	42.11	2.41	4.66	7871.43	4068.00
8	48.55	47.97	2.66	5.15	9143.65	4725.50
9	54.61	53.75	2.92	5.65	10416.99	5383.56
10	60.68	59.46	3.17	6.14	11586.19	5987.81
11	66.75	65.08	3.43	6.63	12538.97	6480.22
12	72.82	70.61	3.68	7.13	13262.95	6854.38
13	78.89	76.04	3.94	7.62	13757.86	7110.15
14	84.95	81.36	4.19	8.12	14061.25	7266.94
15	91.02	86.58	4.45	8.61	14239.12	7358.87
16	97.09	91.68	4.70	9.10	14325.35	7403.43
17	103.16	96.68	4.96	9.60	14323.55	7402.50
18	109.23	101.57	4.96	9.60	14969.46	7736.31
19	115.29	106.35	4.96	9.60	15518.97	8020.30
20	121.36	111.01	4.96	9.60	15967.18	8251.94
21	127.43	115.54	4.96	9.60	16311.94	8430.11
22	133.50	119.96	4.96	9.60	16553.71	8555.06
23	139.57	124.24	4.96	9.60	16695.50	8628.34
24	145.64	128.41	4.96	9.60	16742.97	8652.87
25	151.70	132.44	4.96	9.60	16704.59	8633.04
26	157.77	136.35	4.75	9.20	17312.93	8947.43
27	163.84	140.12	4.55	8.80	17885.28	9243.22
28	169.91	143.76	4.34	8.40	18384.90	9501.43
29	175.98	147.26	4.13	8.00	18795.65	9713.71
30	182.04	150.62	3.93	7.60	19128.71	9885.84
31	188.11	153.83	3.72	7.20	19406.12	10029.20
32	194.18	156.89	3.51	6.80	19651.76	10156.15
33	200.25	159.81	3.31	6.40	19880.41	10274.32
34	206.32	162.58	3.10	6.00	20123.03	10399.70
35	212.38	165.19	2.89	5.60	20458.32	10572.99
36	218.45	167.64	2.69	5.20	21010.90	10858.56
37	224.52	169.94	2.48	4.80	21944.46	11341.03
38	230.59	172.07	2.27	4.40	23467.96	12128.39
39	236.66	174.01	2.07	4.00	25690.85	13277.19
40	242.73	175.77	1.86	3.60	28565.47	14762.82

BÖLÜM 7 - BÖLÜM 4 ve 6' da ELDE EDİLEN SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

7 . 1 . - SINIFLANDIRMA KURULUŞLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Sınıflandırma kuruluşlarının boyuna mukavemet hesabında kullandığı ortak yöntem gemi üzerindeki toplam eğilme momentinin sakin su için belirlenen eğilme momenti değerine dalgadan dolayı geldiği kabul edilen eğilme momenti artışının eklenmesi sonucu bulunacağı ve aynı şekilde toplam kesme kuvveti değerinin de sakin su için belirlenen değere dalgadan dolayı olduğu kabul edilen kesme kuvveti artışının eklenmesi ile elde edileceğidir.

Ancak bu arada Det Norske Veritas ve American Bureau of Shipping sakin su eğilme momenti ve kesme kuvveti değerlerini kendi belirlemiş oldukları kurallar gereğince hesaplatırken Türk Loydu ve Nippon Kaiji Kyokai için aynı durum geçerli değildir. Türk Loydu ve Nippon Kaiji Kyokai, sakin su eğilme momenti ve kesme kuvveti değerlerinin hesaplanmasını dizaynere bırakmış ve onylanan hesap yöntemlerini belirtmiştir.

Bu şekilde iki farklı hesaplama yönteminin uygulanmasına rağmen sonuçta elde edilen toplam eğilme momenti ve kesme kuvveti değerleriyle kesit modülü atalet momenti değerleri birbirine oldukça yakındır.

Bu durum, aslında, sınıflandırma kuruluşlarının aynı formülleri farklı şekillerde kullanmaları ve değişken olarak tanımlanan değerleri bazıları grafik olarak verirken diğerlerinin formüle etmiş olaması sebebiyle beklenen bir sonuçtur.

7.2. - YAPILAN PROGRAM SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Bilgisayar programında bölüm 2' de belirtildiği gibi gemiye ve üzerinde bulunduğu dalga profiline ait bazı kabuller yapmıştık.

Programda kullanılan tablo yöntemi pratikte uygulaması olan ve karmaşık işlem ve data yapısına sahip olmayan bir yöntemdir. Ayrıca hesaplamalarda integrasyon için seçilen trapez yöntemi ise pratik hesaplamalarda zaman bakımından en çok kolaylık sağlayan yöntemdir.

Bu karşılaştırmanın amacı, bize, tablo yönteminde yapılmış olan kabullerden ve integrasyonda kullanılan trapez metodundan kaynaklanan hataların mevcut olmasında bile elde edilen sonuçların sınıflandırma kuruluşları tarafından kabul edilip edilmeyeceğinin incelenmesidir.

Yapılan bilgisayar programından geminin dizaynı sırasında incelenen 9 farklı yükleme durumuna ait eğilme momenti ve kesme kuvveti değerleri elde edilmiş ve sonuçlardan da kolaylıkla görülebileceği gibi sınıflandırma kuruluşlarının verdiği değerlere yakın değerler elde edilmiştir.

Bu durumda, kullandığımız hesaplama yönteminde yapılan kabullere rağmen elde edilen sonuçların sınıflandırma kuruluşlarının boyuna mukavemet için getirmiş olduğu sınırlamalar dahilinde kaldığı sonucuna varmak

mümkündür.

Bunlara ek olarak, işlem süresini uzatmayacak ve yapılan hesaplarda karmaşıklık yaratmayacak, ancak sonuçların gerçek değerlere daha yakın elde edilmesini sağlayacak olan kabuller yapıldığı takdirde elde edilen sonuçların gerçek değerlere daha yakın olacağı açıktır.



KAYNAKLAR

- [1] MUCKLE, W., Strength of Ship' s Structure, Edward Arnold, 1967.
- [2] MURRAY, J.A., Strength of Ships, London, 1916
- [3] SAVCI, M. , Gemi Kirişleri Mukavemeti, i.T.Ü. Kütüphanesi, 1980.
- [4] SAVCI, M. , Gemilerin Boyuna Mukavemeti, i.T.Ü. Kütüphanesi, 1980.
- [5] AMERICAN BUREAU of SHIPING, Rules for Classification Steel Ships, 1988.
- [6] DET NORSKE VERITAS, Rules for Classification Steel Ships, 1988.
- [7] NIPPON KAIJI KYOKAI, Rules for Classification Steel Ships, 1987.
- [8] TÜRK LOYDU, Çelik Tekneler için Sınıflandırma Kuralları, 1988.

EK A

YAKLAŞIK HESAP

Bu yaklaşık hesap, Det Norske Veritas tarafından kabul edilmiş ve kuruluşun yayınlamış olduğu kriterlerle beraber verilen, tekne kirişi için sakin su eğilme momenti yaklaşık hesap yöntemidir.

Eğer sakin su eğilme momenti M_{sv} , doğrudan hesaplama yöntemiyle elde edilmemiş ise şu yaklaşık hesaplama şekli uygulanabilir.

$$M_{sv} = 5(\Delta x - \Sigma(py) - (\Delta - DW)Z) \quad (\text{kNm})$$

Δ = Ton olarak geminin deplasmanı

DW = Ton olarak geminin Deadweight değeri

Σp = DW

p = Ton olarak birey yükler

y = Mastoriden her bir birey yükün ağırlık merkezine olan metre olarak uzaklık. Mastoride bir yük varsa gemi orta kesitinden ikiye ayrılır ve her parça ayrı ayrı ele alınır.

x = metre olarak $0.18(C_b + 0.35)L$

C_b = Verilen drafttaki blok katsayısı

Z = 0.2L Makina gemi ortasındaysa

= 0.24L Makina mastoriden 1/4L kıçtaysa

= 0.27L Makina kıçtaysa

L = Metre olarak gemi boyu

M_{sv} ' nin işareti pozitif veya negatif olabilir.

Bu durumda, momentler aşağıdaki şekilde tanımlanır. M_{sv} hesaplanırken Deadweight, gemi trim yapmayacak şekilde yerleştirilmelidir.

M_{sv} = pozitif ise çökme durumu
= negatif ise sarkma durumu



ÖZGEÇMİŞ

Hasan Doğru 07.12.1966 tarihinde Eskişehir’ de doğmuştur. İlk, orta ve liseyi Eskişehir’ de bitirerek 1984 yılında Eskişehir Anadolu Lisesi’ nden mezun olmuştur. Aynı yıl İ.T.Ü. Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesine girmiştir. Lisans öğrenimini 1988 yılında tamamlayan Hasan Doğru İ.T.Ü. Fen Bilimleri’ nin açmış olduğu yüksek lisans sınavını kazanarak Gemi İnşaatı Programına kaydını yaptırmıştır. 1988 yılında mezun olduğu fakülteye Araştırma Görevliliğine başlayan Hasan Doğru halen aynı görevi sürdürmektedir.