

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HIZLI TEKNELERİN DENİZCİLİK  
PARAMETRELERİNİN ANALİZİ**

**Gemi İnş. ve Gemi Mak. Müh. Sadık ÖZÜM**

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

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hüseyin YILMAZ (YTÜ)**

**İSTANBUL, 2009**

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ .....	iv
KISALTMA LİSTESİ.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ .....	vii
ÖNSÖZ .....	viii
ÖZET .....	ix
ABSTRACT .....	x
1. GİRİŞ .....	1
2. TEKNE DİZAYNINDA DENİZCİLİĞİN ÖNEMİ.....	5
2.1 Deniz Şartlarının Tekneler Üzerindeki Olumsuz Etkileri.....	5
2.1.1 Yaşanabilirlik (Habitability) .....	5
2.1.2 Hareket Kabiliyeti (Operability).....	5
2.1.3 Hareketlilik (Mobility).....	6
2.1.4 Hayatta Kalabilirlik (Survivability) .....	7
2.2 Denizlerde Gemilerin Karşılaşabileceği Özel Durumlar .....	7
2.2.1 Güverte Islanması .....	8
2.2.2 Dövünme .....	8
2.2.3 Dalga Yükleri .....	9
2.2.4 Alabora.....	9
3. DENİZİN MATEMATİK MODELLENMESİ ve DALGA SPEKTRUMLARI .	10
3.1 Karışık Denizlerin Temsili .....	10
4. TEKNELERİN TÜRETİLMESİ.....	16
4.1 Bir Yazılım Yardımı ile Sualtı Formlarının Geliştirilmesi .....	16
4.1.1 Parametrik Modelin Oluşturulması.....	16
4.2 Ana Boyutların Değişimi ile Teknelerin Türetilmesi .....	19
4.3 LCB ve $C_p$ 'nin Değişimi ile Teknelerin Türetilmesi.....	20
4.3.1 “Bir Eksi Prizmatik” (One Minus Prismatic) Metodu .....	21
4.3.2 “Lackenby” Metodu.....	22
5. TEKNELERİN DENİZCİLİK HESAPLARI VE ANALİZİ.....	27
5.1 Teknelerin Denizcilik Hesapları.....	27
5.2 Hesaplar Sırasında Kullanılan Yöntemler Ve Kabuller.....	28
5.2.1 Lewis form yaklaşımı .....	29
5.2.2 Frank Close-fit yaklaşımı.....	31
5.2.3 Dilim Teorisi .....	32
5.2.4 Frank Close-fit Yaklaşımı ile Lewis Yaklaşımının Karşılaştırılması.....	34
5.2.5 Düşey Düzlemdeki Transfer Fonksiyonları .....	36
5.3 Üretilen Teknelerin Denizcilik Analizleri.....	38
5.3.1 Ana Boyutların Değişiminin İncelenmesi.....	38

5.3.2	C <sub>p</sub> ve LCB Değişiminin İncelenmesi.....	46
6.	SONUÇLAR .....	52
	KAYNAKLAR.....	53
	EKLER.....	55
	Ek.1 Ana boyutların değişimi ile türetilen teknelerin değerleri .....	56
	Ek.2 LCB ve C <sub>p</sub> değişimi ile türetilen teknelerin değerleri.....	62
	ÖZGEÇMİŞ.....	70

## SİMGE LİSTESİ

B	Gemi genişliği
BWL	Su hattı genişliği
c	Dalga hızı
$C_M$	Orta kesit katsayısı
$C_P$	Prizmatik katsayı
$C_{WP}$	Su hattı alan katsayısı
H	Dalga yüksekliği
$H_{1/3}$	Karakteristik dalga yüksekliği
k	Dalga sayısı
L	Gemi boyu
LCB	Sepiye merkezinin mastoriden uzaklığı
LCF	Yüzme merkezinin mastoriden uzaklığı
LWL	Su hattı boyu
RAO	Genlik karşılık fonksiyonu
RMS	Kareler ortalaması
$S_\zeta$	Spektral yoğunluk fonksiyonu
T	Su çekimi
z	Dalıp-çıkma genliği
$\lambda$	Dalga boyu
$\zeta$	Dalga genliği
$\nabla$	Deplasman hacmi
$\omega$	Dalga frekansı
$\theta$	Baş-kıç vurma genliği

## KISALTMA LİSTESİ

IMO	International Maritime Organization (Uluslar Arası Denizcilik Örgütü)
ITTC	International Towing Tank Conference (Uluslar Arası Tank Konferansı)
SOWM	Spectral Ocean Wave Model (Spektral okyanus dalga modeli)
WMO	World Meteorological Organization (Dünya Meteoroloji Örgütü)

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 ISO düşey ivme sınır değerleri .....	6
Şekil 2.2 Artan deniz şiddeti ile ortaya çıkan doğal ve istemli hız kayıpları .....	7
Şekil 3.1 Altı serbestlik derecesine sahip gemi hareketleri.....	10
Şekil 3.2 Derin suda bir dalga örneği.....	11
Şekil 3.3 Dalga yüksekliklerine ait istatistiki tanımlar .....	13
Şekil 3.4 Sinüzoidal düzgün dalgaların süperpoze edilerek oluşturdukları dalga spektrumu..	14
Şekil 4.1 Parametrik model oluşum akış şeması .....	16
Şekil 4.2 Geometriyi ifade eden parametrik noktalar ve çizgiler .....	17
Şekil 4.3 Postaların ana tekneyi ifade eden çizgilerle kesiştiği yerlerdeki teğetlerin fonksiyonları .....	18
Şekil 4.4 Yüzeyin oluşmasını sağlayan fonksiyonlara bağlı postalar.....	18
Şekil 4.5 Yüzeyi oluşturulmuş parametrik model .....	19
Şekil 4.6 B/T sabit iken L' nin uç sınırlardaki değişimi .....	20
Şekil 4.7 L sabit iken B/T' nin uç sınırlardaki değişimi .....	20
Şekil 4.8 Yarı tekne en kesit alan eğrisi değişimi.....	21
Şekil 4.9 Bütün tekne en kesit alan eğrisi değişimi .....	23
Şekil 4.10 Sabit LCB' de farklı $C_p$ değerleri.....	26
Şekil 4.11 Sabit $C_p$ de farklı LCB değerleri.....	26
Şekil 5.1 İleri doğru analiz yöntemi akış şeması .....	28
Şekil 5.2 yeniden girişli form .....	29
Şekil 5.3 geleneksel form.....	30
Şekil 5.4 Balblı form.....	30
Şekil 5.5 Balblı ve tünelli form .....	31
Şekil 5.6 Lewis yöntemi ile form temsilinin sınırları .....	31
Şekil 5.7 Frank Close fit yöntemi ile su altı form temsili .....	35
Şekil 5.8 Lewis yöntemi ile su altı form temsili.....	35
Şekil 5.9 Su altı formuna ait kesitlerin Lewis sınırlarına uygunluğu .....	35
Şekil 5.9 a Ana boyutların değişimi ile türetilen teknelerin enkesit görüntüleri.....	41
Şekil 5.9 b Ana boyutların değişimi ile türetilen teknelerin enkesit görüntüleri.....	42
Şekil 5.10 Boyun dalıp çıkma hareketine etkisi .....	43
Şekil 5.11 Boyun baş-kıç vurma hareketine etkisi .....	43
Şekil 5.12 Genişlik draft oranının dalıp çıkma hareketine etkisi .....	44
Şekil 5.13 Genişlik draft oranının baş-kıç vurma hareketine etkisi.....	44
Şekil 5.14 Tüm teknelerin dalga boyu gemi boyu oranı 2 için Lve B/T değişiminin dalıp- çıkma hareketine etkisi.....	45
Şekil 5.15 Tüm teknelerin dalga boyu gemi boyu oranı 2 için Lve B/T değişiminin baş-kıç vurma hareketine etkisi.....	45
Şekil 5.16.a Türetilen teknelerden limitlere uygun 35 teknenin en kesit resimleri .....	47
Şekil 5.16.b Türetilen teknelerden limitlere uygun 35 teknenin en kesit resimleri.....	48
Şekil 5.17 $C_p$ değişiminin dalıp-çıkma hareketine etkisi .....	49
Şekil 5.18 $C_p$ değişiminin Baş-kıç vurma hareketine etkisi.....	49
Şekil 5.19 LCB değişiminin Dalıp-çıkma hareketine etkisi.....	50
Şekil 5.20 LCB değişiminin Baş-kıç vurma hareketine etkisi .....	50
Şekil 5.21 Tüm teknelerin dalga boyu gemi boyu oranı 2 için LCB ve $C_p$ değişiminin dalıp- çıkma hareketine etkisi.....	51
Şekil 5.21 Tüm teknelerin dalga boyu gemi boyu oranı 2 için LCB ve $C_p$ değişiminin baş-kıç vurma hareketine etkisi.....	51

## ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.3 n değerine bağlı k katsayıları .....	12
Çizelge 3.4 Deniz şiddetine karşılık gelen karakteristik dalga yükseklikleri.....	13
Çizelge 5.1 Ana boyutların değişimi .....	39
Çizelge 5.2 $C_p$ ve LCB değişimin alt ve üst sınırları.....	46
Çizelge Ek 1.1.a Türetilen teknelerin değerleri.....	56
Çizelge Ek 1.1.b Türetilen teknelerin değerleri.....	57
Çizelge Ek 1.1.c Türetilen teknelerin değerleri.....	58
Çizelge Ek 1.1.d Türetilen teknelerin değerleri.....	59
Çizelge Ek 1.1.e Türetilen teknelerin değerleri.....	60
Çizelge Ek 1.1.f Türetilen teknelerin değerleri .....	61
Çizelge Ek 2.1.a Türetilen teknelerin değerleri.....	62
Çizelge Ek 2.1.b Türetilen teknelerin değerleri.....	63
Çizelge Ek 2.1.c Türetilen teknelerin değerleri.....	64
Çizelge Ek 2.1.d Türetilen teknelerin değerleri.....	65
Çizelge Ek 2.1.e Türetilen teknelerin değerleri.....	66
Çizelge Ek 2.1.f Türetilen teknelerin değerleri .....	67
Çizelge Ek 2.1.g Türetilen teknelerin değerleri.....	68
Çizelge Ek 2.1.h Türetilen teknelerin değerleri.....	69

## ÖNSÖZ

Hızlı teknelerin denizcilik performansını incelediğim bu yüksek lisans tez çalışmasında bilgi, tecrübe ve yardımlarını benden esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Hüseyin YILMAZ'a, değerli hocalarım Prof. Dr. Bahri ŞAHİN ve Prof. Dr. Ahmet Dursun ALKAN'a, çalışmalarında kullandığım yazılımın lisansını ve gerekli eğitimi sağlayan Friendship Ailesi'ne, yardımlarından dolayı Araştırma Görevlisi arkadaşlarım Bekir ŞENER, Serkan TÜRKMEN, Yasemin ARIKAN'a ve en büyük manevi destekçim aileme teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, tez çalışmam boyunca hem manevi hem de fiili olarak her an yanımda olan kız arkadaşım Ahenk ELBİRLER'e sonsuz teşekkür ederim.

Mayıs 2009

Sadık ÖZÜM



## ÖZET

Günümüzde bir teknenin denizcilik özelliklerinin tahmini oldukça önem kazanmıştır. Gelişmiş hesaplama yöntemleri ve bilgisayar programları yardımı ile teknelerin denizcilik karakteristikleri ön dizayn aşamasında yaklaşık olarak tahmin edilebilmektedir. Bu da yüksek maliyetleri gerektiren model deneylerine daha düşük maliyeli bir alternatif sağlamaktadır.

Bir tekne dinamik deniz şartlarında altı serbestlik dereceli bir harekete maruz kalmaktadır. Bu durum direnç artışı, hız kaybı ve deniz tutması gibi çeşitli olumsuz etkileri beraberinde getirmektedir. Bu olumsuz sonuçları en aza indirgeyebilmek için teknenin hareketlerini etkileyen parametreler belirlenmeli ve denizcilik açısından bir uygunluk değerlendirmesi yapılmalıdır.

Bu çalışmada hızlı bir tekne formu ele alınarak; ana boyutların ve form katsayılarının denizcilik üzerindeki etkileri incelenmiştir. Öncelikle belirlenen parametrelerin sistematik olarak değiştirilmesi ile yeni formlar türetilmiştir. Daha sonra bu üretilen formlar geometrik limitlere göre elenmiştir. Sonuç olarak elde edilen formların denizcilik hesapları yapılarak parametrelerin etkisi grafiklerle gösterilmiştir. Bu grafikler yardımıyla belirlenen parametrelerin değişiminin denizcilik karakteristikleri üzerindeki etkileri irdelenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Denizcilik, hızlı tekneler, gemi hareketleri, dalga spektrumları.

## **ABSTRACT**

Nowadays estimation of the seakeeping performance of a ship becomes more important. Advanced calculation methods and computer programs allow the designer to analyze the seakeeping performance of a new design at the earliest stages in the design process. These computations are a less cost alternative to model testing.

A ship is forced to 6-D of Freedom motions by dynamic sea states. This situation brings about some negative effects, like increasing of resistance, speed losses, sea sickness, etc. To minimize these effects, it would be beneficial to determine the parameters that effect the seakeeping performance and make an evaluation.

In this work, it is handled a high speed hull and investigate the effects of main dimensions and form coefficients on the seakeeping. Firstly it is produced new hull forms from parent hull by changing these parameters systematically. Then it is selected some hull forms related the geometric limits. Finally, it is made seakeeping calculations and shown with graphics. With these graphics, it could be seen the effect of changing parameters on seakeeping performance.

**Keywords:** Seakeeping, high speed hulls, ship motions, wave spectrum.

## 1. GİRİŞ

Bir geminin dalgalar arasında kendisinden beklenen görevleri en iyi şekilde yerine getirmesi, o geminin denizciliğinin iyi olduğunun bir göstergesidir. Dolayısı ile bir teknenin denizciliği dizayn amacına uygun hareket edebilmesi açısından önemlidir. Örneğin hız ve operasyon kabiliyeti, silah ve sensörlerin kullanımı açısından savaş gemilerinin denizciliği iyi olmalıdır. Denizciliği iyi olan bir yolcu ya da yük gemisi için personelin ve yolcuların konforu daha üst seviyede olacaktır. Bu durum personel açısından düşünüldüğünde, çalışma performansı artacak ve geminin işletimi her açıdan daha üst seviyelere çıkacaktır. Bu açıdan, gemi dizaynında denizcilik hesaplarının ön dizayn aşamasında dikkate alınmasının önemi daha iyi anlaşılacaktır.

Bu çalışmada, ön dizayn aşamasında hızlı bir teknenin su altı formu denizcilik açısından incelenmiştir. İlk olarak, yapılan araştırmalar sonucunda hangi parametrelerin değişiminin teknenin denizciliğini etkilediği belirlenmiştir. Yapılacak çalışmada değişimi incelenecek parametreler; boy, genişlik/draft oranı, prizmatik katsayı ve su altı hacim merkezinin boyuna konumu olarak seçilmiştir. Belirlenen parametrelerin değişimi ana boyutlar ve form parametreleri olmak üzere iki ana grup halinde incelenmiştir. Parametreler sıra ile biri değişken iken diğerleri sabit olacak şekilde sistematik olarak değiştirilmiş ve bir ana tekneden alternatif tekne formları türetilmiştir. Hesaplamalara geçmeden önce geometrik sınırlar göz önüne alınarak, türetilen teknelerden hesaba katılmak üzere belli bir kısmı seçilmiştir. Daha sonra dilim teorisini temel alan ve Frank Close-fit yaklaşımı ile formun temsil edildiği bir yazılım yardımı ile teknelerin denizcilik hesapları yapılmıştır. Baştan gelen dalgalarda en kötü senaryoların gerçekleşebileceği düşünülerek hesaplar bu yönde yapılmıştır. Düzgün dalgalardaki durum göz önüne alınarak transfer fonksiyonları oluşturulmuştur. Hesaplarda teknenin Kuzey Atlantik'te, altı deniz durumundaki hareket genlikleri belirlenmiştir. Ana boyutların değişmesi nedeni ile türetilen teknelerin hesapları aynı Froude sayısında yapılmıştır. Daha sonra da parametrelerin değişiminin denizcilik açısından eğilimini görebilmek için, türetilen teknelerin dalıp-çıkma ve baş-kıç vurma hareketlerine ait grafikler çizilmiş ve yorumlanmıştır. Bu konu ile ilgili yapılan çalışmaların önemli bir kısmına aşağıda kısaca değerlendirilmiştir.

Hearn vd., (1990), denizcilik analiz prosedürlerini tekne form dizaynında uygulamak üzere geliştirilen yeni bir yaklaşım sunmuştur. Bu yaklaşım, sistematik olarak geliştirilen alternatif tekne formlarının denizcilik analizinin gerçekleştirilerek elde edilen sonuçların, tekne form parametreleri cinsinden dizayn diyagramları şeklinde sunulması temeline dayanmaktadır.

Alternatif tekne formları geliştirilirken, ana boyutlar ve gemi deplasman hacmi sabit tutulmuş, buna karşın su hattı alan katsayısı ( $C_{wl}$ ) ile sepiye (LCB) ve yüzme (LCF) merkezleri sistematik olarak değiştirilmiştir. Geliştirilen alternatifler, dilim teorisine dayalı bir denizcilik analiz programı ile analiz edilmiş ve sonuçlar tekne form parametreleri cinsinden grafikler şeklinde sunulmuştur.

Hearn vd., (1991), diğer bir çalışmada, daha iyi alternatif tekne formlarının üretilmesindeki genel dizayn problemlerine hitaben yeni bir yaklaşım sunmuştur. Bu çalışmada, nitel değişikliklere, sakin su direnci ve ek direnç göz önüne alınarak, ayrıca IMO stabilite kriterleri de sağlanarak teknenin denizcilik karakteristiklerinin geliştirilmesi amaçlanmış ve çalışmada bir trawler ile kargo gemisi kullanılmıştır.

Sarıöz, (1992), ITTC tarafından standart gemi olarak adapte edilen S175 kodlu konteynır gemisini, IMO stabilite kriterleri otomatik olarak sağlanacak ve sakin su direnç karakteristikleri de dikkate alınacak şekilde denizcilik açısından optimize etmiştir. Optimizasyon çalışmalarında değişik amaç fonksiyonları denemiştir. Alternatif dizaynların değişik deniz şiddetlerindeki hareket yeteneği, deniz durumunu yansıtan değişik spektrum formülasyonlarının ve değişik yükleme durumlarının etkisini araştırmıştır.

Kükner ve Sarıöz, (1995), yüksek süratli teknelerin, su altı formunun denizcilik açısından optimizasyonunu yapmaya çalışmıştır. Bu çalışmalarında, bir ana tekneden yola çıkılarak, ilk olarak L ve B/T oranları, sonra da ikincil parametreler değiştirilerek bir tekne ailesi oluşturulmuştur. Daha sonra bu teknelerin dalıp-çıkma ve baş-kıç vurma hareketleri incelenmiş ve optimum tekne formu yakalanmaya çalışılmıştır. Çalışmanın sonunda, boydaki ve B/T oranındaki artışın artık direnci ve düşey hareketleri azalttığı, düşey hareketlerde form parametrelerinin daha az etkili olduğu ve de  $C_{WP}$ , LCF parametrelerinin ayrıca incelenmesi gerektiği sonuçları elde edilmiştir.

Sarıöz, (1997), kayıcı teknelerin denizcilik performansının ön dizayn aşamasında tahmin edilebilmesini amaçlamıştır. Düz dalgalar için, dilim teorisi kullanılarak transfer fonksiyonları elde edilmiş, karışık deniz için ise, dalga spektrumundan yararlanılarak uygun formülasyonları belirlenmiştir. Çalışmanın sonunda, kaldırıcı dinamik etkiler de göz önüne alınarak, bulunan sonuçlar model testleri ile karşılaştırılmıştır. Uygulanan prosedür düşük hız ve deniz koşullarında iyi bir yaklaşım göstermiştir. Aynı prosedür, farklı tekne formlarının karşılaştırılması açısından da kullanılabilir.

Sarıöz ve Narlı, (1998), derin V formu ve yuvarlak karinalı askeri gemilerin su altı formlarını

denizcilik açısından karşılaştırmıştır. Çalışma sonunda, düşeyde oluşan hareketlerde, düşük hızlarda her iki tipin de çok yakın performansa sahip olduğu, fakat hız arttığında ve incelenen noktadaki ivme, ağırlık merkezinin üzerine çıktığında, düşey hareketlerde derin V formunun daha iyi sonuç verdiği, dövünme ve güverte ıslanmasında %50 düşüş olduğu gözlenmiştir. Yalpa ve yanal ivmelenme açısından her iki tip de kötü sonuç verdiği ve stabilizer kullanılabileceği sonuçları elde edilmiştir.

Sarıöz vd., (1999), Akdeniz'de seyir yapacağı düşünülen bir balıkçı teknisinin, deniz ortamının balıkçılık faaliyetlerine etkisini göz önünde bulundurarak, dizayn aşamasında denizcilik performansının belirlenmesi amacıyla denizcilik hesaplarını yapmıştır.

Sarıöz, (1999), su üstü savaş gemilerinin denizcilik performans kabiliyetini belirlemek üzere geliştirilen bir sayısal prosedür tanıtmıştır. Bu prosedür beş ana aşamadan oluşmuştur; karışık dalgalı denizlerin temsili, düzenli dalgalardaki hareketlerin hesaplanması, karışık denizlerdeki hareketlerin belirlenmesi, ilgili denizcilik kriterlerinin belirlenmesi ve bu kriterlerin aşılmasına göre harekât kısıntılarının belirlenmesi. Denizcilik kriterleri için NATO standartları esas alınmıştır. Her bir deniz sahasında ve şiddetinde, her bir dalga yönü ve gemi hızı için hesaplanan denizcilik özellikleri ilgili standart ile karşılaştırılarak hangi deniz sahası, deniz şiddeti, dalga yönü ve gemi hızı kombinasyonlarında kriterlerin aşıldığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar polar diyagramlar şeklinde ifade edilerek herhangi bir deniz sahası ve şiddetinde geminin ilgili kriterleri aşmadan hareket gerçekleştirebilme oranı belirlenmiştir. Geliştirilen prosedür hücumbot, korvet ve destroyer tipi savaş gemilerine uygulanmıştır.

Arribas ve Fernandez, (2005), çalışmalarında, dinamik kuvvetleri dikkate alarak, yüksek hızlı teknelerin denizcilik davranışlarının tahmini için bazı teoriler üzerinde çalışmış ve bazı hızlı tekne modellerinin denizcilik testleri ile teorilerin doğruluğunu kanıtlamıştır. Testler ve sonuçları, hızlı tekneler için en şiddetli ivmelenmelerin gerçekleştiği baştan gelen dalgalardaki düşey hareketlere odaklanmıştır. Düşey hareketlerin deney sonuçları sayısal hesaplarla karşılaştırılmış ve sunulan teorilerin uygulama aralıkları hakkında sonuçlar elde edilmiştir.

Şaylı vd., (2007), balıkçı teknelerinde, denizcilik karakteristikleri ve tekne form parametreleri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Sayısal değerlendirme için, SQL veritabanı temelli bir programda çoklu regresyon analizi kullanmıştır. Denizcilik özellikleri, dalıp-çıkma, baş-kıç vurma hareketlerinin ve kıçtaki kesin düşey ivmelenmenin transfer fonksiyonlarını araştırmıştır. Elde edilen sonuçlar, kavramsal dizayn aşaması boyunca denizcilik tahminleri için tatmin edici bulunmuştur.

Bir teknenin deniz ortamında kendisinden beklenen görevleri yeterli düzeyde yerine getirebilmesi amacı, denizcilik hesaplarını dizaynın ilk aşamalarından itibaren önemli hale getirmiştir. Bu nedenle bu çalışma, ön dizayn aşamasında denizcilik açısından iyi bir form elde etmek için hangi parametrelerin nasıl değişmesi gerektiği hakkında fikir edinebilmeyi amaçlamaktadır. Dizaynın bu aşaması, bir ana tekneden, belirli parametrelerin sistematik olarak değiştirilmesi ile yeni tekne formlarının türetilmesi ile başlamaktadır. Bu aşama tamamlandıktan sonra türetilen teknelerin denizcilik hesapları yapılacak ve bu hesapların sonuçları birbirleri ile karşılaştırmalı olarak sunulacaktır. Böylece incelenen parametrelerin değerlerinin artmasının veya azalmasının denizcilik açısından nasıl bir etkisi olduğu ortaya konulmaya çalışılacaktır.

## **2. TEKNE DİZAYNINDA DENİZCİLİĞİN ÖNEMİ**

Denizcilik hesaplarının amacı, deniz taşıtlarının, işletim süresince çeşitli deniz durumlarında güvenli ve konforlu yolculuk yapmalarını sağlayabilmektir. Bunun sağlanabilmesi için teknenin su altı formunun amaç fonksiyonuna uygun olarak dizayn edilmesi gerekmektedir. Örneğin bir savaş gemisinden operasyonel kabiliyetinin iyi olması beklenir. Belirli deniz durumlarında savaş gemisinin deniz içersindeki hareketlerinin genliklerinin minimum olması beklenir. Veya bir araştırma gemisinin ölçümler sırasında altı serbestlik derecesine sahip hareketlerinin minimize edilmiş olması, daha sağlıklı ölçüm sonuçları vermesine neden olacaktır. Ya da bir yolcu gemisinden hareketlerin yumuşak olması beklenir, çünkü yolcuların konforlu bir şekilde gidecekleri yerlere ulaşması amaçlanmaktadır.

### **2.1 Deniz Şartlarının Tekneler Üzerindeki Olumsuz Etkileri**

Pratikte seyir yapan her deniz taşıtı, olumsuz hava koşulları nedeni ile oluşan kötü deniz şartlarından negatif olarak etkilenecektir. Bu etkilenmenin boyutunu, teknenin form özellikleri, ana boyutları, ağırlık dağılımı ve takıntılar etkileyecektir. Deniz şartlarının gemi üzerindeki etkileri dört ana grupta değerlendirilebilir.

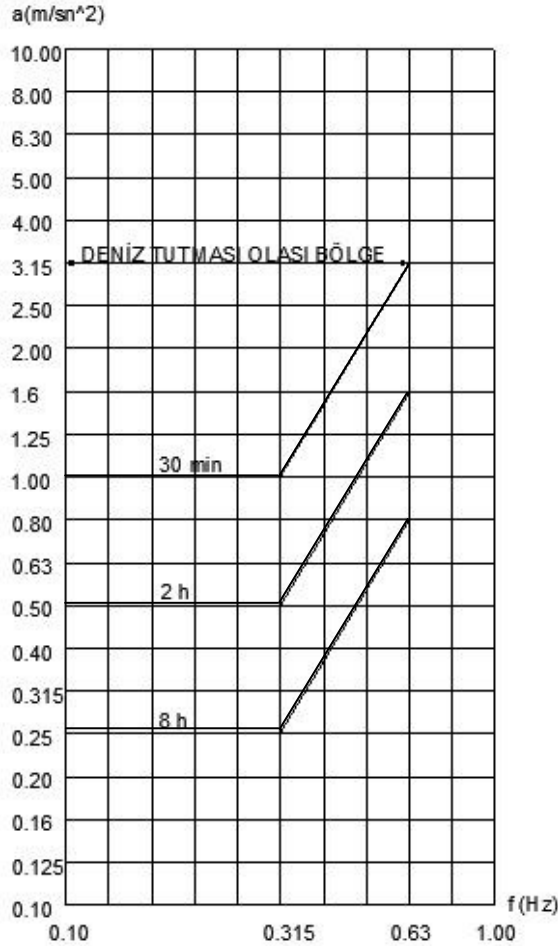
#### **2.1.1 Yaşanabilirlik (Habitability)**

Bu kavram, kötü deniz koşullarının gemi içersinde barınan yolcuların ve personelin üzerindeki etkileri anlamındadır. Gemi içersinde bulunan yolcuların konforu ve personelin çalışma performansındaki kaybın minimum olması, geminin işletimini sürdürebilmek açısından büyük önem taşımaktadır. Örneğin yolcu taşıyan gemilerin bu özelliğinin iyi olması amaçlanır. Çünkü taşınan yolcuların konforu önceliklidir. Aynı şekilde bir savaş gemisinin mürettebatının çalışma performansı ne kadar üst seviyede tutulabilirse, işlerini o kadar iyi yapabilecekleri açıktır. Aksi takdirde deniz tutmaları olacak ve yukarıda belirtilen tipteki gemiler, amaçlanan görevlere yeterli yanıtı veremeyeceklerdir. Özellikle yalpa hareketi ile yatay ve düşey ivmelenmeler, deniz tutmasının temel sebepleridir. Deniz tutmasına neden olan düşey ivme değerleri salınım frekansı ve salanıma maruz kalınan süre cinsinden ISO Standart 2631-1 (1997) de verilmiştir (Şekil 2.1). Bu nedenle de dizayn sırasında bu konu ile ilgili gerekli önlemler alınmalıdır.

#### **2.1.2 Hareket Kabiliyeti (Operability)**

Seyir esnasında gemi üzerinde bulunan elektronik ve mekanik her türlü sistemin düzgün çalışabilmesi ya da taşınan yükün güvenliği bu kavram içersinde düşünülebilir. Ağır deniz

şartlarında seyir yapan bir gemi, baştan gelen büyük dalgalar sonucunda dövünmeye maruz kalabilir. Bu durum konstrüksiyona büyük zararlar verebilir, ya da tahribata neden olabilir. Bir savaş gemisinin sensör ve silah sistemleri bu sebepten arızalanabilir veya bir balıkçı teknesi kötü deniz şartları nedeni ile ağ atamayabilir ya da denizli havalarda bir firkateyne inmek isteyen helikopter problemler yaşayabilir. Bu nedenle, denizcilik açısından iyi bir form, teknenin operasyonel kabiliyetlerini önemli ölçüde arttırıcı etki yapmaktadır.



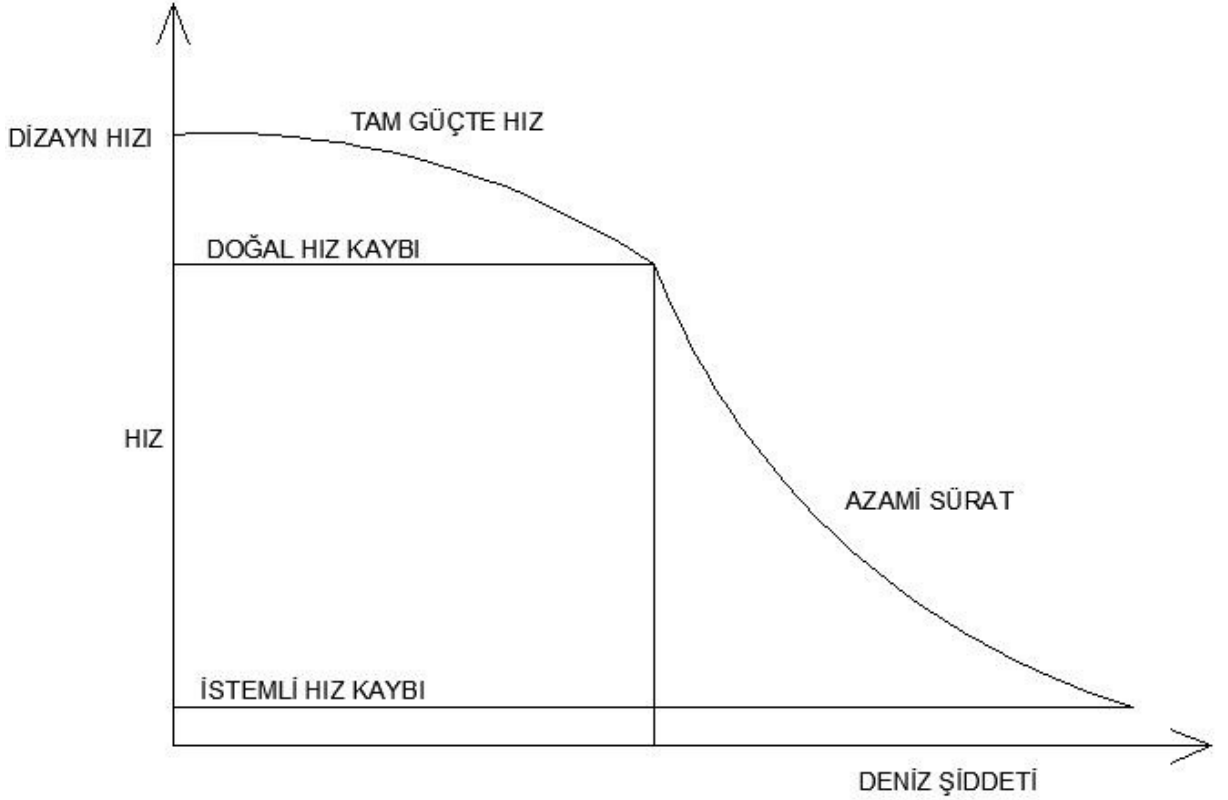
Şekil 2.1 ISO düşey ivme sınır değerleri

### 2.1.3 Hareketlilik (Mobility)

Bu kavram, dalgaların gemi hızındaki olumsuz etkileri anlamına gelmektedir. Deniz şartlarının ağırlaşması ile birlikte doğal ve istemli olarak hız kayıpları meydana gelecektir. Şekil 2.2'de artan deniz şiddeti ile meydana gelen hız kayıpları gösterilmiştir (Sarıöz 1993). Doğal hız kaybı dalgaların oluşturduğu ek direnç nedeni ile olurken, istemli hız kaybı gemi içindeki personelin veya taşınan yükün güvenliğini sağlamak için hızın düşürülmesi olarak ifade edilebilir. Bu hız kayıpları hangi nedenle olursa olsun yük gemileri için ekonomik açıdan zarar getirecek iken, bir askeri gemi düşünüldüğünde düşman gemisinden kaçamama



gibi hayati öneme de sahip olabilmektedir. Özellikle kıçtan gelen dalgalarda, gemi hızının dalga hızına eşit olduğu durumlar oldukça tehlikelidir, alaboraya sebebiyet verebilmektedir.



Şekil 2.2 Artan deniz şiddeti ile ortaya çıkan doğal ve istemli hız kayıpları

#### 2.1.4 Hayatta Kalabilirlik (Survivability)

Fırtına ve benzeri çok yüksek deniz şiddetlerinde gemilerin batması, ağır hasar görmesi, içerisinde bulunan mürettebatın ve yolcuların yaralanması, zarar görmesi bu kısımda düşünülmelidir. Burada söz konusu insan hayatı olması nedeni ile diğer kısımlara nazaran bu bölümün önemi çok daha büyüktür. Bu nedenle IMO ve klas kuruluşların, can güvenliğine yönelik oluşturdukları kurallar dizisi bulunmaktadır.

#### 2.2 Denizlerde Gemilerin Karşılaşabileceği Özel Durumlar

Büyük yalpa hareketleri veya lokal hareketler denizcilik problemlerinin ana kaynağı olarak görülmemelidir. Ancak yalpa hareketinin birçok olumsuz etkisi olabilir. Örneğin ekipman tahribatına yol açabilir, insanların yaralanmasına neden olabilir veya deniz tutması sonucu personelin veriminin düşmesine neden olabilir. Bir savaş gemisi düşünülecek olursa sensör ve silah sistemleri o an için kullanılamayabilir.

Denizcilik açısından yalpa hareketinin dışında bağıl hareket de oldukça önemli bir parametredir. Kötü hava şartlarında nadiren olan olaylarda bu parametrenin önemi ortaya çıkmaktadır. Burada “nadir oluşan olaylar” ile anlatılmak istenen; dövünme, güverte ıslanması, alabora gibi olaylardır.

### **2.2.1 Güverte Islanması**

Geminin baş kısmının dalgalar içine girerek bu kısımda bulunan güverte üzerine, suların çullanması ve güvertenin sular altında kalması güverte ıslanması olarak bilinmektedir. Bu olay oldukça tehlikelidir. Gemi konstrüksiyonunu zorladığı gibi, stabilite açısından da olumsuz etki yapmaktadır. Bu durumun etkilerini azaltabilmek amacı ile gemi kaptanlar hız düşürme yoluna başvurmaktadır. Güverteye suların çullanması nedeni ile alabora olma tehlikesi bulunmaktadır. Ayrıca, güvertede yük taşıyan gemiler için bağlantı elemanlarının zarar görmesi sonucu yük kaybı ya da güvertedeki personel için can güvenliği tehdidi oluşabilir, en kötüsü de gemi kaybedilebilir.

Ağır deniz şartlarına maruz kalma ihtimali olan gemilerin dizaynında, hangi tipte olurlarsa olsunlar güverte ıslanması olayını dikkate almak gereklidir. Bir askeri gemide bu olay operasyonel kabiliyeti kısıtladığı gibi personelin çalışma verimini düşürebilir, hatta yaralanmalara sebep olabilir. Ayrıca bir askeri geminin dizayn amacı açısından en önemli unsurlarından biri olan, silahları kullanabilme yeteneği kısıtlanabilir. Bazı tipteki gemiler için ise güvertedeki kurulum oldukça önemlidir. Örneğin, güvertede personelin çalıştığı balıkçı tekneleri için bu durum oldukça tehlikelidir.

### **2.2.2 Dövünme**

Geminin dalgalar nedeni ile baş kısmının sudan çıkarak tekrar şiddetli bir biçimde suya çarparak girmesi dövünme olarak bilinmektedir. Dövünme sırasında baş tarafın şiddetli çarpması sonucunda geminin boyuna mukavemeti ciddi biçimde zorlanır. Tüm boyuna elemanlar gerilmelere maruz kalır. Bu olay malzemenin yorulmasına, daha sonra da tahribatlara yol açabilmektedir.

Kayı tutulan raporlar da göstermektedir ki, dövünme sonrasında gemide tahribatlar meydana gelmesinin yanı sıra, mürettebat ve yolcular psikolojik olarak da olumsuz etkilenmektedir. Çoğu zaman dövünme olayından kaçınmak için hız azaltma yoluna ya da rota değişikliğine gidilmektedir.

### 2.2.3 Dalga Y¼kleri

Gemi dalgalar arasında ilerlerken, tekne geometrisi ¼zerindeki basınca dağılımlı değişkenlik göstermektedir. Bu durumda dinamik eşitliklerin sağlanabilmesi için geminin pozisyonun değişimi göz önüne alınmalıdır. Newton'nun ikinci yasasına göre dış kuvvetlerin oluşturduğu momentlerin, geminin ağırlığından dolayı oluşan momentlere eşitliği sağlanmış olmalıdır. Tüm gemi için kabul edilen bu eşitlik, geminin lokal bölgeleri için kabul edilemez. Bu lokal bölgelerdeki kuvvet dengesizliği, o bölgede bulunan yapıya yük binmesine sebep olabilmektedir. Bu durum da, kesme ve eğilme momentlerini oluşturmaktadır. Bu nedenle gemi dizaynında yapısal analiz yapılırken bu yükler göz ardı edilmemeli ve gereken önlemler alınmalıdır.

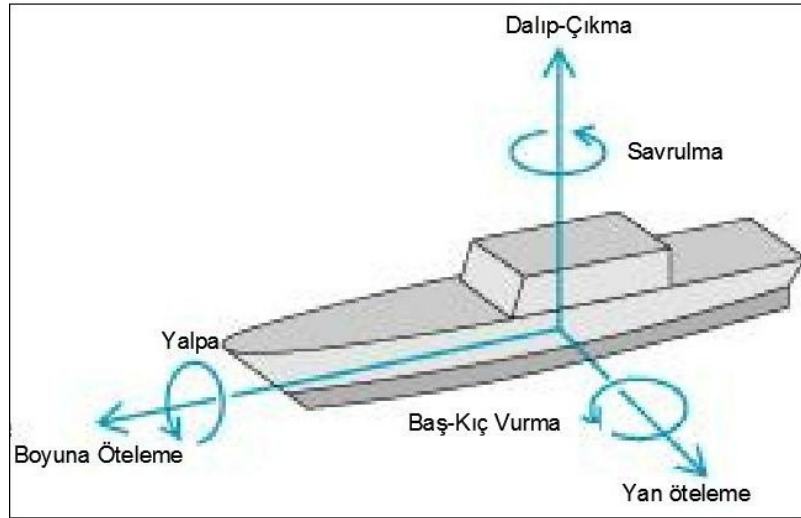
### 2.2.4 Alabora

Geminin büyük açılarda meyil etmesi sonucunda ters dönmesiyle oluşan bir durumdur. Daha çok bordadan alınan dalgalar sonucunda görülür. Alabora olma ihtimalinin muhtemel sebepleri şöyle sıralanabilir:

- Yalpa sonucunda metasantr yüksekliğinin değişmesi,
- Kıçtan gelen dalgalarda gemi hızı ile dalga hızının aynı olduğu durumlardaki geminin stabilitesinin kaybolması,
- Dalga boyunun gemi boyunun iki katı olduğu durumlardır.

### 3. DENİZİN MATEMATİK MODELLENMESİ ve DALGA SPEKTRUMLARI

Denizcilik hesaplarının amacı, deniz taşıtlarının işletim süresince çeşitli deniz durumlarında güvenli ve konforlu yolculuk kriterlerini sağlayabilmektir. Bunu gerçekleştirebilmek amacı ile geminin çalışacağı deniz ortamında, Şekil 3.1’de gösterilen altı serbestlik derecesine sahip hareketlerin genliklerinin belli bir düzeyi aşmaması istenir. Bu nedenle denizcilik hesapları geminin çalışacağı uygun deniz ortamında yapılmalıdır. Uygun deniz ortamını matematiksel olarak temsil edebilmek için bir takım istatistikî yöntemlere başvurulur. Karışık denizlerde hesap yapabilmek için ilk olarak düzgün dalgalarda transfer fonksiyonlarının oluşturulması gerekmektedir. Daha sonrada geminin hareket spektrumunu elde edebilmek için uygun dalda spektrumları kullanılmalıdır. Bu çalışmada sadece düzgün dalgalarda transfer fonksiyonları hesaplandığından Karışık denizlerin matematiksel modellenmesinden özet olarak bahsedilecektir.



Şekil 3.1 Altı serbestlik derecesine sahip gemi hareketleri

#### 3.1 Karışık Denizlerin Temsili

Gemi hareketlerini tahmin etmekte en büyük sıkıntı denizin matematiksel olarak modellenmesinde yaşanmaktadır. Günümüzde belli aralıklarla yapılan kayıtlar sonucunda bir veri tabanı oluşturularak ve dağılım fonksiyonlarından yararlanılarak çizilen histogramlarla matematik model oluşturulmaya çalışılmaktadır.

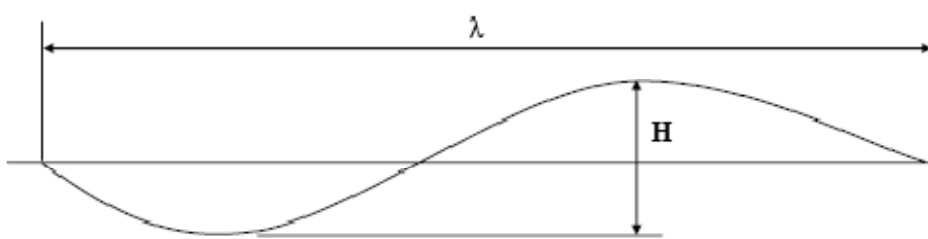
Doğal çevrenin etkisi söz konusu olduğunda, teknenin ne kadar iyi dizayn edildiğinin bir önemi yoktur. Bir teknenin denizdeki davranışını ya da denizcilik yapısını dizayn aşamasında tahmin edebilme yeteneği, açık denize giden gemilerin çevresinde oluşan okyanus dalgalarının doğal yapısıyla ilgili çalışmalarla başlamaktadır. Açık denizlerin en göze çarpan

özelliği, yalnızca fırtınalı havalarda değil durgun koşullarda bile düzensiz olmalarıdır. Kayıt analizleri, oldukça geniş bir alan üzerinde veya yaklaşık yarım saatlik periyotlarla alındığında, denizin istatistiksel düzenine yakınsama gösterebildiğini belirtmektedir. Bunun dışındaki yer ve zamanlarda, denizin kararlı durumdan oldukça farklı bir karakteristik görünüşü olacaktır. Bu nedenle, teknelerin sudaki davranışı ve yüzme yapıları ile ilgili tüm problemler için, kısa süreli istatistiksel bir yaklaşımla, dalgaların matematiksel tanımlanmaları olanaklı olmaktadır. Dalga kayıt analizleri aynı zamanda, bu gibi koşullarda matematiksel tanımlamaların yaklaşık olarak Gauss karakterine uygun olduğunu göstermektedir. Örneğin, dalga yükseklikleri gelişigüzel ya da düzenli zaman aralıklarında kabaca bir Gauss teoremini ya da olasılık yoğunluk fonksiyonunu göstermektedir. Bu özellik, uygun modellerin gelişmesi için, istatistik uygulamalarını, olasılık teorisini ve Fourier analiz tekniklerini oldukça basitleştirmektedir.

Birçok durumda, 4, 5, 6, 7 deniz durumlarında yalnızca tekne hareketleri dikkate alınmaktadır. Daha düşük deniz durumlarında operasyonel performans genellikle dikkate alınmamaktadır. Ya da 8 ve daha büyük deniz durumları meydana gelme olasılığının düşük olması nedeni ile genelde dikkate alınmamaktadır. Ayrıca, bu çok büyük deniz durumları için, lineer olasılık yönteminin güvenilirliği hızla azalmaktadır.

Karışık denizleri temsil edebilmek için lineer süper pozisyon yasasından yararlanılmaktadır. Buna göre karışık denizlerin sonsuz sayıda sinüzoidal dalga bileşenlerinden oluştuğu varsayılmaktadır.

şekil 3.2'de görüldüğu gibi derin suda ( $H/\lambda \leq 1/20$  ve su derinliği  $d \geq \lambda/2$ ) tek bir dalga düşünöldüğünde aşağıdaki denklemler elde edilmektedir.



şekil 3.2 Derin suda bir dalga örneği

Dalga boyu, 
$$\lambda = \frac{gT^2}{2\pi} \quad (3.1)$$

Dalga frekansı, 
$$\omega = \sqrt{\frac{2\pi g}{\lambda}} \quad (3.2)$$

$$\text{Dalga Periyodu, } T = \sqrt{\frac{2\pi\lambda}{g}} \quad (3.3)$$

$$\text{Dalga hızı, } c = \frac{\lambda}{T} = \frac{gT}{2\pi} \quad (3.4)$$

$$\text{Dalga yüksekliği, } H = 2\zeta \quad \zeta; \text{ Dalga genliği} \quad (3.5)$$

$$\text{Dalga sayısı, } k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\omega^2}{g} \quad (3.6)$$

$$\text{Dalga denklemi, } \zeta = \zeta_a \cos(kx - \omega t + \epsilon) \quad (3.7)$$

Karışık denizleri karakterize etmek üzere gözlemlenen veya ölçülen dalga yükseklik değerlerine dayalı olarak istatistikî kavramlar geliştirilmiştir. N adet ölçülmüş dalga yüksekliği değerinin mevcut olması durumunda, dalga yüksekliklerinin dağılımının Rayleigh dağılımına uygun olduğu kabulü ile (3.8) eşitliğindeki istatistiki dalga yüksekliği değerleri elde edilir.

$$H_{1/n} = k\sqrt{m_0} \quad (3.8)$$

Burada;

N, ortalaması alınacak en yüksek dalga yüzdesini,

$m_0$ , ise dalga genliği dağılımının kareler ortalamasını ifade etmektedir.

k, katsayısı n değerine bağlı olarak Çizelge 3.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3 n değerine bağlı k katsayıları

<b>n</b>	1	2	3	10	50	100	1000
<b>k</b>	2.5	3.55	4	5.1	5.6	6.06	7.44

Bu istatistikî değerlerden bazıları denizcilik hesaplamalarında özel öneme sahiptir. Bunlar;

$$H_{RMS} = 2\sqrt{m_0} \quad (3.9)$$

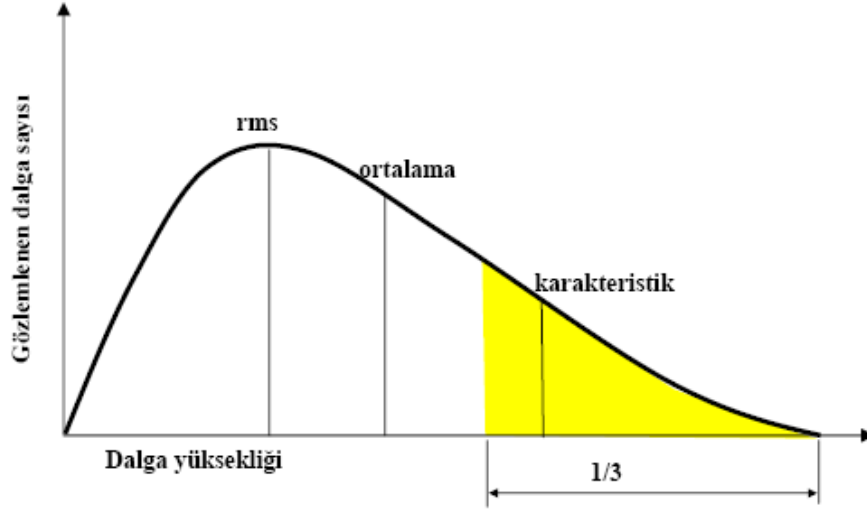
$$\text{Ortalama dalga yüksekliği (n=1)} \quad \bar{H} = 2.5\sqrt{m_0} \quad (3.10)$$

$$\text{Karakteristik dalga yüksekliği (n=3)} \quad H_{1/3} = 4\sqrt{m_0} \quad (3.11)$$

$$\text{En yüksek \%10 dalganın ortalaması (n=10)} \quad H_{1/10} = 5.1\sqrt{m_0} \quad (3.12)$$

Gözlem sonuçlarına çok yakınsama gösterdiği için en yüksek 1/3 dalgaların ortalaması özellikle sık kullanılır ve karakteristik dalga yüksekliği olarak bilinir. Dövünme için hesap yapılacağına ise önem kazanan diğer istatistiki bilgi en yüksek %10 dalganın ortalamasıdır (Şekil 3.3).

Karışık denizleri tanımlamak üzere genellikle deniz şiddeti adında karakteristik dalga yüksekliğine bağlı bir ölçek kullanılır. Dünya Meteoroloji Organizasyonu (WMO) tarafından kabul edilen deniz şiddetine karşılık karakteristik dalga yükseklikleri Çizelge 3.4’de verilmektedir. Bu değerler başta Amerikan Donanması olmak üzere NATO üyesi ülkeler tarafından da standart olarak kabul görmüştür.



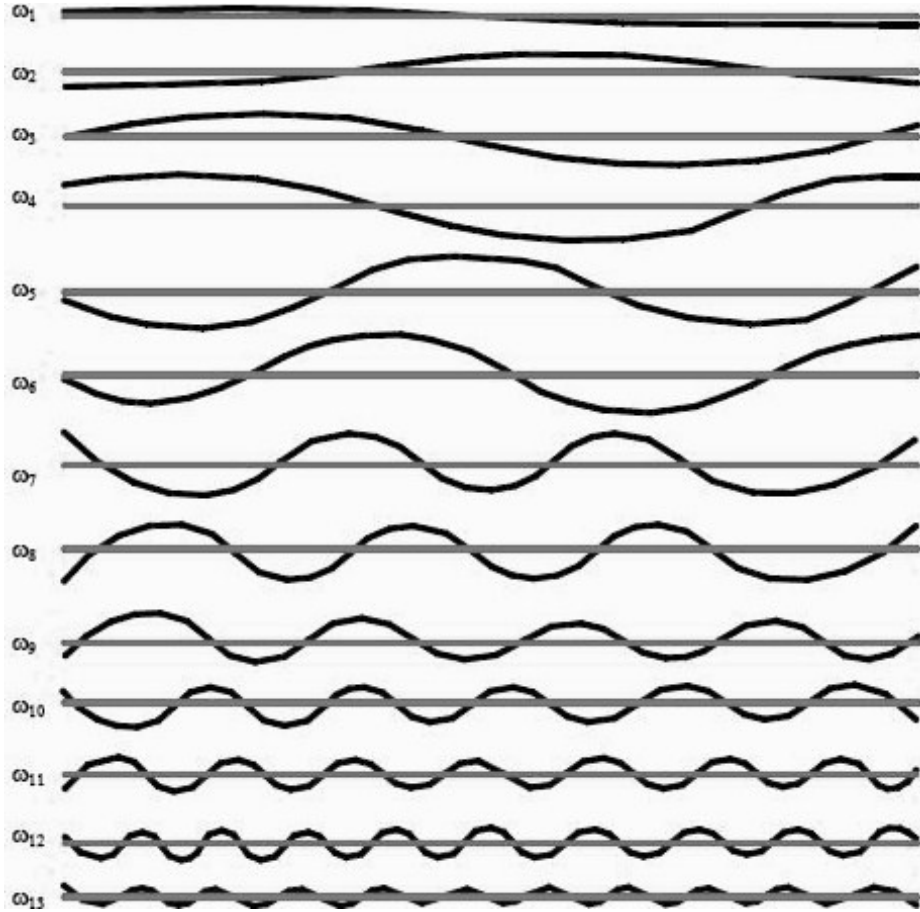
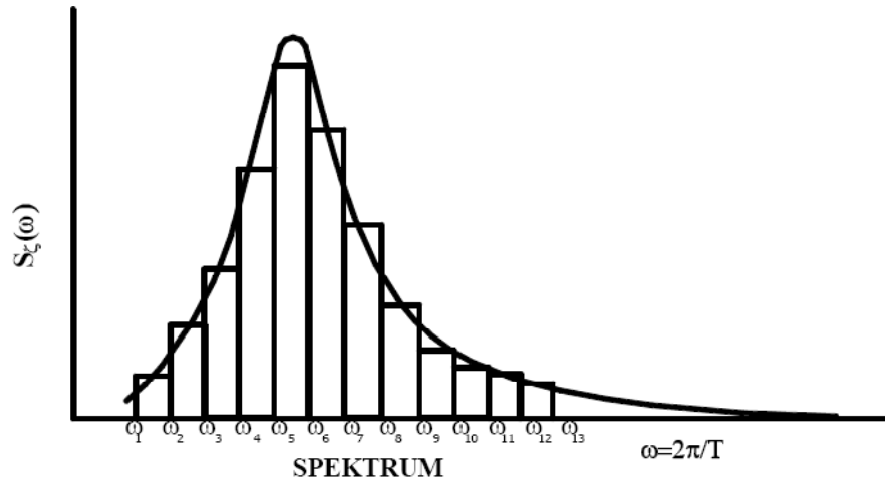
Şekil 3.3 Dalga yüksekliklerine ait istatistik tanımlar

Çizelge 3.4 Deniz şiddetine karşılık gelen karakteristik dalga yükseklikleri

Deniz Şiddeti	Karakteristik Dalga Yüksekliği (m)		Rüzgar Hızı (knot)		Beaufort Şiddeti
	Aralık	Ortalama	Aralık	Ortalama	
0-1	0-0.1	0.05	0-6	3	0
					1
					2
2	0.1-0.5	0.3	7-10	8.5	3
3	0.5-1.25	0.88	11-16	13.5	4
4	1.25-2.25	1.88	17-21	19	5
5	2.5-4	3.25	22-27	24.5	6
6	4-6	5	28-47	37.5	7
					8
					9

Dalga histogramlarında mevcut her bir karakteristik dalga yüksekliği ve modal dalga periyodu kombinasyonuna karşılık gelen, karışık deniz durumunu temsil edebilmek için dalga spektrumlarından yararlanılır. Sonsuz sayıdaki düzgün dalganın frekansa göre varyansının yoğunluğu ile o denizin enerjisini temsil eden bir dalga spektrumu elde edilebilir. Bu

spektrum deniz yüzeyinin birim alanı başına düşen enerjinin dalga bileşenlerinin frekanslarına göre dağılım şeklini gösterir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Sinüzoidal düzgün dalgaların süperpoze edilerek oluşturdukları dalga spektrumu

Şekil 3.4'te  $S_{\xi}$  spektral yoğunluk fonksiyonunu ifade etmekte olup (3.13)'denkleminde gösterilmiştir.



$$\int_0^{\infty} S_{\zeta}(\omega) d\omega = m_0 = \sigma^2 \quad (3.13)$$

Burada  $\sigma$  rms dalga genliği olup en sık rastlanan dalga genliğini temsil etmektedir.  $\sigma^2$  varyans olarak tanımlanmaktadır.

Deniz durumlarına ait istatistikî özellikleri belirlemek için dalga spektrum momentlerinin bilinmesi gereklidir. Verilen bir dalga spektrumunun n. momenti (3.14)'eşitliğindeki gibi hesaplanabilir.

$$m_n = \int_0^{\infty} \omega^n S_{\zeta}(\omega) d\omega \quad (3.14)$$

Spektrum momentinin bilinmesi ile deniz durumunu karakterize eden ortalama, ( $\bar{T}$ ) modal (pik) ( $T_m$ ) ve sıfır geğme ( $T_z$ ) periyotları (3.15)'denklemine göre hesaplanabilir.

$$\bar{T} = 2\pi \frac{m_0}{m_1} \quad T_m = 2\pi \frac{m_2}{m_4} \quad T_z = 2\pi \frac{m_0}{m_2} \quad (3.15)$$

Gemilerin çalışacağı deniz sahasındaki değişik deniz durumları için ölçülmüş dalga spektrumunun bulunmaması halinde standart dalga spektrumlarından uygun olanı seçilmelidir.

#### 4. TEKNELERİN TÜRETİLMESİ

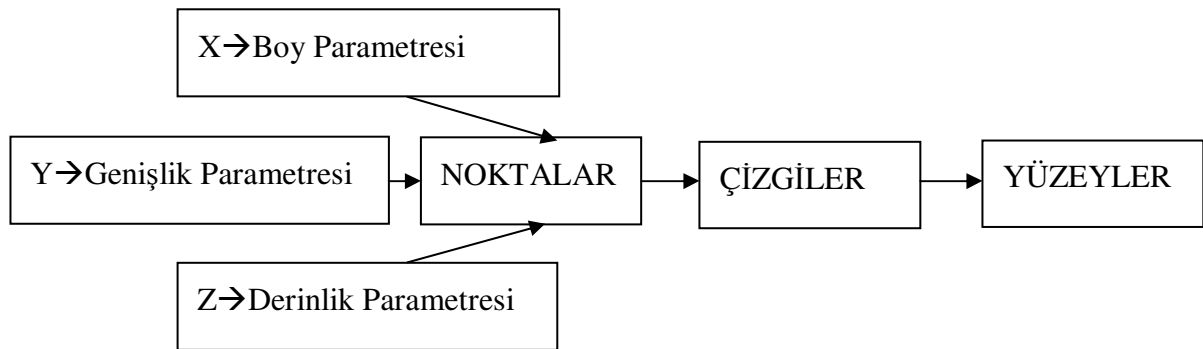
Bu aşamada, hesaplar iki ana grup halinde yapılacağından tekneler de iki grup halinde türetilmiştir. Öncelikle ana boyutların değişimi, daha sonra da LCB ve  $C_p$ 'nin değişimi ile tekneler sistematik bir biçimde oluşturulmuştur. İlk etapta tekneler, geometrik sınırlar göz ardı edilerek üretilmiştir. Daha sonra hesaplar için, mantıklı sınırlar içerisinde kalan tekneler seçilmiştir. Tekneler türetilirken su altı formunun karakteristik şeklinin ana tekne ile aynı kalmasına dikkat edilmiştir.

##### 4.1 Bir Yazılım Yardımı ile Sualtı Formlarının Geliştirilmesi

Teknelerin oluşturulması için 2008 FRIENDSHIP SYSTEMS-Framework 2.0.0 yazılımı kullanılmıştır. Bu yazılımın kullanılmasının en büyük nedeni parametrik model oluşumuna izin vermesidir. Tekne bütünü ile parametrik olarak modellendikten sonra yazılım, teknede istenilen değişiklikleri parametrik olarak yapmaya olanak sağlamakta ve yeni tekneleri yüzey modeli ile birlikte sunmaktadır. Bu durum ise denizcilik hesabında kullanılacak yazılım için avantaj olarak görülmektedir.

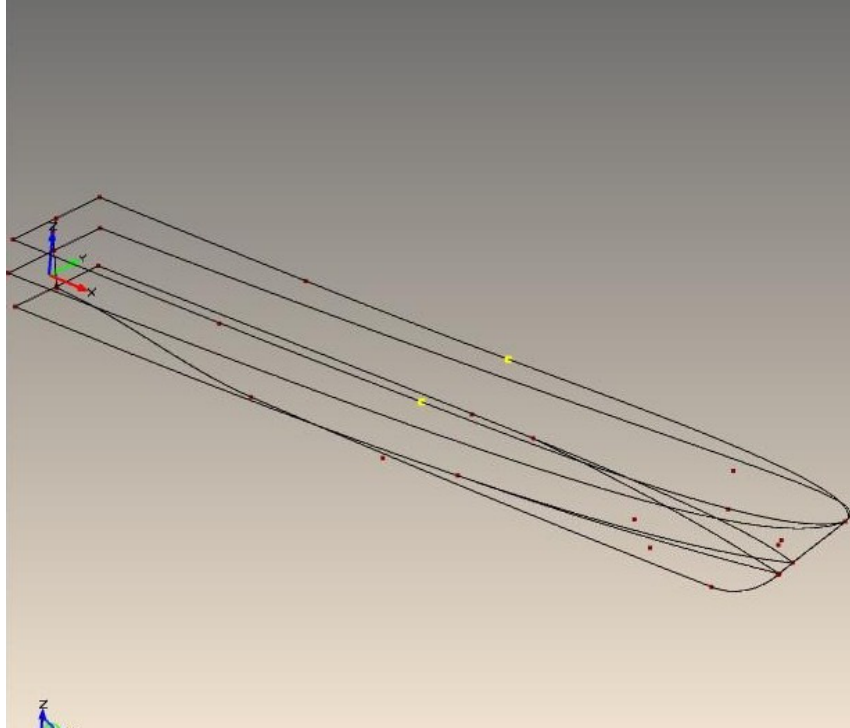
##### 4.1.1 Parametrik Modelin Oluşturulması

Yazılımın çalışma prensibi tüme varım şeklindedir. İlk olarak geometrinin ana hatlarını oluşturan noktalar programa girilmiştir. Bu noktalar girilirken her nokta bir parametreye bağlanmıştır. Örneğin bir noktanın x eksenindeki koordinatı boy parametresine, y eksenindeki koordinatı genişlik parametresine z eksenindeki koordinatı ise derinlik parametresine bağlanmıştır. Dolayısı ile teknenin genişliğini, boyunu veya derinliğini değiştirmek istediğinizde parametre ile oynamak yeterli olacaktır. Parametreye bağlı olarak noktaların pozisyonu değişmekte, noktalara bağlı olarak çizgiler, çizgilere bağlı olarak da yüzeyler yer değiştirmektedir. Teknede değişiklik yapılmak istenilen her kısım parametreye bağlanabilmektedir. Model oluştururken izlenecek sıra Şekil 4.1'de gösterilmiştir.

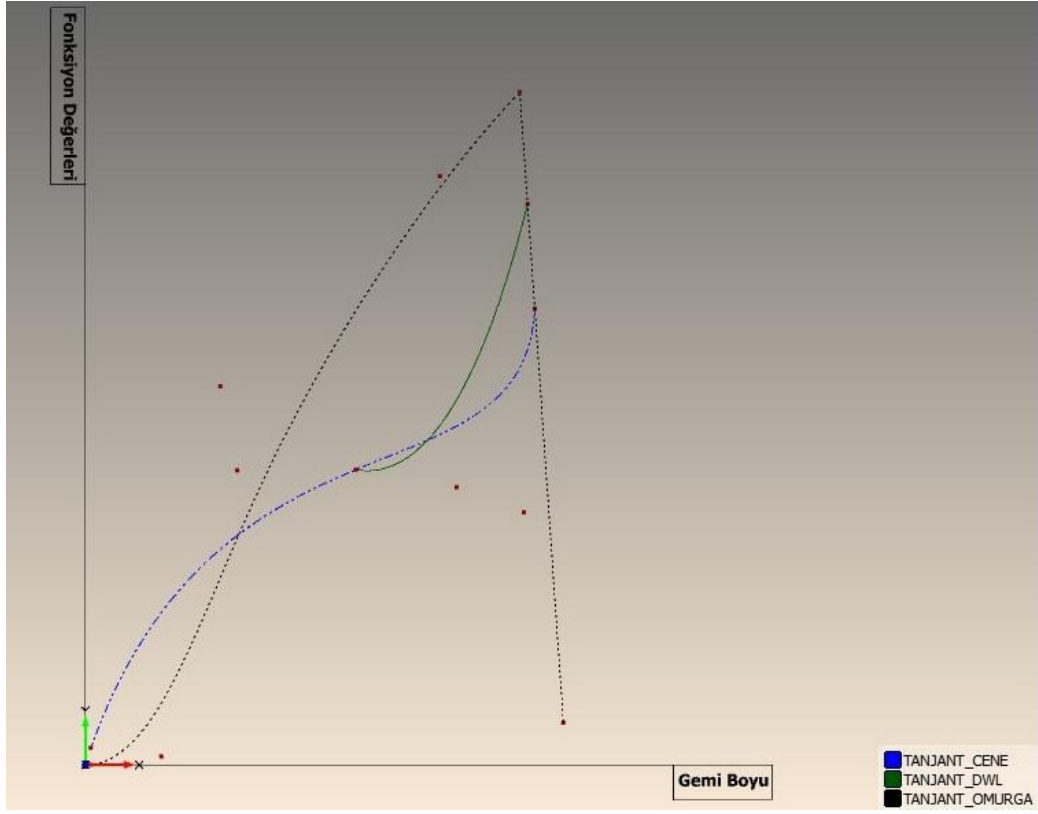


Şekil 4.1 Parametrik model oluşum akış şeması

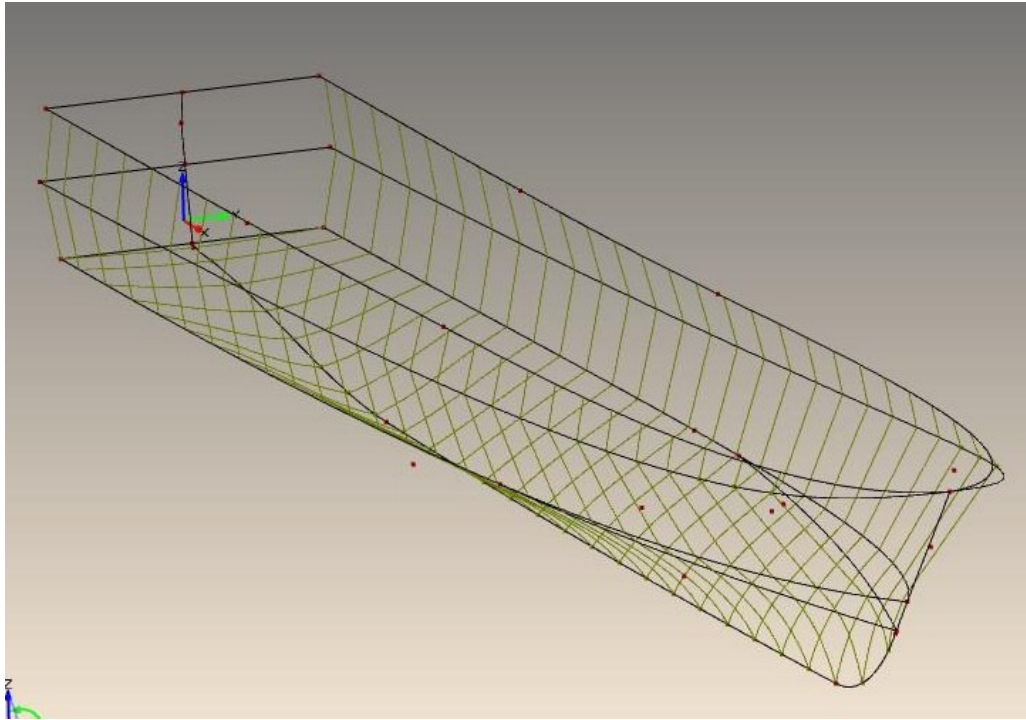
Dolayısı ile belirlenen ana tekneyi parametrik modellemek için ilk olarak teknenin geometrisine ait noktalar programa girilmiştir ve her nokta, değişimi istenen ilgili parametreye bağlanmıştır. Daha sonra da parametrik noktalardan geometriyi ifade eden ana çizgiler geçirilmiştir (Şekil 4.2). Geometri, çizgilerle ifade edildikten sonra yüzey oluşturabilmek için kesit çizgileri oluşturulmalıdır. Fakat tekne boyunca kesit çizgilerini istenilen şekilde hazırlayabilmek için, daha önceden oluşturulan geometrik çizgilerle, o çizgilerin tekne boyunca kesitlerle her noktadaki kesişimlerinin teğetini bir fonksiyon eğrisi ile ifade etmek gerekmektedir (Şekil 4.3). Dolayısı ile formu ifade eden fonksiyonlar çizildikten sonra yazılımın içindeki programlama olanağını kullanarak gemi boyunca postalar tanımlanmıştır (Şekil 4.4). Son olarak da postalar ve ana eğriler yardımı ile yüzey oluşturulmuştur (Şekil 4.5). Parametrik model oluşturulurken değişken parametreler göz önüne alınmalıdır. Bu çalışmada hesaplarda kullanılacak tekneleri türetmek üzere değişken parametreler;  $L$ ,  $B/T$ ,  $C_p$  ve  $LCB$  olarak tanımlanmıştır.



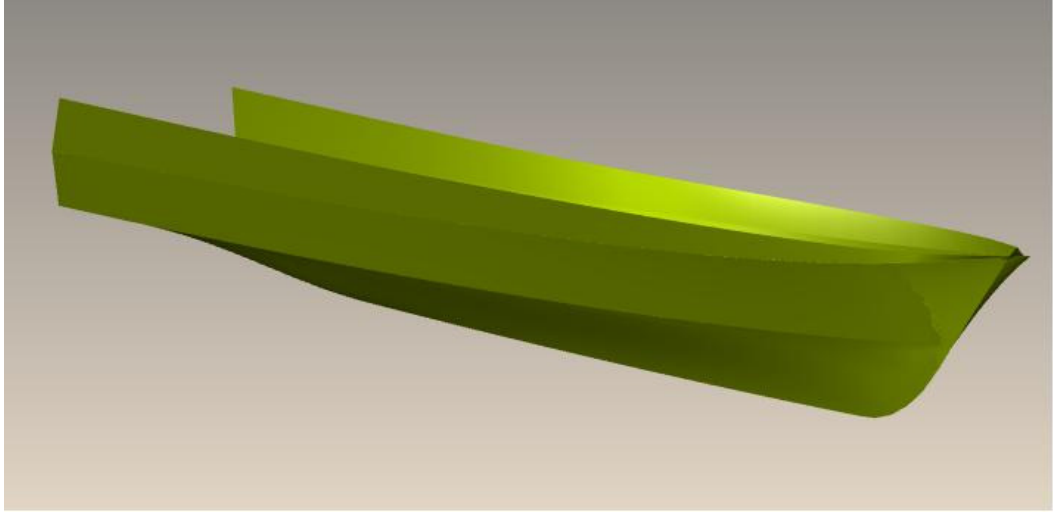
Şekil 4.2 Geometriyi ifade eden parametrik noktalar ve çizgiler



Şekil 4.3 Postaların ana tekneyi ifade eden çizgilerle kesiştiği yerlerdeki teğetlerin fonksiyonları



Şekil 4.4 Yüzeyin oluşmasını sağlayan fonksiyonlara bağlı postalar



Şekil 4.5 Yüzeyi oluşturulmuş parametrik model

#### 4.2 Ana Boyutların Değişimi ile Teknelerin Türetilmesi

Boy, genişlik veya draftta istenen değişimi sağlayabilmek için, teknenin ofset değerleri uygun genişleme veya daralmayı sağlayacak faktörler ile çarpılır. Bu işlem  $C_B$ ,  $C_M$ ,  $C_P$ ,  $C_{WP}$ ,  $LCB$  ve  $LCF$  gibi ikincil parametreleri etkilemez. Ancak bu değişiklik, deplasmanı değiştirecektir. Boyu değiştirirken, deplasmanın sabit kalabilmesi için, orta kesit alanı boyla ters orantılı olarak değişmelidir. Bu sırada genişlik / draft oranı da, deplasman, blok katsayısı ve tüm ikincil parametreler gibi sabit kalır. Yeni tekneye ait ana boyutlar aşağıdaki gibi elde edilir (Hearn vd. 1991):

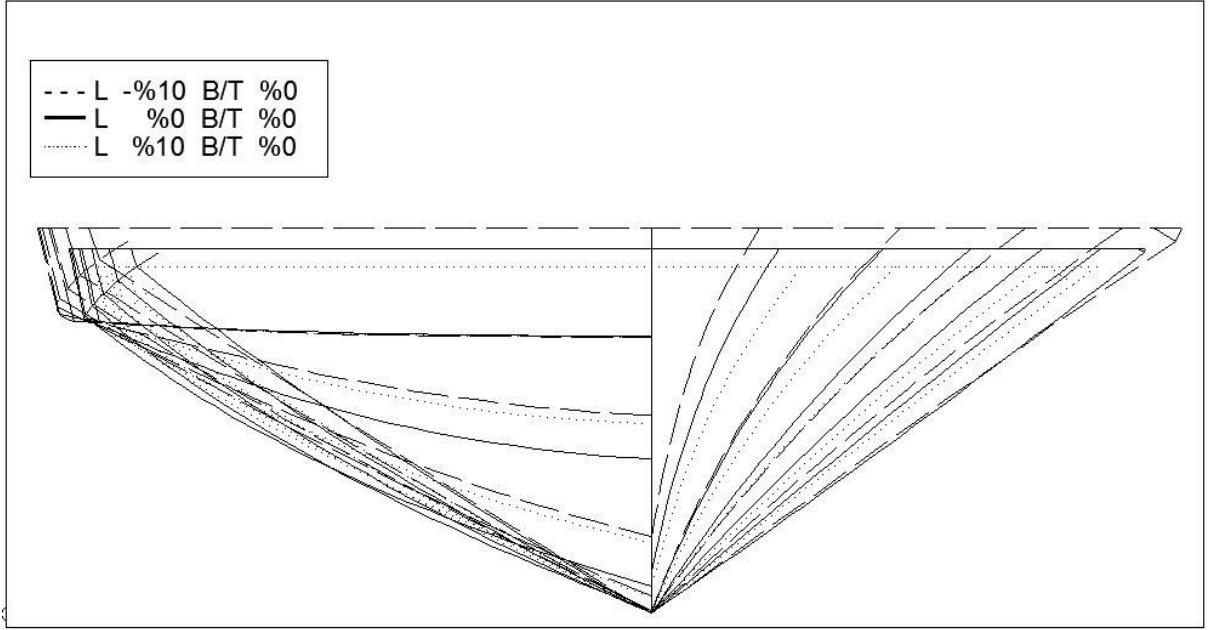
$$L' = (1 + \delta L)L, \quad B' = \frac{B}{\sqrt{1+\delta L}}, \quad T' = \frac{T}{\sqrt{1+\delta L}} \quad (4.1)$$

$B'/B$  ve  $T'/T$  birbirine eşit olduğundan dolayı,  $L'/L$  dizaynır tarafından belirlenir.

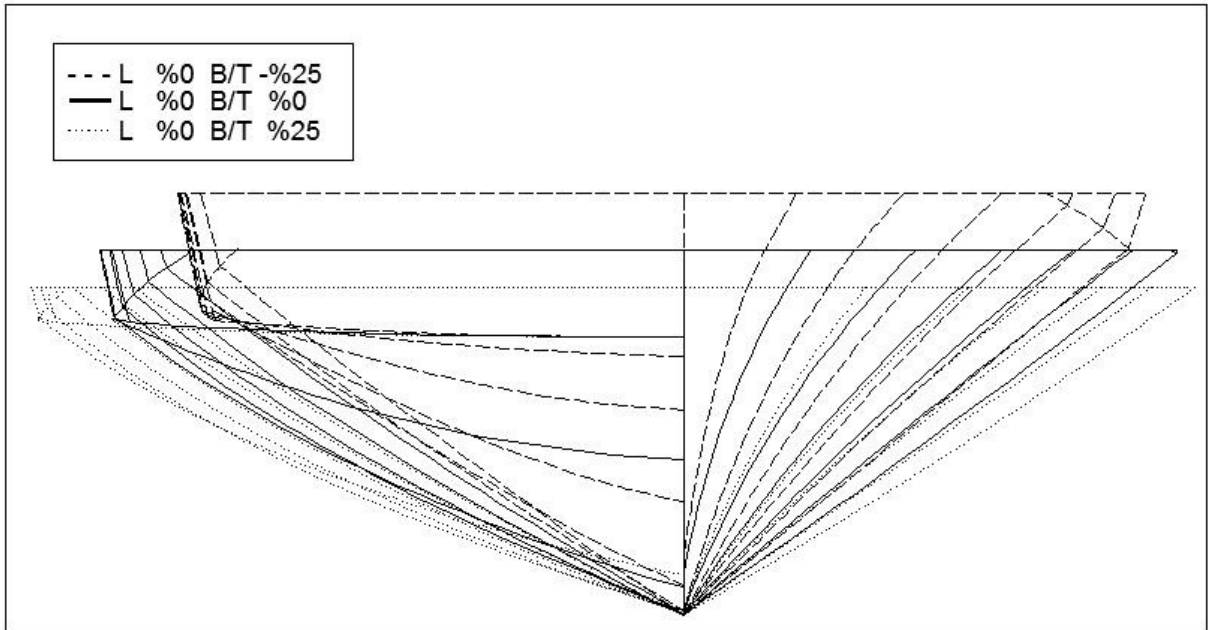
$L'$ 'nin sabit olması durumunda,  $B/T$ 'nin değişimi  $1+\delta x$  in bir fonksiyonu olmaktadır (Sarıöz 1993). Bu durumda  $B$  ve  $T$ 'deki değişiklikler şu şekilde olmaktadır:

$$B' = B\sqrt{1 + \delta x} \quad \text{ve} \quad T' = \frac{T}{\sqrt{1+\delta x}} \quad (4.2)$$

Kullanılan yazılım içersindeki türetme fonksiyonundan yararlanılarak, hazırlanan parametrik modelin genişlik / draft oranı sabitken boyu, boyu sabitken genişlik / draft oranı, belirlenen sınırlarda istenilen aralıkla değiştirilmiş ve bu şekilde 186 adet tekne türetilmiştir. Ek 1' de türetilen teknelerin boyutları ve sınırları tablo halinde gösterilmiştir. Bu teknelerin boyutlarında yapılan değişikliklerin uç sınırları Şekil 4.6 ve Şekil 4.7 de gösterilmiştir.



Şekil 4.6 B/T sabit iken L' nin uç sınırlardaki değişimi



Şekil 4.7 L sabit iken B/T' nin uç sınırlardaki değişimi

### 4.3 LCB ve $C_p$ 'nin Değişimi ile Teknelerin Türetilmesi

İkincil parametrelerden LCB ve  $C_p$  değişken olarak belirlenmiştir. Dolayısı ile ana tekne ile aynı ana boyutlara sahip, fakat değişik prizmatik katsayılarında, farklı konumlardaki su altı hacim merkezine sahip tekneler türetilmiştir. Bu değişime sahip tekneleri elde edebilmek için postaların konumlarının değiştirilmesi yönteminden yararlanılmıştır. Bu yöntem en kesit alan eğrisini değiştirebilmek için, posta kesitleri, kesit şekilleri ana tekneyle aynı kalacak şekilde, başa ya da kıça doğru kaydırılması temeline dayanmaktadır.

#### 4.3.1 “Bir Eksi Prizmatik” (One Minus Prismatic) Metodu

Şekil 4.8’de en kesit alan eğrisi verilen yarı teknenin, boyunun ve en kesit alan eğrisinin maksimum değerinin bir birim olduğu düşünülmüştür. Tüm yatay ölçüler ve yarım en kesit alan eğrisi nedeni ile bu tekneye ait prizmatik katsayıda yarım tekneye ait prizmatik katsayı olacaktır.

“Bir Eksi Prizmatik” metoduna göre prizmatik katsayıda istenilen değişikliği yapabilmek için orta kesite oransal olarak  $x$  uzaklıktaki bir kesitin  $\delta x$  kadar kayma miktarı, (4.3) eşitliği yardımıyla hesaplanır.

$$\delta x = \frac{\delta \phi}{1 - \phi} (1 - x) \quad (4.3)$$

Burada;

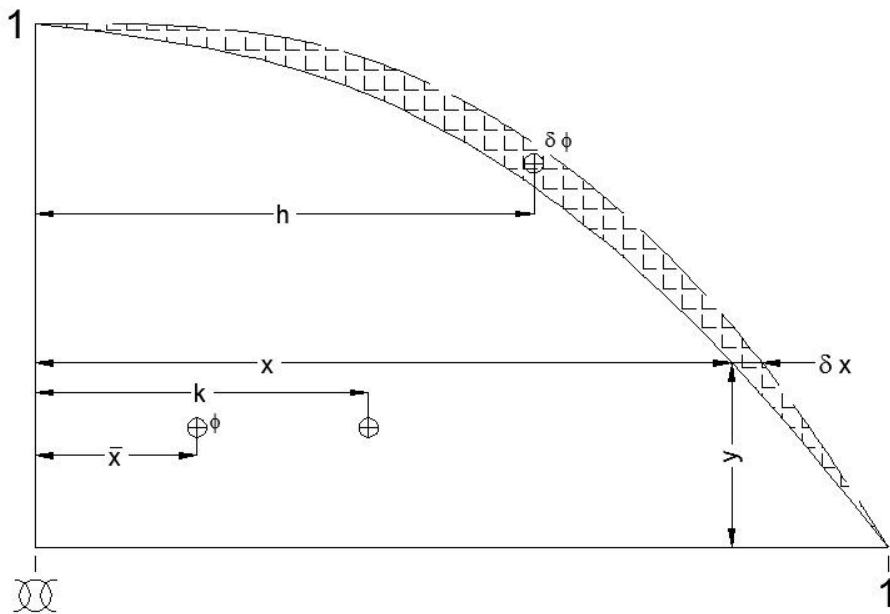
$\delta x$ ;  $\phi$ , LCB’ de istenen değişiklikleri yapmak için gerekli boyuna kaydırma miktarı. ( $x$  pozitif ise kaydırma orta kesitten dışa doğru, negatif ise kaydırma orta kesite doğru olmaktadır.)

$\phi$ , Yarı teknenin prizmatik katsayısı

$\delta \phi$ , Prizmatik katsayıdaki değişimini ifade etmektedir.

“Bir Eksi Prizmatik” metodu kullanışlı ve uygulanabilir olmasına rağmen, iki temel dezavantaj görülebilmektedir;

- Deplasman değişiminin tekne boyunca dağılımı kontrol edilemeyebilir.
- Üretilen yeni formlarda, paralel gövdedeki büyük değişimler kontrol edilemeyebilir.



Şekil 4.8 Yarı tekne en kesit alan eğrisi değişimi

### 4.3.2 “Lackenby” Metodu

Paralel gövdeye sahip olmayan teknelerde prizmatik katsayıda istenilen değişikliği sağlamak amacı ile kesitlerin kayma miktarı Lackenby’e göre (4.4) eşitliği ile ifade edilmiştir.

$$\delta x = c \cdot x(1-x) \quad (4.4)$$

Burada;

c, kısıt olarak kabul edilir.

x, Herhangi bir kesitin orta kesite olan uzaklığını ifade etmektedir.

Lackenby (1950) Ek II’de gösterildiği gibi prizmatik katsayıyı arttırmak amaçlı  $\delta x$  aşağıdaki gibi ifade edilmiştir.

$$\delta x = \frac{\delta \phi \cdot x(1-x)}{\phi(1-2\bar{x})} \quad (4.5)$$

$\delta x = 0$  iken  $x = 1$  ve  $x = 0$  olabilir.  $\delta x$ ’i maksimum yapan değer ise  $x = 0.5$  dir.

$$h = \frac{2\bar{x}-3k^2}{1-2\bar{x}} + \frac{\delta \phi (\bar{x}-3k^2+3r^3)}{\phi (1-2\bar{x})^2} \quad (4.6)$$

Burada ;

h, Orta kesitten, kayma dilimini ifade eden alanın merkezine olan uzaklık

$\bar{x}$ , Orta kesitten yan gövdenin merkezine olan uzaklık, oran olarak

k, Jirasyon yarıçapı

r, Orijinal yarı teknenin üçüncü atalet momentini ifade etmektedir.

(4.6)’denkleminde  $\delta \Phi$  küçük bir değer ise denklemdaki ikinci terim ihmal edilebilir. Bu durumda denklem;

$$h = \frac{2\bar{x}-3k^2}{1-2\bar{x}} \quad (4.7)$$

halini alır.

Eğer tekne paralel gövdeye sahip ise, Lackenby’in  $\delta x$  için varsaydığı ifade şöyledir:

$$\delta x = c(1-x)(x+d) \quad (4.8)$$

c ve d sabit kabul edildiğinde,

$$\begin{aligned} x = 1 & \quad \rightarrow \quad \delta x = 0 \\ x = p & \quad \rightarrow \quad \delta x = \delta p \end{aligned} \quad (4.9)$$



Burada;

$p$ , Yarı boylardaki paralel gövde oranı

$\delta p$ , Yarı boylardaki paralel gövde için gerekli değişim miktarı olarak düşünülür.

Bu koşullarda;  $\delta\phi = \int_0^1 \delta x dy$  eşitliği vardır

$$c = \frac{\delta\phi - \delta p \frac{1-\phi}{1-p}}{\phi(1-2\bar{x}) - p(1-\phi)} \quad \text{ve,} \quad (4.10)$$

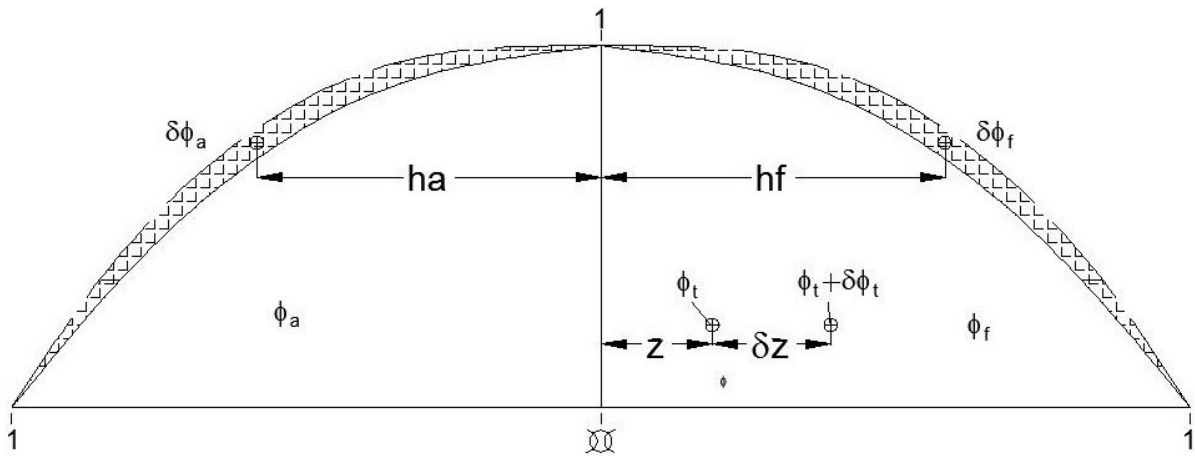
$$d = \frac{\delta p}{c(1-p)} - p \quad (4.11)$$

Dolayısıyla,

$$A = \phi(1 - 2\bar{x}) - p(1 - \phi) \quad \text{Ana teknenin geometrik özelliklerine bağlı bir kısıt ise,} \quad (4.12)$$

$$\delta x = (1 - x) \left\{ \left[ \delta\phi - \delta p \frac{1-\phi}{1-p} \right] \frac{x-p}{A} + \frac{\delta p}{1-p} \right\} \quad (4.13)$$

Şimdiye kadar yarı gövdeler ayrı ayrı ele alınmıştır. Bundan sonra ise su altı hacim merkezinin boyuna yeri ve toplam prizmatik katsayıdaki değişimi belirleyebilmek için tekne bütün olarak düşünülecektir. Her yarı gövdenin bir birim uzunlukta ve bir birim maksimum yükseklikte olduğu, Şekil 4.9'daki en kesit alan eğrisinde görülmektedir. Toplam prizmatik katsayıdaki değişim  $\delta\phi_t$ , LCB'deki değişim ise  $\delta\bar{z}$  ile ifade edilmektedir. Baş gövde ve kık gövdelerin prizmatik katsayılarındaki değişikliklerin miktarı aşağıdaki bağıntılarla hesaplanabilmektedir.



Şekil 4.9 Bütün tekne en kesit alan eğrisi değişimi

$$\frac{\delta\phi_f + \delta\phi_a}{2} = \delta\phi_t \quad (4.14)$$

Burada;

$\delta\phi_a$ , Kıç gövdenin prizmatik katsayısında istenen değişiklik miktarı

$\delta\phi_f$ , Baş gövdenin prizmatik katsayısında istenen değişiklik miktarı

$\delta\phi_t$ , Toplam prizmatik katsayıda istenen değişiklik miktarıdır.

$$\delta\phi_f(h_f - \bar{z}) + (\phi_t + \delta\phi_t)\delta\bar{z} = \delta\phi_a(h_a + \bar{z}) \quad (4.15)$$

Burada;

$h_f$ , Orta kesitten, baş taraftaki kayma dilimini ifade eden alanın merkezine olan oransal uzaklık

$h_a$ , Orta kesitten, kıç taraftaki kayma dilimini ifade eden alanın merkezine olan oransal uzaklık

$\bar{z}$ , Ana gemide LCB'nin orta kesitten mesafesi, yarı boya oran olarak

$\delta\bar{z}$ , Geliştirilen gemi için LCB oranındaki kayma miktarını ifade etmektedir.

Dolayısıyla,

$$\delta\phi_f = \frac{2[\delta\phi_t(h_a - \bar{z}) - \delta\bar{z}(\phi_t + \delta\phi_t)]}{h_f + h_a} \quad (4.16)$$

$$\delta\phi_a = \frac{2[\delta\phi_t(h_f + \bar{z}) + \delta\bar{z}(\phi_t + \delta\phi_t)]}{h_f + h_a}$$

Kayma miktarını ifade eden dilimin alanının momenti şu formülle ifade edilmektedir:

$$\delta\phi \cdot h = \int_0^1 \delta x \cdot x \cdot dy \quad (4.17)$$

(4.8) ve (4.11) ifadelerini kullanarak;

$$\begin{aligned} \delta\phi \cdot h &= c \int_0^1 (x^2 - x^3 - px + px^2) dy + \frac{\delta p}{1-p} \int_0^1 (x - x^2) dy \quad (4.18) \\ &= c(2\phi\bar{x} - 3\phi k^2 - p\phi + 2p\phi\bar{x}) + \frac{\delta p}{1-p} (\phi - 2\phi\bar{x}) \\ &= c\phi[2\bar{x} - 3k^2 - p(1 - 2\bar{x})] + \frac{\delta p\phi}{1-p} (1 - 2\bar{x}) \end{aligned}$$

(4.10)'denkleminde hesaplanan c'nin alınıp yerine koyulmasından sonra, her iki tarafın  $\delta\phi$ 'ye bölünmesi sonucu, moment kolunu elde edilmektedir;

$$h = \phi \left\{ \frac{\left[ 1 - \frac{\delta p(1 - \phi)}{\delta\phi(1 - p)} \right]}{\phi(1 - 2\bar{x}) - p(1 - \phi)} [2\bar{x} - 3k^2 - p(1 - 2\bar{x})] + \frac{\delta p}{\delta\phi} \frac{1 - 2\bar{x}}{1 - p} \right\}$$

$$h = \phi \left\{ \frac{B}{\phi} \left[ 1 - \frac{\delta p}{\delta \phi} \frac{1-\phi}{1-p} \right] + \frac{\delta p}{\delta \phi} \frac{1-2\bar{x}}{1-p} \right\} \quad (4.19)$$

Dolayısıyla,

$$B = \frac{\phi[2\bar{x}-3k^2-p(1-2\bar{x})]}{A} \text{ ana teknenin geometrisine ba\u011flı bir kısıt olmak üzere,} \quad (4.20)$$

$$h_f = \phi_f \left\{ \frac{B_f}{\phi_f} \left[ 1 - \frac{\delta p_f}{\delta \phi_f} \frac{1-\phi_f}{1-p_f} \right] + \frac{\delta p_f}{\delta \phi_f} \frac{1-2\bar{x}_f}{1-p_f} \right\} \quad (4.21)$$

$$h_a = \phi_a \left\{ \frac{B_a}{\phi_a} \left[ 1 - \frac{\delta p_a}{\delta \phi_a} \frac{1-\phi_a}{1-p_a} \right] + \frac{\delta p_a}{\delta \phi_a} \frac{1-2\bar{x}_a}{1-p_a} \right\} \quad (4.22)$$

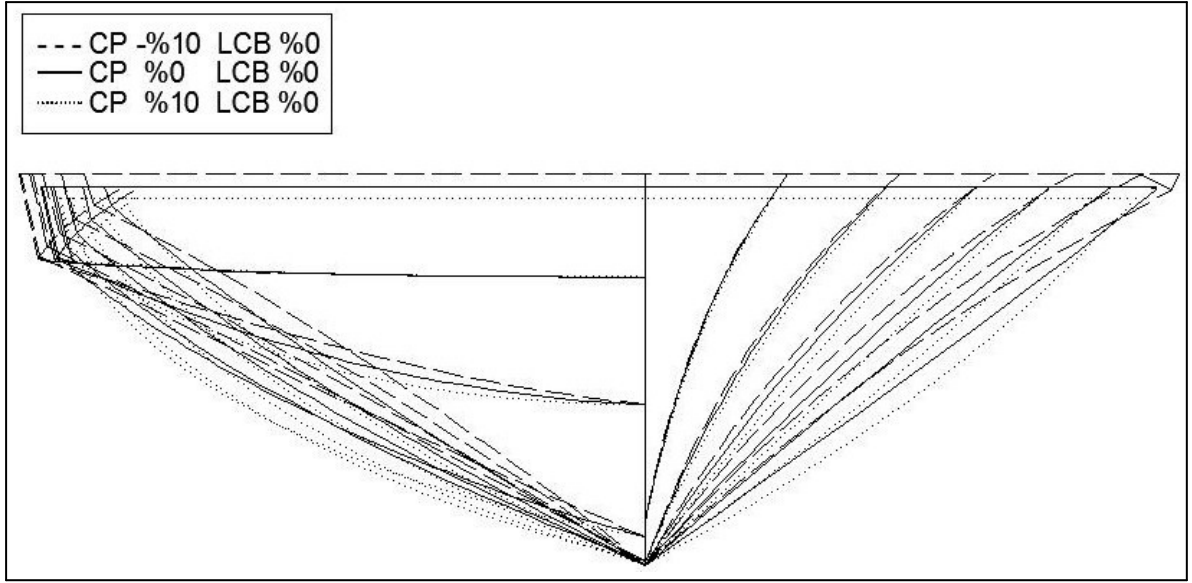
şeklinde ifade edilebilir.

Yapılan hesaplar sonucu, ön ve arka gövdeye ait moment kollarının uzunlukları ( $h_f$  ve  $h_a$ ) ile prizmatik katsayılar elde edildikten sonra, LCB' nin belirlenen kayma miktarı göz önüne alınarak, toplam prizmatik katsayı (4.16)' eşitliğinden hesaplanabilmektedir.

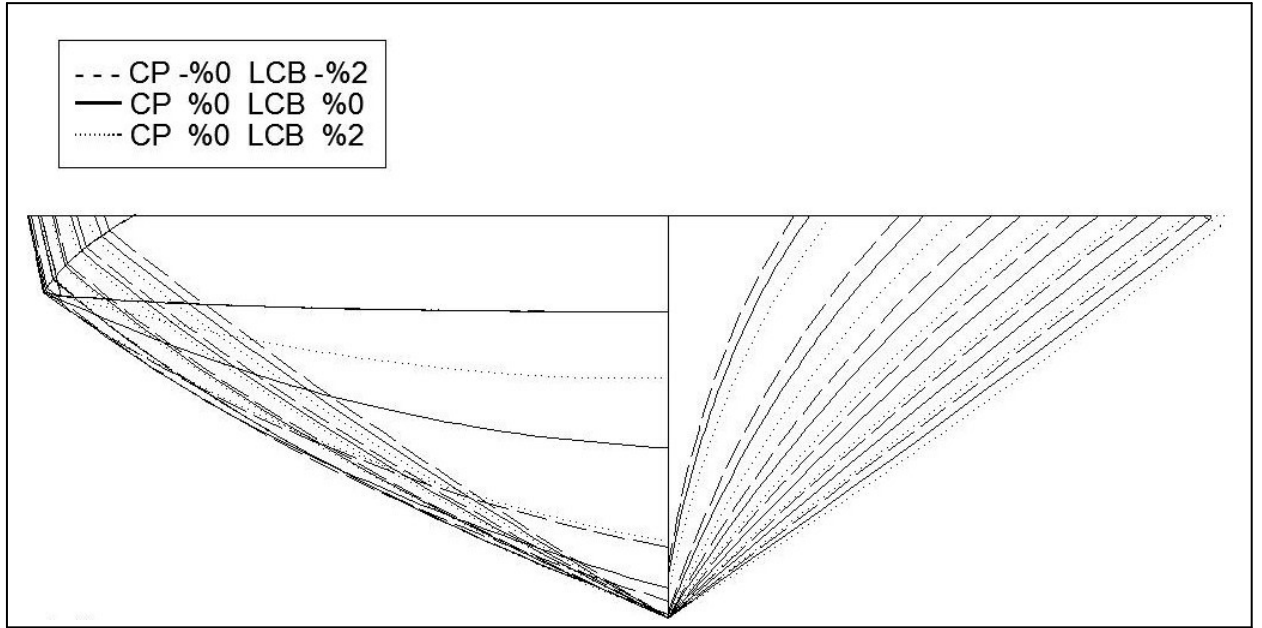
Bu metotla alternatif tekne üretirken, teknenin su altında kalan kısmının doluluk oranındaki değişimde kesin limitler vardır. Elde edilen doluluk oranının limitleri aşağıdaki bağıntı ile gösterilebilmektedir;

$$\delta \phi = \frac{\delta p(1-\phi) \pm A(1-\frac{\delta p}{1-p})}{1-p} \quad (4.23)$$

Lackenby yöntemi kullanılarak ana tekne ile aynı ana boyutlara sahip fakat farklı prizmatik katsayılarla değişik su altı hacim merkezine sahip üretilen tekneler EK 2 de verilmiştir. Şekil 4.10 ve Şekil 4.11' de türetilen teknelerin değişken parametrelerinin alt ve üst sınırları gösterilmiştir.



Şekil 4.10 Sabit LCB' de farklı  $C_p$  değerleri



Şekil 4.11 Sabit  $C_p$ ' de farklı LCB değerleri

## 5. TEKNELERİN DENİZCİLİK HESAPLARI VE ANALİZİ

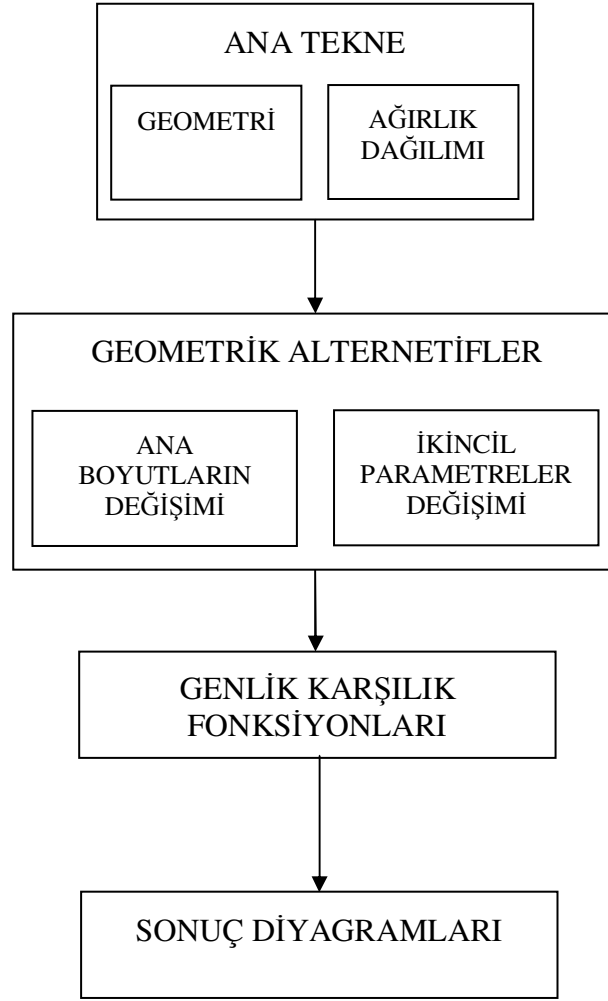
Bir teknenin denizcilik açısından uygunluğu, herhangi bir deniz durumunda yaptığı altı serbestlik derecesine sahip hareket genliklerini belli bir seviyede tutmak anlamını taşımaktadır. Dolayısı ile denizciliği iyi olan bir tekne elde etmek için, ön dizayn safhasında amaç fonksiyonuna uygun bir su altı formu üretmek gerekmektedir.

Bu aşamada, “ileriye doğru analiz” (Sarıöz 1993) yönteminden yararlanılarak oluşturulmuş Şekil 5.1’de akış şeması verilen yöntem takip edilecektir. Bölüm 4’de oluşturulan teknelerin belirli bir bölümü seçilerek, denizcilik hesapları yapılacak ve sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilecektir.

### 5.1 Teknelerin Denizcilik Hesapları

Denizcilik açısından iyi bir dizayn oluşturmak için, tekneyi ifade eden parametreler denizcilik açısından en uygun hale getirilmiş olmalıdır. Bunu yapabilmek için, çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Sayılı vd. (2007) balıkçı teknelerine ait belirli form parametrelerinin denizciliğe olan etkisini regresyon tekniği kullanarak araştırmıştır. Bu çalışmada ise parametrelerin denizciliğe olan etkisini incelemek için, bir ana tekneden tekne grubu oluşturulmuştur. Yapılan hesaplarla elde edilen sonuçlar regresyon tekniği yerine, diyagramlara yansıtılarak denizcilik açısından yorumlanmaya çalışılmıştır. Denizciliğe etkisi araştırılacak parametreler iki ana grup olarak kabul edilebilir;  $L$ ,  $B$ ,  $T$ ,  $\nabla$ ,  $C_P$  ve  $C_B$  birincil parametreler,  $CWP$ ,  $LCF$ ,  $LCB$  ise ikincil parametreler olarak düşünülebilir. Belirlenen parametrelerin değişiminin teknenin denizciliğini nasıl etkilediğini görebilmek için iki grup ayrı ayrı incelenmiştir. Buna benzer bir çalışma Hearn vd. (1990) tarafından yapılarak belirli tekne tipleri incelenmiştir. Kükner ve Sarıöz (1994) tarafından yapılan çalışmada ise ana boyutların yanında  $C_B$ ’nin denizciliğe olan etkisi incelenmiştir. Bu çalışmada ise, ikincil parametrelerden farklı  $C_P$  değerlerindeki  $LCB$ ’nin değişimi incelenecektir.

Eğer bu tarz bir çalışma model deneyleri ile yapılmaya çalışılırsa çok fazla zaman ve maliyet gerekecektir. Bu nedenle ön dizayn safhasında bu tarz bir çalışmayı bilgisayar ortamında gerçekleştirmenin, hem maliyet hem de zaman açısından daha yararlı olduğu görülmektedir.



Şekil 5.1 İleri doğru analiz yöntemi akış şeması

## 5.2 Hesaplar Sırasında Kullanılan Yöntemler Ve Kabuller

Hesaplamalar sırasında ek su ve sönüm kuvveti değerlerini hesaplayabilmek için dilim teorisini temel alan bir yazılım kullanılmıştır. Dilim teorisi hesap yapılması istenen tekneyi dilimlere bölerek üç boyutlu akış analizi gerektiren problemi, iki boyutlu hale getirir. Her dilime etkiyen hidrodinamik kuvvetler hesaplanır ve bunlar toplanarak aslında üç boyutlu olan problemin çözümüne bir yaklaşımda bulunulmuş olunur. Bu kuvvetleri hesaplayabilmek amacı ile tekne formunu ifade etmek için, kullanılan yazılım iki farklı seçenek sunmaktadır;

- Lewis form yaklaşımı
- Frank Close fit yaklaşımı

### 5.2.1 Lewis form yaklaşımı

Lewis form yaklaşımı trigonometrik fonksiyonlardan yararlanılarak tekne formunu temsil edebilen bir yaklaşımdır. Yöntem bir birim çemberin merkezini orijin kabul ederek teknenin kesitlerini uygun pozisyonlardaki konturlar yardımı ile oluşturulan eğrilerle temsil eder. Daha sonrada yine dilim teorisi kullanılarak ekkütle ve sönüm katsayıları hesaplanır. İki parametrelili Lewis form yaklaşımında belli geometrik kısıtlamalar bulunmaktadır (Lewis, 1929) Daha sonra bu kısıtların sınırlarını tekne formlarına göre ifade etmek için çalışmalar yapılmıştır (Kerczek ve Tuck, 1969). Şekil 5.6'da bu çalışmaların sonucu olan kısıtlar bir diyagram halinde gösterilmiş ve aşağıda da formülasyonlarla ifade edilmeye çalışılmıştır.

Yeniden girişli formlar; (re-entrant forms)

$$H_0 \leq 1 : \sigma_s < \frac{3\pi}{32}(2-H_0) \quad (5.1)$$

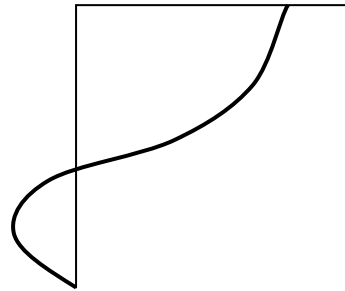
$$H_0 \geq 1 : \sigma_s < \frac{3\pi}{32}\left(2 - \frac{1}{H_0}\right)$$

Burada;

$$H_0, H_0 = \frac{B}{2T} \quad B; \text{ Kesit genişliği} \quad T; \text{ Su çekimidir.}$$

$$\sigma_s, \sigma_s = \frac{A}{BT} \quad A; \text{ Kesit alanı}$$

Bu form tipi Şekil 5.2'de gösterilmiştir.



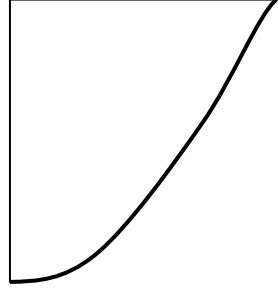
Şekil 5.2 yeniden girişli form

Geleneksel formlar;

$$H_0 \leq 1 : \frac{3\pi}{32}(2-H_0) < \sigma_s < \frac{3\pi}{32}\left(3 + \frac{H_0}{4}\right) \quad (5.2)$$

$$H_0 \geq 1 : \frac{3\pi}{32}\left(2 - \frac{1}{H_0}\right) < \sigma_s < \frac{3\pi}{32}\left(3 + \frac{1}{4H_0}\right)$$

Bu form tipi Şekil 5.3'te gösterilmiştir.

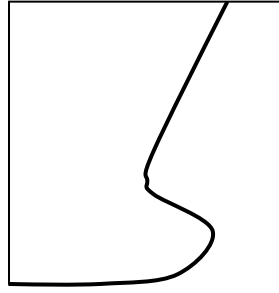


Şekil 5.3 geleneksel form

Balblı fakat tünelli olmayan formlar (bulbous and not tunneled forms)

$$H_0 \leq 1 : \frac{3\pi}{32} \left( 3 + \frac{H_0}{4} \right) < \sigma_s < \frac{3\pi}{32} \left( 3 + \frac{1}{4H_0} \right) \quad (5.3)$$

Bu form tipi Şekil 5.4'te gösterilmiştir.



Şekil 5.4 Balblı form

Tünelli fakat balblı olmayan formlar; (tunneled and not bulbous forms)

$$H_0 \geq 1 : \frac{3\pi}{32} \left( 3 + \frac{1}{4H_0} \right) < \sigma_s < \frac{3\pi}{32} \left( 3 + \frac{H_0}{4} \right) \quad (5.4)$$

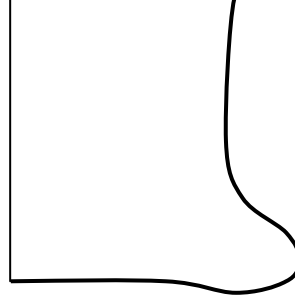
Hem balblı hem de tünelli formlar; (combined tunneled and bulbous forms)

$$H_0 \leq 1 : \frac{3\pi}{32} \left( 3 + \frac{1}{4H_0} \right) < \sigma_s < \frac{3\pi}{32} \left( 10 + H_0 + \frac{1}{H_0} \right) \quad (5.5)$$

$$H_0 \geq 1 : \frac{3\pi}{32} \left( 3 + \frac{H_0}{4} \right) < \sigma_s < \frac{3\pi}{32} \left( 10 + H_0 + \frac{1}{H_0} \right)$$



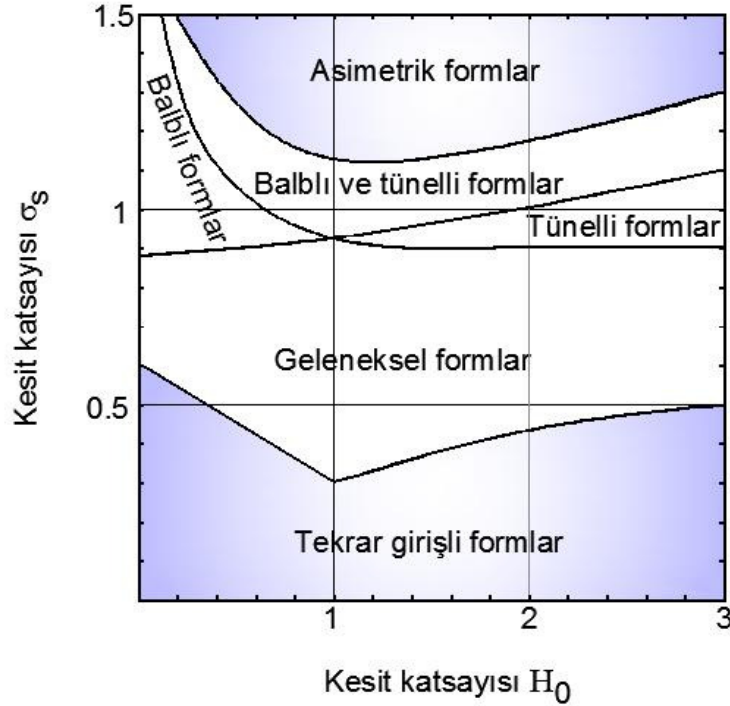
Bu form tipi Şekil 5.5'te gösterilmiştir



Şekil 5.5 Balblı ve tünelli form

Simetrik olmayan formlar

$$0 < H_0 < \infty \quad \text{ve} \quad \sigma_s > \frac{3\pi}{32} \left( 1 + H_0 + \frac{1}{H_0} \right) \quad (5.6)$$



Şekil 5.6 Lewis yöntemi ile form temsilinin sınırları

### 5.2.2 Frank Close-fit yaklaşımı

Frank Close-fit yönteminde her bir kesit çok sayıda segmente ayrılır ve her bir segmentin ortasına bir kaynak yerleştirilerek buralarda sınır koşullarını sağlayan hız potansiyelleri hesaplanır. Hız potansiyelinden kuvvet ve kuvvetten de eksü ve sönüm katsayıları hesaplanır. Bu yöntemde kesit geometrisi üzerinde bir kısıt bulunmadığı için modern denizcilik yazılımlarında sıkça tercih sebebi olmaktadır.

### 5.2.3 Dilim Teorisi

Teknenin dilimlere bölünmesini temel alan bu teori problemi iki boyutlu hale getirmektedir. İki boyutlu her kesite gelen hidrodinamik etkilerin tekne boyunca toplanması ile tüm tekneye nüfuz eden hidrodinamik etkiler hesaplanabilmektedir. Bu iki boyutlu akış probleminde potansiyel teoriye göre çözümler gerçekleştirilmektedir.

Hesaplar yapılırken;

- Akışkanın sıkıştırılmadığı ve viskoz özellikleri bulunmadığı
- Yüzey gerilmelerinin ihmal edildiği
- Akımın irrotasyonel olduğu
- Aerodinamik etkiler ve pervaneden kaynaklı etkilerin olmadığı kabulleri yapılır.

Dolayısı ile tekneye etkiyen temel kuvvetler, hidrostatik geri getirme ve vizkoz olmayan hidrodinamik basınç kuvvetleridir. Tekneye etkiyen hidrodinamik basınç kuvvetini hesaplamak üzere teknenin su altı kısmına  $k$  yönünde etki eden normal basınç bileşeni  $P(x,y,z;t)$  her bir harekett yönü ,  $j$  için su altı yüzeyi üzerinde entegre edilmelidir.

$$F_{jk}(t) = \iint_S P_k(x, y, z; t) n_j(x, y, z) ds \quad (5.7)$$

Burada;

$F_{jk}(t)$ , Hidrodinamik basınç kuvveti

$S$ , Su altı yüzeyini

$n_j(x,y,z)$ , Birim nominal vektörü temsil etmektedir.

Tekne su altı yüzeyine etkiyen hidrodinamik basınç Bernoulli denkleminde elde edilir.

$$P_k(x, y, z; t) = -\rho \left[ \frac{\delta\Phi(x,y,z;t)}{\delta t} + \frac{1}{2} |\nabla\Phi(x, y, z; t)|^2 + gz \right] \quad (5.8)$$

Burada;

$\rho$ , Deniz suyu yoğunluğu

$g$ , Yerçekimi ivmesini temsil etmektedir.

Problemin daha basit hale gelmesi için hız potansiyelinin biri birim zamandan bağımsız olarak geminin sakin sudaki ileri hareketinden kaynaklanan, diğeri geminin dalgalarla karşılaşmasından oluşan zamana bağlı iki bileşenden oluştuğu kabul edilirse;

$$\Phi(x,y,z;t) = [-V_x + \phi_s(x,y,z)] + \phi_T(x,y,z)e^{i\omega_e t} \quad (5.9)$$

Burada;

$V$ , Tekne hızı

$-V_x + \phi_s$ , Hız potansiyelinin zamandan bağımsız bileşeni

$\phi_T$ , Hız potansiyelinin zamana bağımlı bileşenidir.

$\omega_e$ , Karşılaşma frekansı

Problemin lineer olması için (5.8)' denklemindeki ikinci derece terim ihmal edilirse, sakin su yüzeyi esas alınarak (5.10) eşitliğindeki lineer basınç ifadesi oluşacaktır. Bu ihmal çözümün küçük dalga yüksekliklerinde doğru sonuç vereceğini belirtmektedir.

$$P = -\rho \left( i\omega_e - V \frac{\delta}{\delta x} \right) \phi_T e^{i\omega_e t} - \rho g (\eta_3 + \eta_4 y - \eta_5 x) e^{i\omega_e t} \quad (5.10)$$

Burada ilk terim hidrodinamik basınç kuvvetini, ikinci terim ise hidrostatik kuvveti temsil etmektedir. Hidrodinamik kuvvette esas olan toplam hız potansiyeli (5.11)' eşitliğinde gösterildiği gibi üç etkenden kaynaklanmaktadır.

$$\phi_T = \phi_I + \phi_D + \sum_{j=1}^6 \phi_j \bar{\eta}_j \quad (5.11)$$

I ve D indisleri dalgalar içinde sabit durduğu kabul edilen tekneye gelen ve geri dönen dalganın etkisini temsil etmektedir. Bu iki etkinin toplamı sonucu tekneye etkileyen toplam uyarıcı kuvvet belirlenebilir. Son terim ise sakin su yüzeyinde salınım yaptığı kabul edilen tekneye ait hız potansiyellerini temsil etmektedir.

Hesaplanan eksu ve sönüm kuvveti değerlerinin hareket denklemlerinde yerine konması ile birim genlikli sinüzoidal dalgalar içindeki dalıp çıkma, baş kık vurma, boyuna öteleme, yan öteleme, yalpa ve savrulma hareketleri (RAO veya transfer fonksiyonu) (5.12)' eşitliğindeki denklem takımının çözümü ile hesaplanacaktır.

$$\sum_{k=1}^6 (-\omega_e^2 (M_{jk} + A_{jk}) + C_{jk} + i\omega_e B_{jk}) \bar{\eta}_j = F_j \quad j = 1, 2, \dots, 6 \quad (5.12)$$

Burada;

$M_{jk}$ , Genelleştirilmiş atalet matrisi

$A_{jk}$ , Genelleştirilmiş eksu kütlesi matrisi

$C_{jk}$ , Genelleştirilmiş hidrostatik geri getirme kuvveti matrisi

$B_{jk}$ , Genelleştirilmiş sönüm kuvveti matrisi

$F_j$ , Zorlayıcı kuvveti temsil etmektedir.

Bu hareket denklemi (5.13)'eşitliğinde gösterildiği gibi gerçel ve sanal kısımlarına ayrılırsa;

$$\sum_{k=1}^6 (G_{jk} + iH_{jk}) \bar{\eta}_j = F_j \quad j = 1, 2, \dots, 6 \quad (5.13)$$

(5.13)'eşitliğinde ifade edilen denklem takımı çözülürse istenen transfer fonksiyonları (5.14)'denklemindeki gibi bulunur.

$$\bar{\eta}_j = \frac{1}{|D|} \sum_{k=1}^6 D_{jk} F_j = T_j + i U_j \quad (5.14)$$

Burada  $|D|$ ,  $G+iH$  matrisinin determinantını temsil etmekte olup  $j$  modundaki hareketin genliği ve faz farkı (5.15)'eşitliğinden yararlanılarak hesaplanır.

$$|\bar{\eta}_j| = \sqrt{T_j^2 + U_j^2} \quad \epsilon_j = \tan^{-1}\left(\frac{U_j}{T_j}\right) \quad (5.15)$$

Mutlak hareket genliğinin hesaplanması ile hız ve ivme değerleri (5.16)'denklemindeki bağıntılarla hesaplanabilir.

$$\eta_j(t) = |\bar{\eta}_j| \cos(\omega_e t + \epsilon_j) = \bar{\eta}_j e^{i\omega_e t}$$

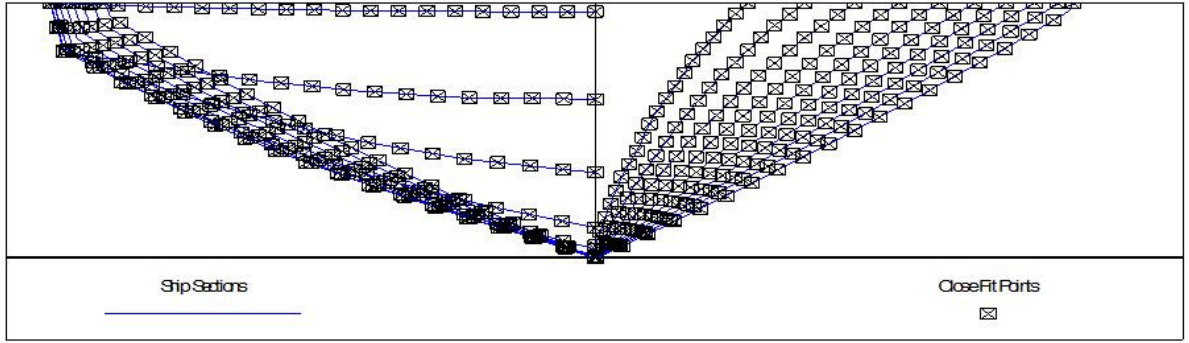
$$\dot{\eta}_j(t) = i \omega_e \bar{\eta}_j e^{i\omega_e t} \quad (5.16)$$

$$\ddot{\eta}_j(t) = -\omega_e \bar{\eta}_j e^{i\omega_e t}$$

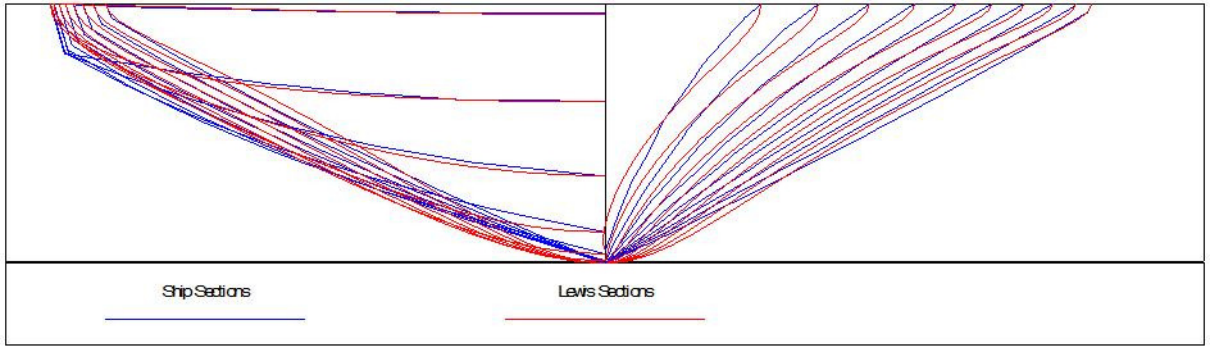
#### 5.2.4 Frank Close-fit Yaklaşımı ile Lewis Yaklaşımının Karşılaştırılması

Bu çalışmada tekne formunu ifade edebilmek için Lewis veya Frank Close fit yöntemlerinden hangisinin kullanımının daha uygun olacağını anlayabilmek için Şekil 5.7 ve Şekil 5.8'de karşılaştırma amacı ile aynı su altı formun iki yöntemle temsili gösterilmiştir.

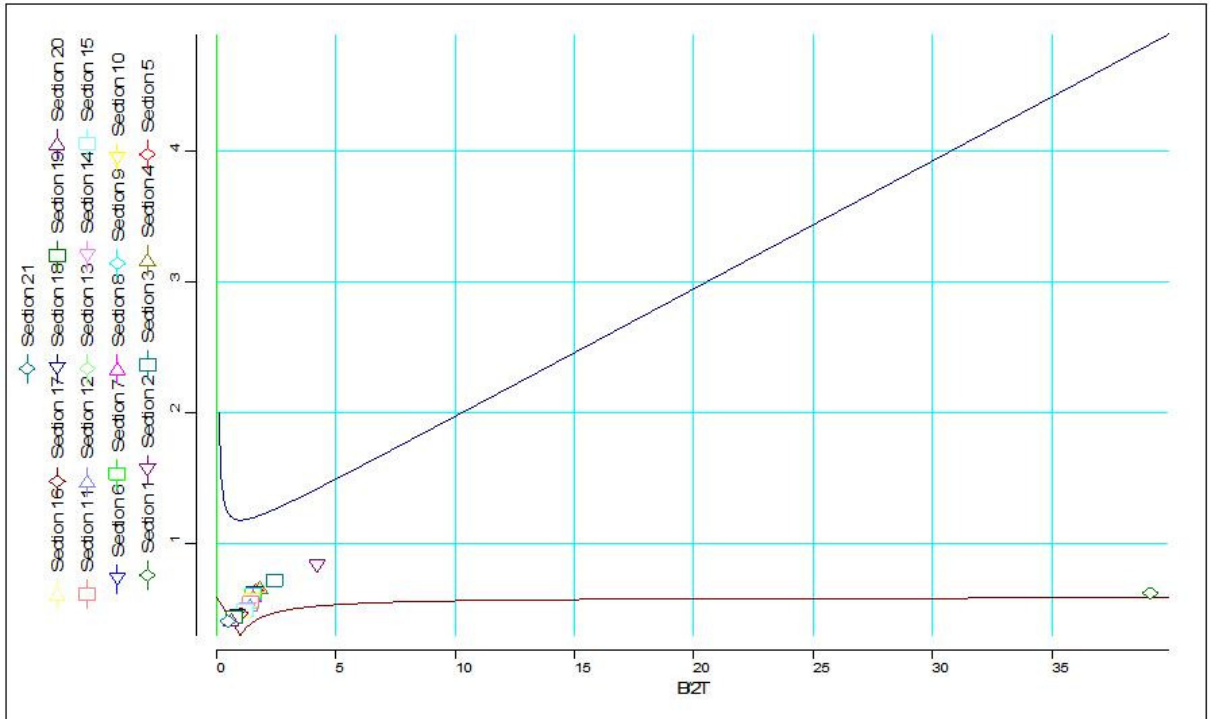
İki yöntem karşılaştırıldığında Frank Close fit yönteminin keskin hatlara sahip tekneler için daha uygun olduğu gözükmemektedir. Şekil 5.9'da incelendiği zaman bazı kesitlerin sınırların dışında kaldığı görülmektedir. Dolayısı ile Teknelerin denizcilik hesapları yapılırken su altı formlarının Lewis yöntemi ile ifade edilerek yapılmasının yanlış sonuçlar verme verebileceği görülmektedir. Bu nedenle de bu çalışmada Frank Close fit yöntemi tercih sebebi olmuştur.



Şekil 5.7 Frank Close fit yöntemi ile su altı form temsili



Şekil 5.8 Lewis yöntemi ile su altı form temsili



Şekil 5.9 Su altı formuna ait kesitlerin Lewis sınırlarına uygunluğu

### 5.2.5 Düşey Düzlemdeki Transfer Fonksiyonları

Sancak iskele simetrisine sahip teknelerde hareket denklemlerini çözerken iki ayrı gurup düşünülebilir. İlk gurup dalıp-çıkma, baş-kıç vurma ve boyuna öteleme hareketleri olurken, ikinci gurupta yan öteleme, savrulma ve yalpa olarak düşünülebilir. Bu çalışmada düşey düzlemdeki hareketler inceleneceğinden bu düzlemdeki hareket denklemleri dikkate alınacaktır. Düşey düzlemdeki oluşan hareketlerden boyuna öteleme, diğer hareketlere nazaran çok küçük olduğundan ihmal edilebilir. Dolayısı ile (5.17) ve (5.18)'eşitliklerinde verilen denklem takımını çözmek yeterli olacaktır.

Dalıp-çıkma hareketi için;

$$(M+A_{33})\ddot{\eta}_3+B_{33}\dot{\eta}_3+C_{33}\eta_3+A_{35}\ddot{\eta}_5+B_{35}\dot{\eta}_5+C_{35}\eta_5=F_3e^{i\omega_e t} \quad (5.17)$$

Baş-Kıç Vurma hareketi için;

$$(I_5+A_{55})\ddot{\eta}_5+B_{55}\dot{\eta}_5+C_{55}\eta_5+A_{53}\ddot{\eta}_3+B_{53}\dot{\eta}_3+C_{53}\eta_3=F_5e^{i\omega_e t} \quad (5.18)$$

Burada;

M, Teknenin kütlesi

I<sub>5</sub>, Baş-kıç vurma hareketi için atalet momenti

A<sub>33</sub>, Dalıp çıkma hareketinden dolayı ek su kütlesi

A<sub>55</sub>, Baş-kıç vurmadaan dolayı ek su kütlesi

A<sub>35</sub>, Dalıp-çıkmanın baş-kıç vurma üzerindeki etkisinden dolayı oluşan ek su kütlesi

A<sub>53</sub>, Baş-kıç vurmanın dalıp-çıkma üzerindeki etkisinden dolayı oluşan ek su kütlesi

B<sub>33</sub>, Dalıp-çıkmaadan dolayı oluşan sönüm kuvveti

B<sub>55</sub>, Baş-kıç vurmadaan dolayı oluşan sönüm kuvveti

B<sub>35</sub>, Dalıp-çıkmanın baş-kıç vurma üzerindeki etkisinden dolayı oluşan sönüm kuvveti

B<sub>53</sub>, Baş-kıç vurmanın dalıp-çıkma üzerindeki etkisinden dolayı oluşan sönüm kuvveti

C<sub>33</sub>, Dalıp-çıkmaadan dolayı oluşan geri getirici hidrostatik katsayısı

C<sub>55</sub>, Baş-kıç vurmadaan dolayı oluşan geri getirici hidrostatik katsayısı

C<sub>35</sub>, Dalıp-çıkmanın baş-kıç vurma üzerindeki etkisinden dolayı oluşan geri getirici hidrostatik katsayısı

C<sub>53</sub>, Baş-kıç vurmanın dalıp-çıkma üzerindeki etkisinden dolayı oluşan geri getirici hidrostatik katsayısı

F<sub>3</sub>, Dalıp-çıkma zorlayıcı kuvveti

F<sub>5</sub>, Baş-kıç vurma zorlayıcı kuvveti

$\eta_3$ , Dalıp-çıkma hareketindeki anlık yer değiştirme

$\dot{\eta}_3$ , Dalıp-çıkma hareketindeki anlık hız

$\ddot{\eta}_3$ , Dalıp-çıkma hareketindeki anlık ivme

$\eta_5$ , Baş-kıç vurma hareketindeki anlık yer değiştirme

$\dot{\eta}_5$ , Baş-kıç vurma hareketindeki anlık hız

$\ddot{\eta}_5$ , Baş-kıç vurma hareketindeki anlık ivme

(5.17) ve (5.18) eşitliklerinde  $F_3$ ,  $F_5$ ,  $\eta_3$ ,  $\eta_5$  terimleri karmaşık sayılar olduğundan (5.19)'daki gibi de ifade edilebilirler.

$$F_3 = F_{3r} + iF_{3i} \quad \eta_3 = \eta_{3r} + i\eta_{3i} \quad (5.19)$$

$$F_5 = F_{5r} + iF_{5i} \quad \eta_5 = \eta_{5r} + i\eta_{5i}$$

Bu ifadeler hareket denklemlerinde yerlerine konulursa reel ve sanal kısımlarının da ayrılması ile (5.20) bağıntısı elde edilmiş olur.

$$P\eta_3 + Q\eta_5 = F_3 \quad (5.20)$$

$$R\eta_3 + S\eta_5 = F_5$$

Burada;

$$P = C_{33} - (m + A_{33})\omega_e^2 + iB_{33}\omega_e$$

$$Q = C_{35} - A_{35}\omega_e^2 + iB_{35}\omega_e$$

$$R = C_{53} - A_{53}\omega_e^2 + iB_{53}\omega_e$$

$$S = C_{55} - (I_{55} + A_{55})\omega_e^2 + iB_{55}\omega_e \quad \text{eşitlikleri bulunmaktadır.}$$

(5.20) denklemi çözüldüğünde,

$$\eta_3 = \frac{F_5 Q - F_3 S}{QR - PS} = \eta_{30} e^{i\varepsilon_3} \quad (5.21)$$

$$\eta_5 = \frac{F_3 R - F_5 P}{QR - PS} = \eta_{50} e^{i\varepsilon_5} \quad (5.22)$$

(5.21) eşitliği dalıp-çıkmayı, (5.22) eşitliği ise baş-kıç vurmaya temsil etmektedir.

Kesitlerdeki kuvvetleri bulmak amacı ile dilim teorisine uygun bir biçimde her kesitteki eksü ve sönüm kuvveti (5.23)'denkleminde ifade edilen denklem takımı yardımı ile hesaplanır.

$$A_{33} = \int_0^L a_{33} dx \quad B_{33} = \int_0^L b_{33} dx \quad (5.23)$$

$$A_{35} = - \int_0^L x a_{33} dx - \frac{V}{\omega_e^2} B_{33} \quad B_{35} = - \int_0^L x b_{33} dx + V A_{33}$$

$$A_{53} = - \int_0^L x a_{33} dx + \frac{V}{\omega_e^2} B_{33} \quad B_{53} = - \int_0^L x b_{33} dx - V A_{33}$$

$$A_{55} = \int_0^L x^2 a_{33} dx + \frac{V^2}{\omega_e^2} A_{33} \quad B_{55} = \int_0^L x^2 b_{33} dx + \frac{V^2}{\omega_e^2} B_{33}$$

$$C_{33} = \rho g A_{WP} \quad C_{35} = -\rho g \int_0^L x B(x) dx \quad C_{55} = \rho g \int_0^L x^2 B(x) dx$$

Burada;

X, Kesitin teknenin su altı hacim merkezine olan mesafesi,

B(x), x Kadar mesafedeki kesitin su hattı genişliğini ifade etmektedir (Salvesen vd 1970).

Hareket denklemlerinin çözümü ile de birim genlikli düzenli dalgalar içindeki dalıp-çıkma ve baş-kıç vurma genlikleri hesaplanabilir. Genellikle bu ifadeler (5.24)'eşitliğindeki gibi boyutsuz olarak ifade edilirler.

$$\text{Dalıp-çıkma transfer fonksiyonu(RAO):} \quad \frac{z}{\zeta} \quad z = z_a \cos(\omega_e t + \epsilon_z)$$

$$\text{Baş-kıç vurma transfer fonksiyonu(RAO):} \quad \frac{\theta}{k\zeta} \quad z = H_{z\zeta}(\omega_e) \zeta_a \cos(\omega_e t + \epsilon_z)$$

Burada;

z, Dalıp-çıkma genliğini

$\theta$ , Baş-kıç vurma genliğini

k, Dalga sayısını temsil etmektedir.

### 5.3 Üretilen Teknelerin Denizcilik Analizleri

Bölüm 4' de üretilen teknelerden belirli bir kısmı seçilerek Bölüm 5.2' de anlatılan yöntem ve kabullere göre hesaplamaları yapılmıştır. Teknelerin hesapları iki ana gruba ayrılarak yapılacak ve sonrada analiz edilerek sonuçlar değerlendirilecektir. Bu iki ana grup;

- Ana boyutların etkisinin incelenmesi
- İkincil parametrelerin değişimlerinin incelenmesi olarak söylenebilir.

#### 5.3.1 Ana Boyutların Değişiminin İncelenmesi

Ana boyutların değişiminin denizciliğe etkisini görebilmek için öncelikle sabit ve değişken parametreler belirlenmelidir. Bu çalışmada, Bölüm 4'te verilen formülasyona göre B/T, deplasman ve ikincil parametreler sabitken L -%10 ile +%10 arasında değiştirildi. L, deplasman ve ikincil parametreler sabit iken ise B/T -%25 ile +%25 arasında değiştirildi. Bu değişimlerle ilgili değerler, Çizelge 5.1'de ifade edilmiştir. Analiz amacı ile türetilen 186 tekneden seçilen 35 teknenin en kesitleri Şekil 5.9'da gösterilmiştir.



Çizelge 5.1 Ana boyutların değişimi

	LWL % Değişimi	BWL/T % Değişimi	LWL (m)	BWL (m)	T (m)	BWL/T	Dep. Hacimi (m <sup>3</sup> )	C <sub>B</sub>
Ana tekne	0.00	0.00	52.00	8.00	2.50	3.20	393.66	0.38
Alt sınır	-0.10	-0.25	46.80	6.61	2.13	2.40	393.00	0.38
Üst sınır	0.10	0.25	57.20	9.43	3.04	4.00	393.95	0.38

Bu çalışmada teknelerin hangi deniz koşullarında çalıştığı belli olmadığından kıyas yaparken bir hareket spektrumunun yerine transfer fonksiyonları karşılaştırılmıştır. Hesaplamalar sırasında her teknenin baştan gelen düzgün sinüzoidal dalgalar arasında harmonik karakterde bir hareket yapacağı düşünülerek, farklı frekanslara sahip dalgalardan kaynaklanacak genlikler süperpozisyon yasasına göre toplanmış ve genlik karşılık fonksiyonu (transfer fonksiyonu) elde edilmiştir. Ayrıca, ağırlık dağılımının ağırlık merkezi su altı boyuna hacim merkezi ile çakışık olarak yazılıma girilmiş ve jirasyon yarıçapı hesaplanmıştır. Tüm teklerin dalıp-çıkma ve baş-kıç vurma hareketlerinin genlikleri Froude 0.5 için hesaplanmıştır. Froude sayısının 1.1'in altında olması hesaplar açısından oldukça önemlidir. Çünkü 1.1 seviyesinden sonra tekneler kaymaya başlamakta, dolayısı ile deplasman değişkenlik göstermektedir, bu nedenle de hesap yöntemleri farklılık göstermektedir. Bu tarz bir çalışma Sariöz, (1997) tarafından yapılmıştır. Düşey düzlemdeki hareketler için en fazla salanımın baştan gelen dalgalar sonucunda gerçekleştiği bilinmektedir. Dolayısı ile bu durum karşılaşılabilecek en kötü senaryo olarak varsayılmıştır. Bu varsayımdan yola çıkarak teknelerin belirlenen deniz durumu için baştan gelen dalgalarda denizciliğinin iyi olması denizcilik açısından optimizasyon hakkında fikir edinmemizi sağlamıştır.

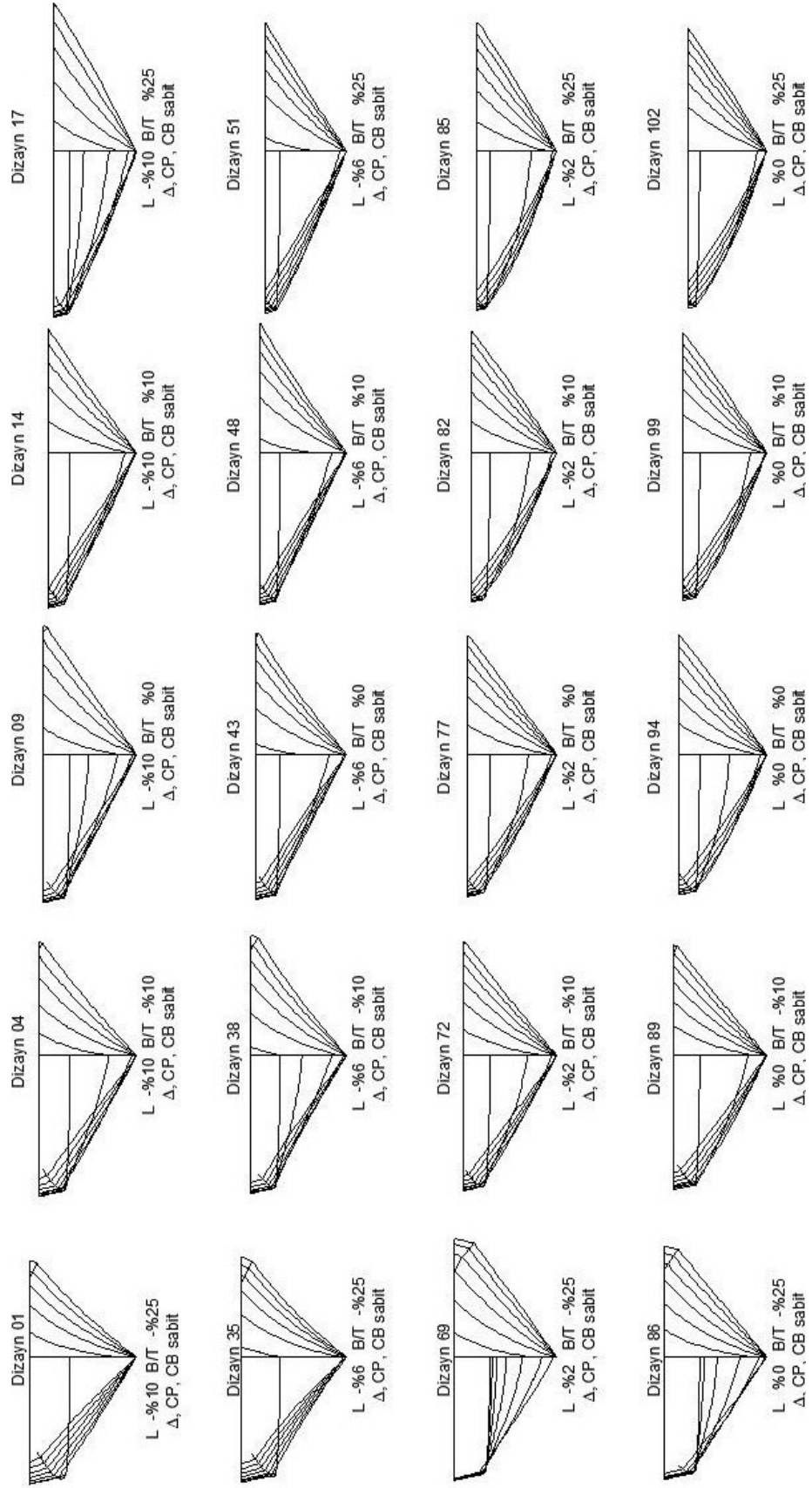
Yapılan hesaplar sonucunda;

Şekil 5.10 incelendiğinde boydaki azalmanın, dalıp çıkma genliklerini de azalttığı görülmektedir. Boy değişirken genişlik/draft oranı, deplasman ve ikincil parametreler sabit kalması gerektiği için, boyla ters orantılı olarak genişlik ve draft, dolayısı ile de orta kesit alanı değişmiştir. Örneğin, boy artarken sabit deplasman ve blok katsayısı için, genişlik ve draft bir miktar azalmıştır. Buradan hareketle viskoz etkilerin, teknenin boy değişiminden daha etkin olduğu düşünülebilir.

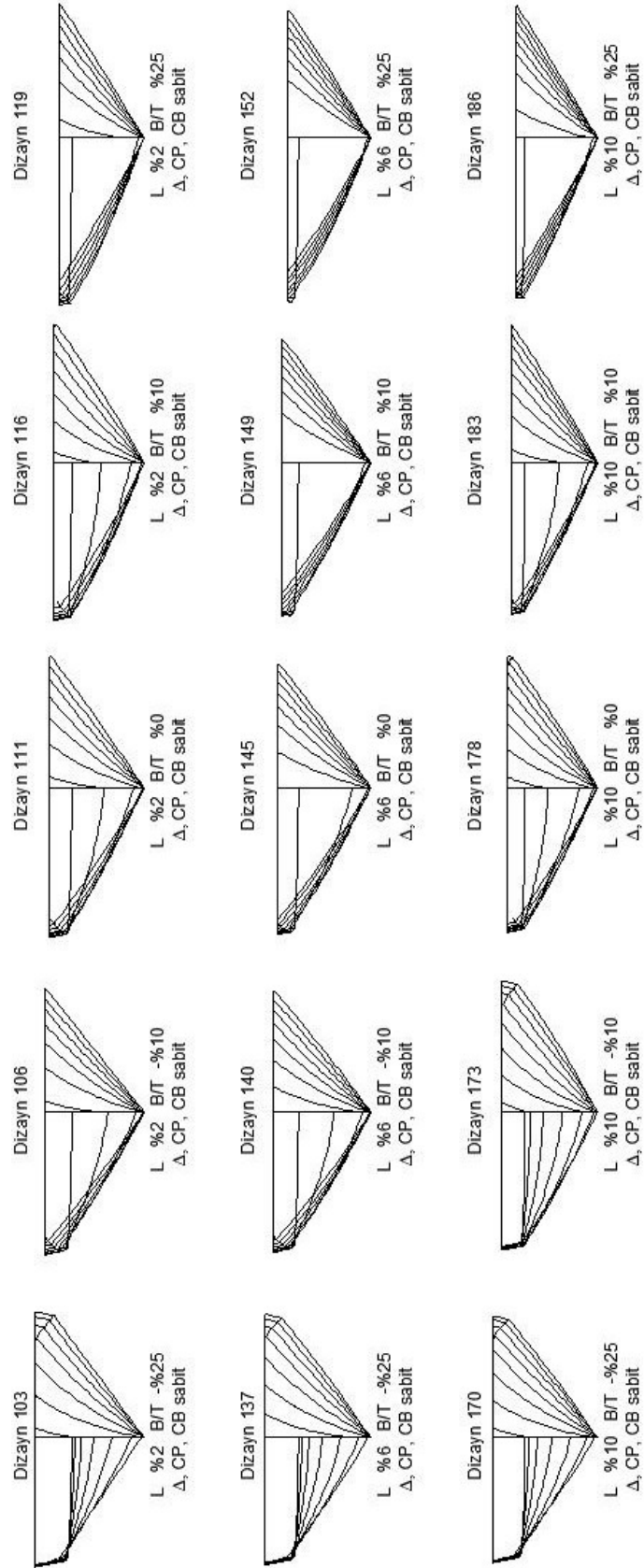
Boyun baş-kıç vurma hareketi üzerindeki etkisi ise Şekil 5.11'de gösterilmiştir. Burada dalıp-çıkma hareketine zıt bir biçimde genlikler boy ile ters orantılı olarak değişmektedir.

Genişlik/draft oranının dalıp-çıkma ve baş-kıç vurma hareketine etkisi Şekil 5.12 ve Şekil 5.13’de ifade edilmiştir. Burada da genliklerin genişlik/draft oranı ile ters orantılı olarak değiştiği gözlenmektedir.

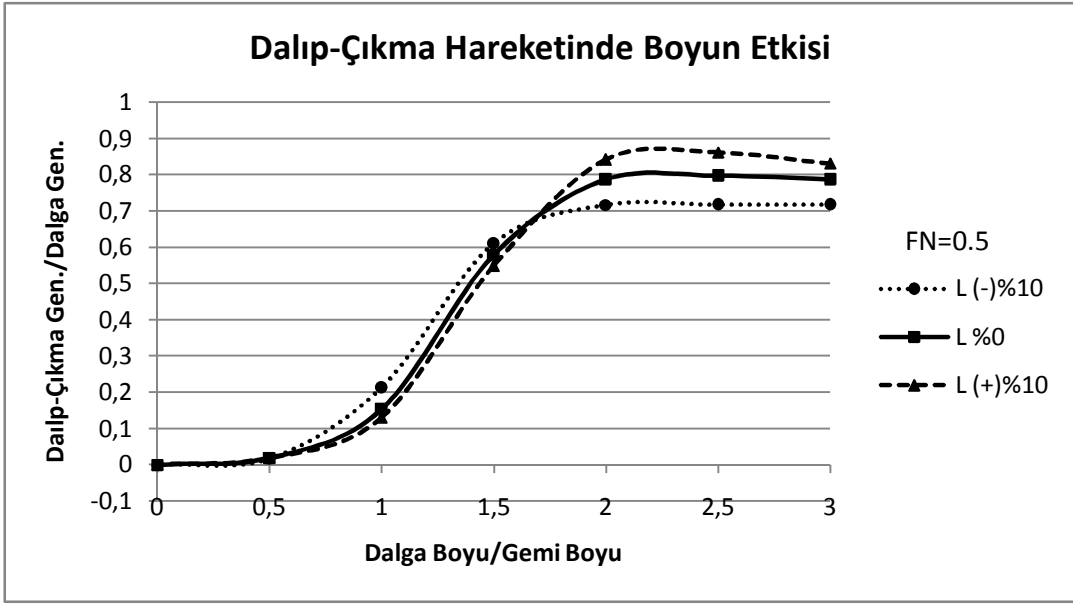
Ana boyutların değişiminin denizciliğe etkisini daha iyi anlayabilmek için, tüm tekneleri aynı koşullarda karşılaştırarak gözlemlemek gerekmektedir. Bu nedenle de tüm tekneler için dalıp-çıkma ve baş-kıç vurma hareketlerindeki genliklerin, dalga boyunun gemi boyuna oranının 2 olduğu kısımlardaki değerleri alınarak Şekil 5.14 ve Şekil 5.15’deki diyagramlar çizilmiştir. Bu diyagramlara göre; genişlik/draft oranı artarken boy kısaldığında teknenin dalıp-çıkma genliklerinin azaldığı, genişlik/draft oranı artarken boy arttığında ise baş-kıç vurma genliklerinin azaldığı görülmektedir.



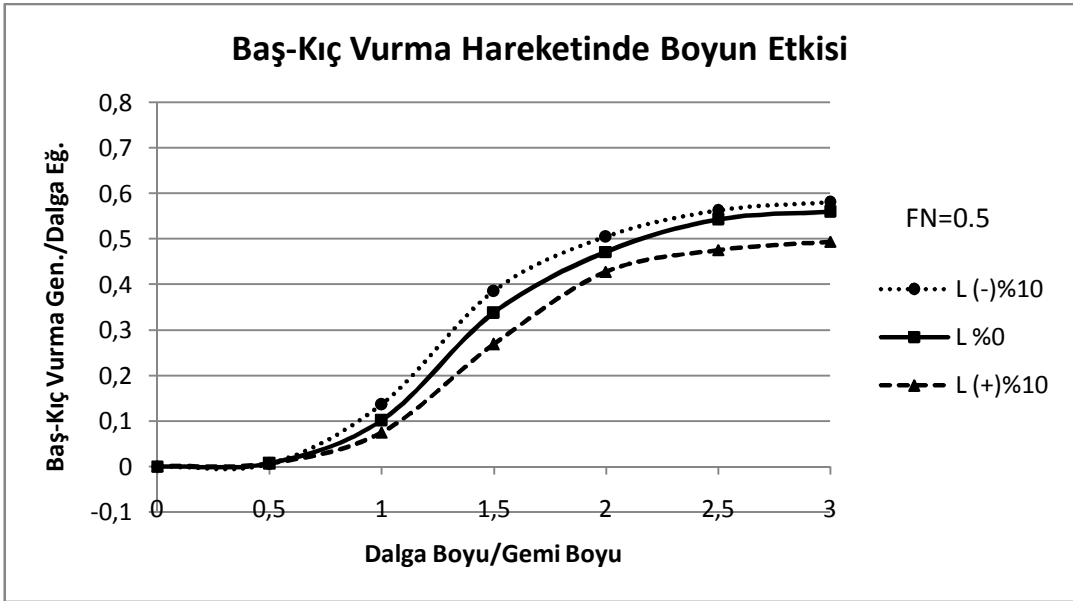
Şekil 5.9 a Ana boyutların değişimi ile türetilen teknelerin enkesit görüntüleri



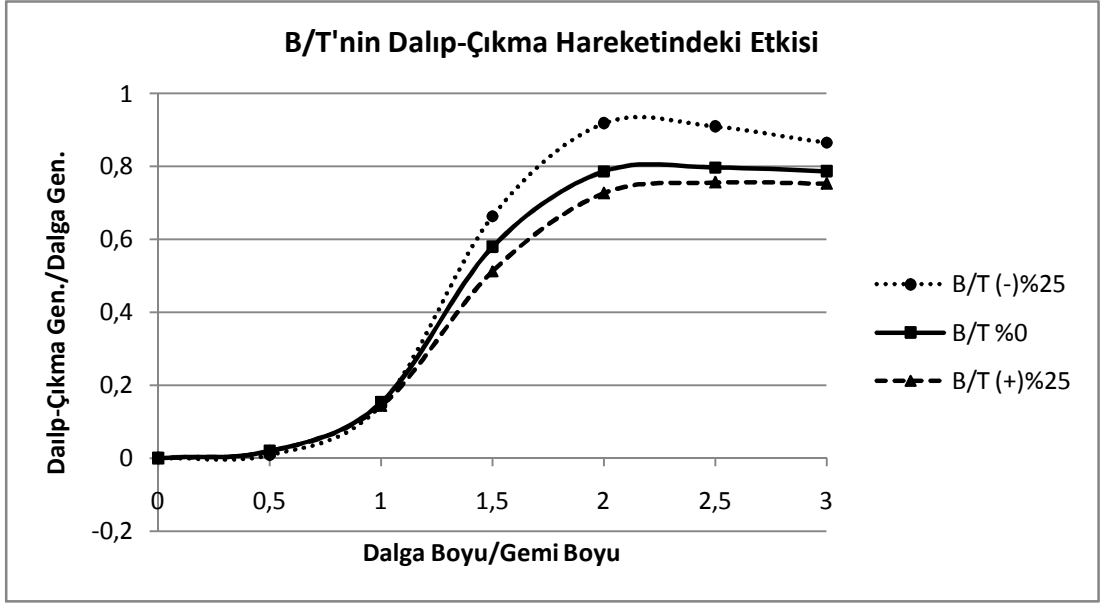
Şekil 5.9 b Ana boyutların değişimi ile türetilen teknelerin enkesit görüntüleri



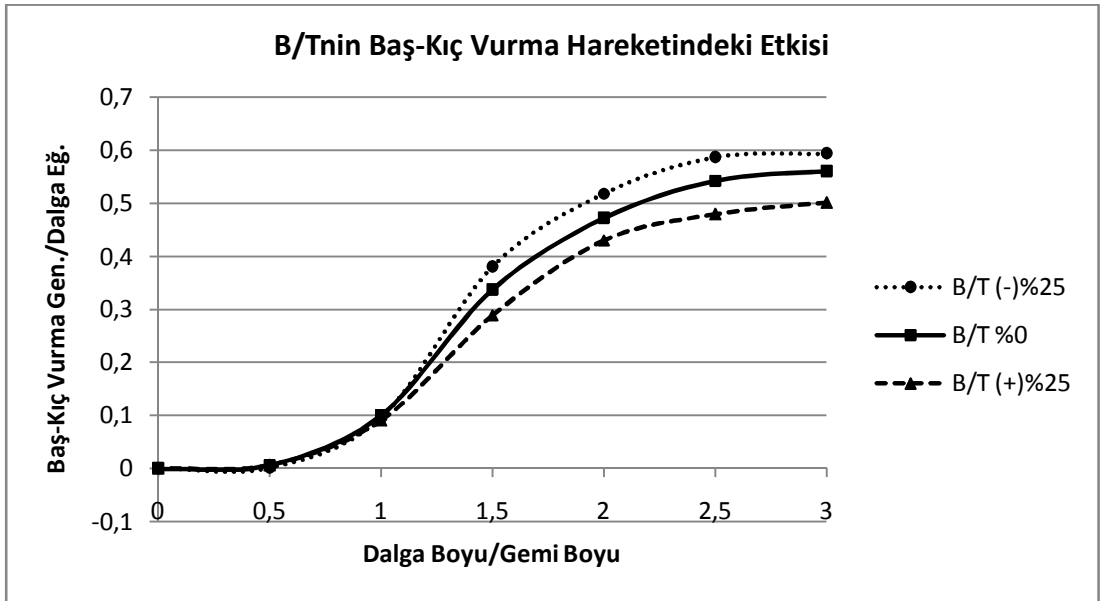
Şekil 5.10 Boyun dalıp çıkma hareketine etkisi



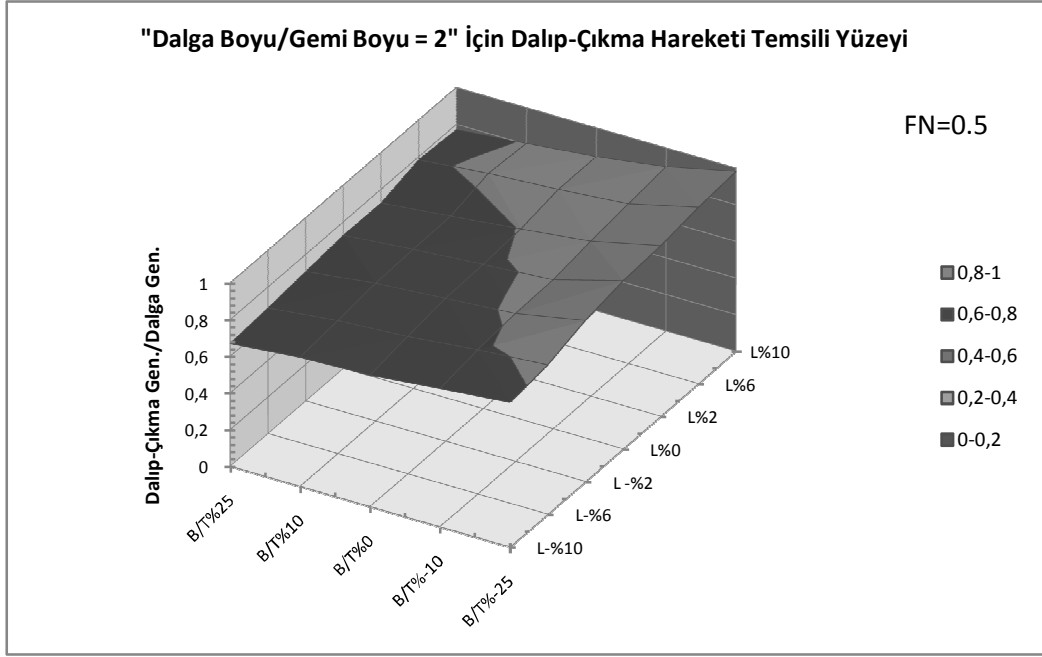
Şekil 5.11 Boyun baş-kıç vurma hareketine etkisi



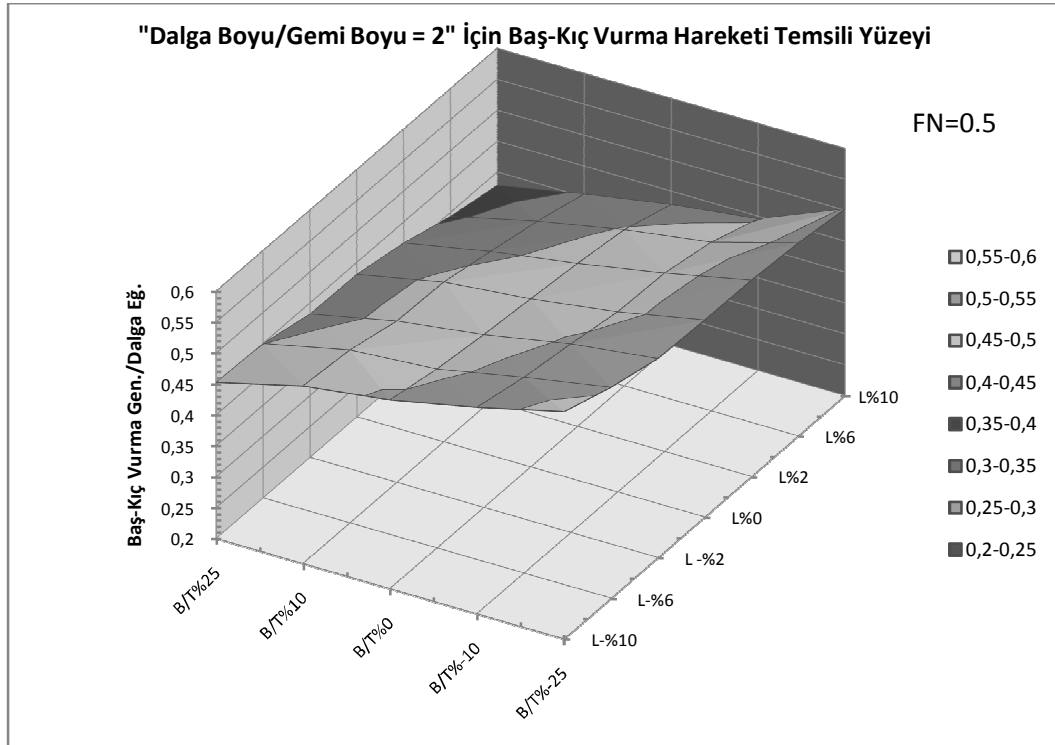
Şekil 5.12 Genişlik draft oranının dalıp çıkma hareketine etkisi



Şekil 5.13 Genişlik draft oranının baş-kıç vurma hareketine etkisi



Şekil 5.14 Tüm teknelerin dalga boyu gemi boyu oranı 2 için Lve B/T değişiminin dalıp-çıkma hareketine etkisi



Şekil 5.15 Tüm teknelerin dalga boyu gemi boyu oranı 2 için Lve B/T değişiminin baş-kıç vurma hareketine etkisi

### 5.3.2 $C_p$ ve LCB Değişiminin İncelenmesi

Prizmatik katsayı ve su altı hacim merkezinin boyuna konumunun denizciliğe etkisini görebilmek için, deplasman, L, B/T sabit iken, değişen her  $C_p$  için farklı konumlarda LCB'ye sahip Lackenby metodu ile 225 tekne türetildi. Türetilen teknelerin alt ve üst sınır değerleri Çizelge 5.2'de gösterilmiştir. Bu teknelerden limitlere uygun olan 35 tanesi seçildi (Şekil 5.16).

Çizelge 5.2  $C_p$  ve LCB değişimin alt ve üst sınırları

	$C_p$ % Değişimi	LCB % Değişimi	LWL (m)	BWL (m)	T (m)	LCB (m)	$C_B$	$C_p$	Dep. Hacmi (m <sup>3</sup> )
Ana Tekne	0.00	0.000	52.00	8.00	2.50	22.29	0.38	0.65	393.66
Alt sınır	-0.10	-0.035	52.00	7.76	2.42	20.43	0.35	0.59	393.22
Üst sınır	0.10	0.035	52.00	8.28	2.59	24.19	0.40	0.70	393.89

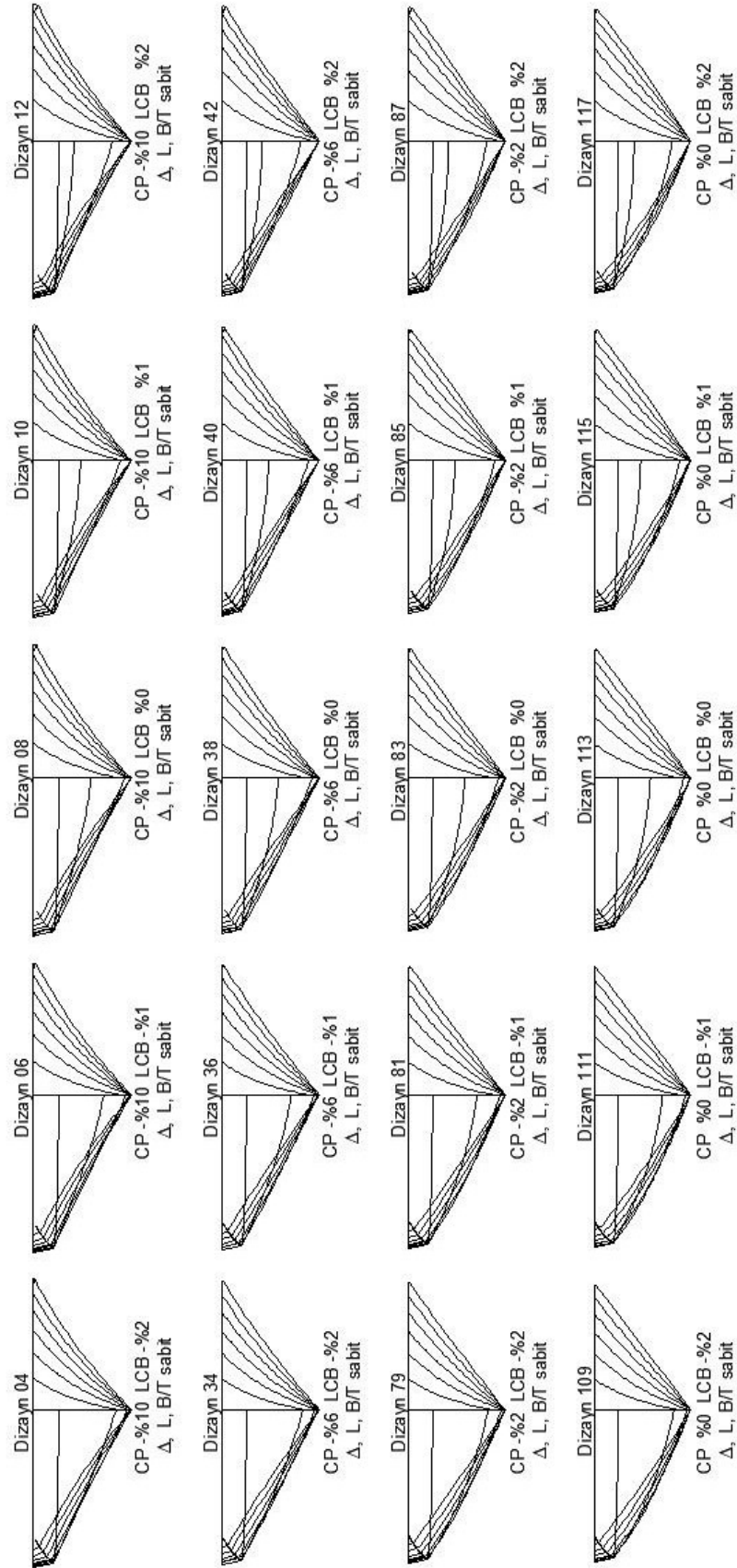
Tüm tekneler denizcilik yazılımı ile analiz edildikten sonra hareketlerin genlikleri ile ilgili fikir sahibi olmak amacı ile ilk olarak uç sınırlardaki teknelerin genlikleri karşılaştırılması düşünüldü.

$C_p$  değeri -%10 ile +%10 arasında değişim göstermektedir. Bu durumda diğer parametreler ile birlikte LCB'de sabitken dalıp-çıkma hareketinin genlikleri Şekil 5.17'de gösterilmiştir. Burada hareket genlikleri  $C_p$  ile doğru orantılı olarak azaldığı görülmektedir. Aynı biçimde  $C_p$  değerinin baş-kıç vurma hareketine etkisi ise, dalıp-çıkma hareketinde de olduğu gibi  $C_p$  değerinin artması ile artmaktadır (Şekil 5.18).

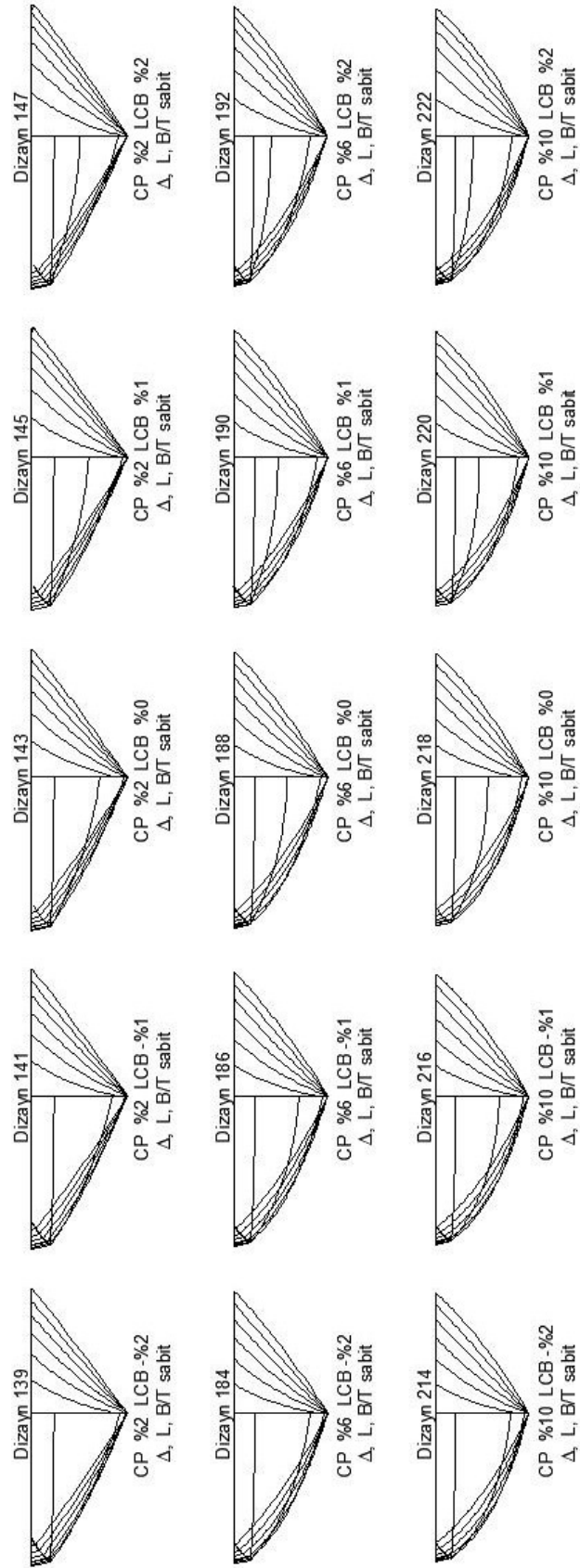
Su altı hacim merkezinin boyuna konumunun dalıp-çıkma hareketine olan etkisi incelendiğinde ise, LCB kıç tarafa doğru kaydıçça genliklerin azaldığı görülmektedir. Fakat baş-kıç vurma hareketi incelendiğinde, LCB değişiminin bu harekete bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Seçilen tüm teknelerin değişkenlik gösteren LCB ve  $C_p$  değerlerini tek bir grafikte görmek değişimin eğilimini anlamak açısından önemli olmuştur. Bu nedenle Şekil 5.21 ve Şekil 5.22'de dalga boyunun gemi boyuna oranı 2 iken dalıp-çıkma ve baş-kıç vurma genlikleri ifade edilmeye çalışılmıştır. Dalıp-çıkma hareketinin genlikleri incelendiği zaman LCB'nin kıça yaklaşması ve  $C_p$ 'nin azalması genlikleri azaltıcı bir etki yapmaktadır. Dolayısı ile dalıp-çıkma hareketi açısından Şekil 5.16.a' da gösterilen en kesitlerden sol en üst kısımda olanı en iyi performansı vermektedir. Fakat baş-kıç vurma hareketi incelendiğinde parametrelerin değişiminin etkisinin değişkenlik gösterdiği görülmektedir.

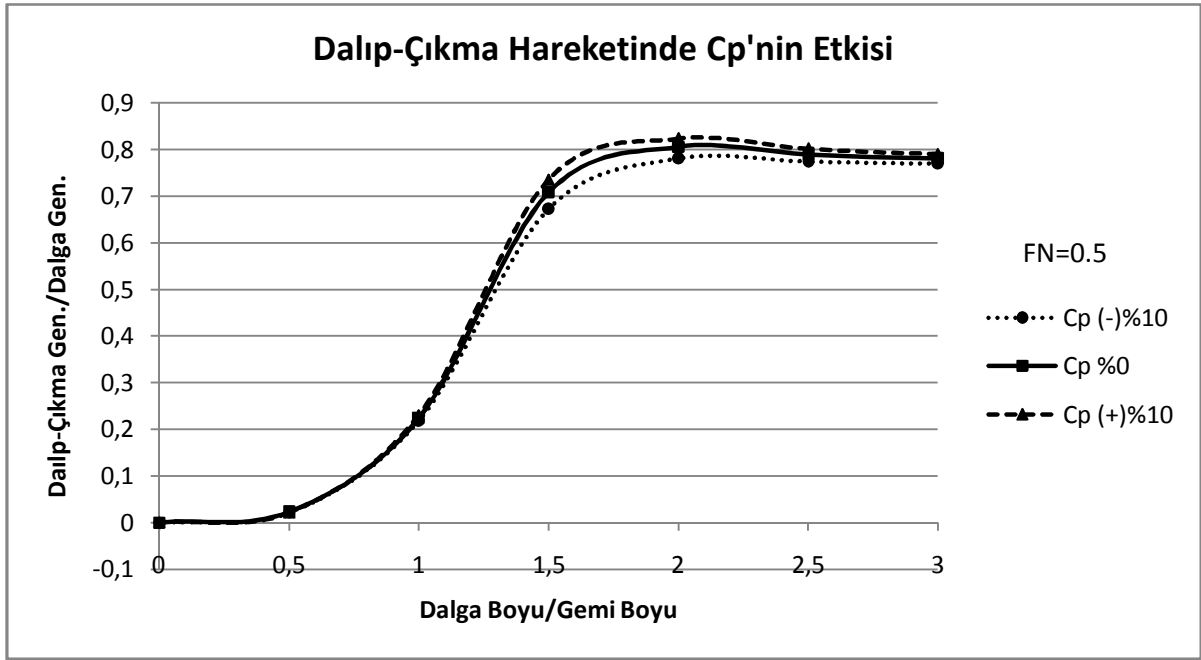
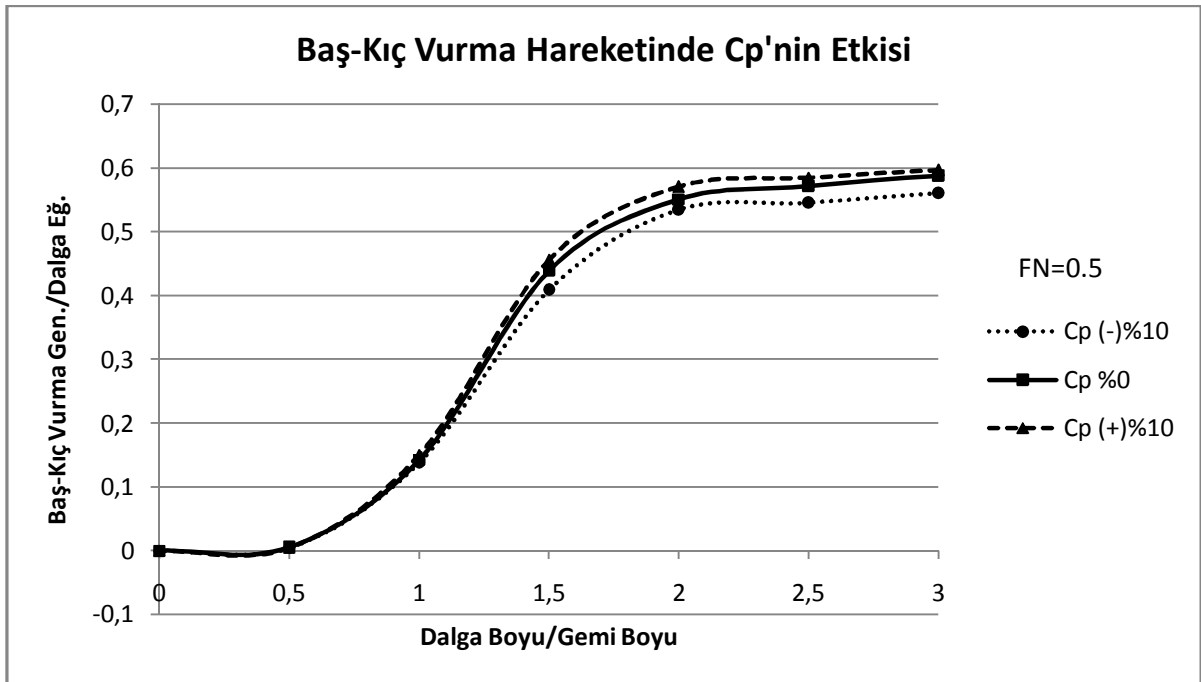


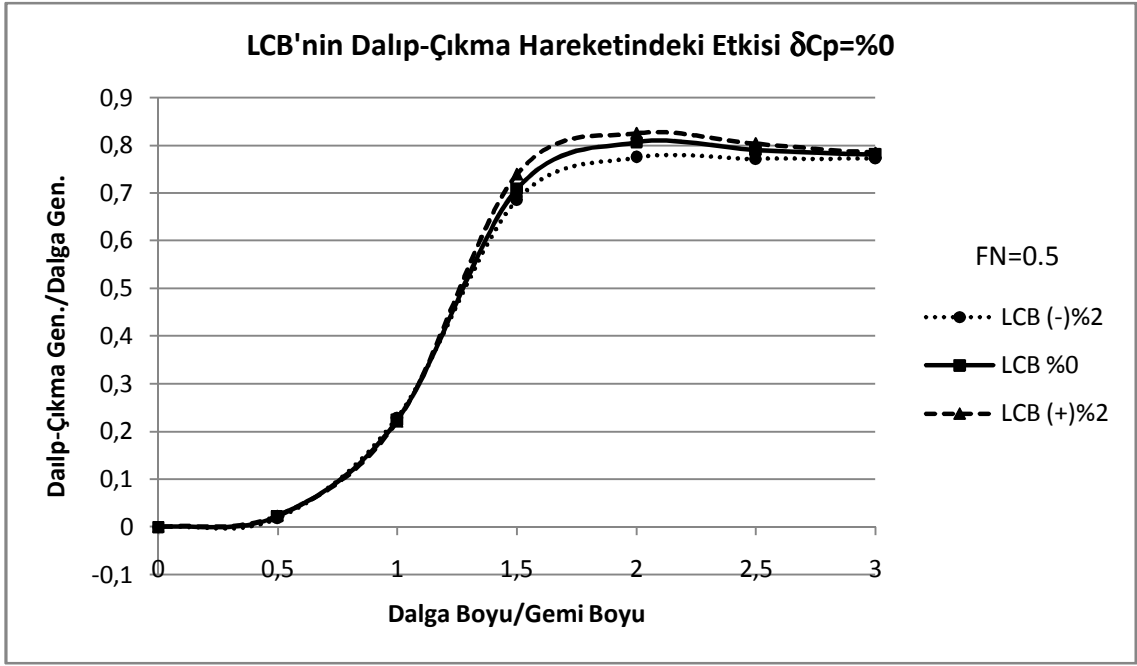


Şekil 5.16.a Türetilen teknelerden limitlere uygun 35 teknenin en kesit resimleri

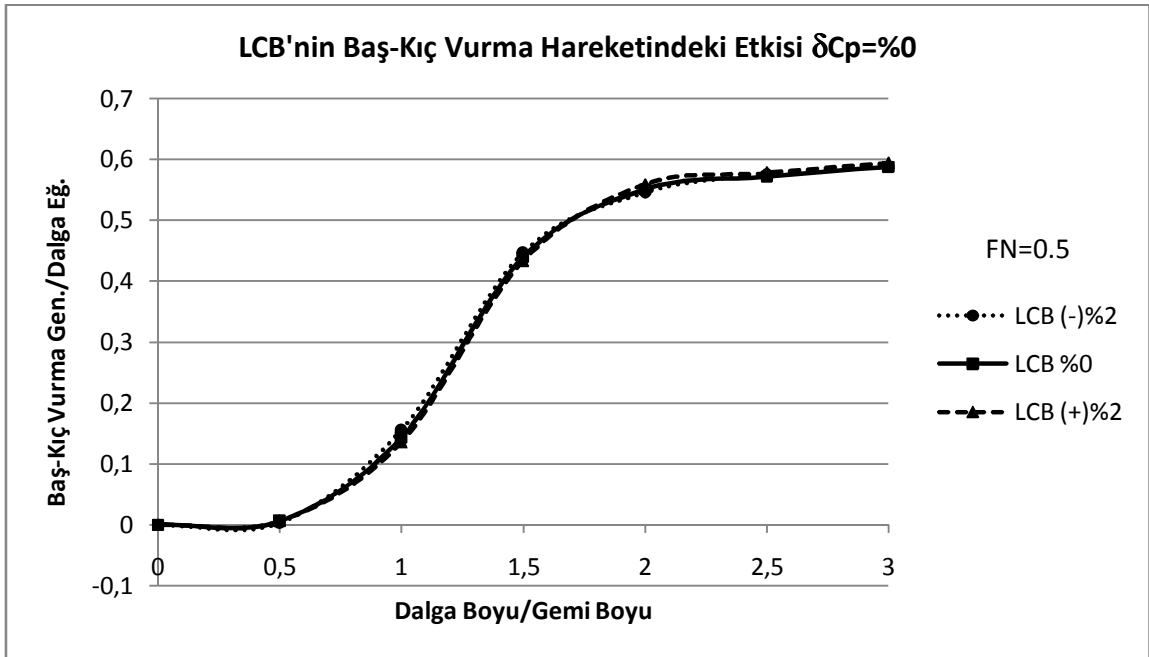


Şekil 5.16.b Türetilen teknelerden limitlere uygun 35 teknenin en kesit resimleri

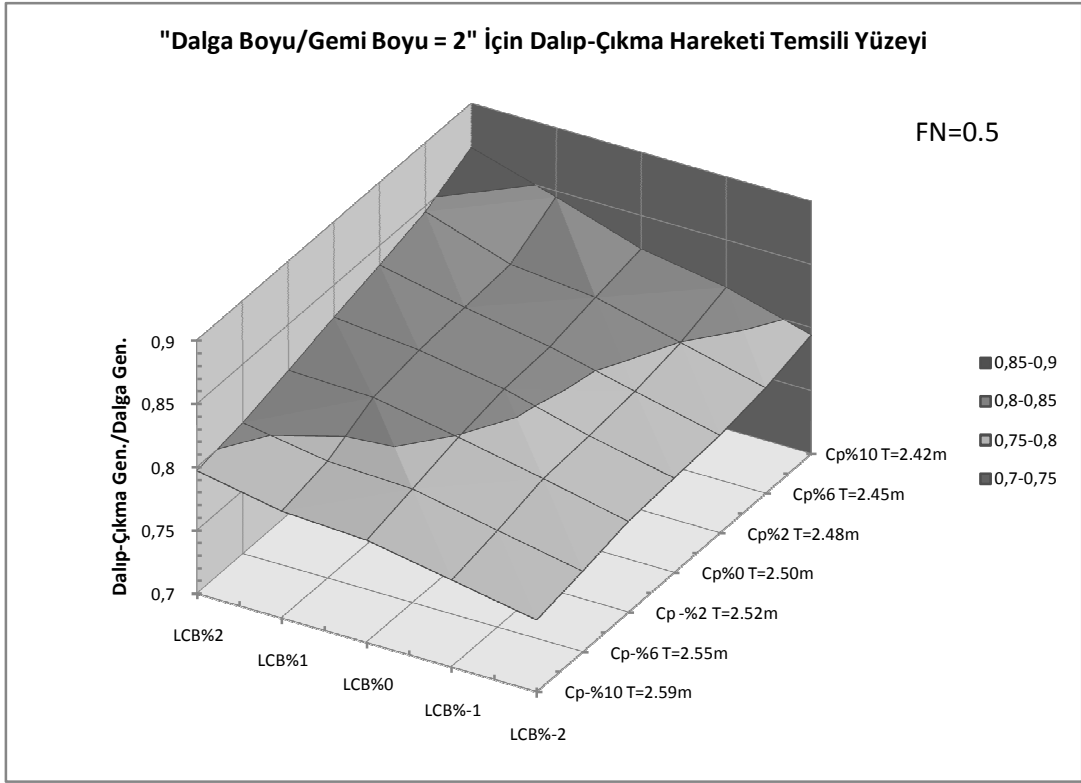
Şekil 5.17  $C_p$  değişiminin dalıp-çıkma hareketine etkisiŞekil 5.18  $C_p$  değişiminin Baş-kıç vurma hareketine etkisi



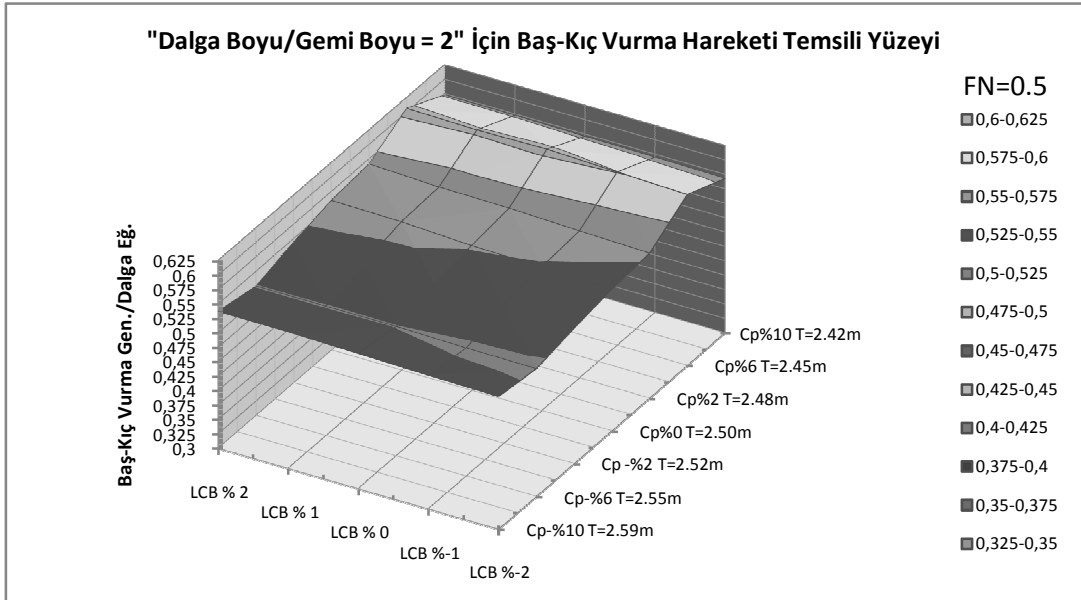
Şekil 5.19 LCB değişiminin Dalıp-çıkma hareketine etkisi



Şekil 5.20 LCB değişiminin Baş-kıç vurma hareketine etkisi



Şekil 5.21 Tüm teknelerin dalga boyu gemi boyu oranı 2 için LCB ve  $C_p$  değişiminin dalıp-çıkma hareketine etkisi



Şekil 5.21 Tüm teknelerin dalga boyu gemi boyu oranı 2 için LCB ve  $C_p$  değişiminin baş-kıç vurma hareketine etkisi

## 6. SONUÇLAR

Bu çalışmada çeneli forma sahip hızlı bir tekne formu denizcilik açısından uygun hale getirilmeye çalışılmıştır. İlk etapta teknenin çalışacağı belirli bir deniz koşulu olmadığı için düzgün dalgalarda transfer fonksiyonları hesaplanmıştır. Daha sonra düzgün dalgalarda teknenin denizciliğini iyileştirebilmek amacı ile ana boyutların ve form parametrelerinin hangi yönde değişmesi gerektiği bulunmaya çalışılmıştır. Bunun için izlenen yöntem gereği, bir ana teknenin, form parametreleri ve ana boyutları değiştirilerek tekne ailesi oluşturulmuştur. Daha sonra oluşturulan teknelerin belli bir kısmı seçilerek bu parametrelerin değişiminin düşey düzlemde oluşan genliklere nasıl yansıdığı irdelenmiştir.

Hesaplamaların çıktıları ilk olarak iki boyutlu diyagramlar yardımı ile ifade edilerek değişimin uç sınırları incelenmeye çalışılmıştır. Dalıp-çıkma hareketi için boyun ve prizmatik katsayının azalması pozitif etki yaparken, genişlik/draft oranının artmasının ve su altı hacim merkezinin kıça kaymasının genlikleri azalttığı görülmüştür. Baş-kıç vurma hareketi için ise boyun ve genişlik/draft oranının artması genlikleri artırırken prizmatik katsayının azalması pozitif bir etki yapmaktadır. Su altı hacim merkezinin boyuna konumunun değişimi ise bu hareket için etkisiz olduğu görülmüştür

İki boyutlu diyagramlar ile sadece türetilen tekneler arasında parametrelerin değişiminin maksimum ve minimum olduğu tekneler incelenmiş olmaktadır. Değişimin denizcilik açısından eğilimini ön görebilmek amacı belirli bir dalga boyu/gemi boyu oranında tüm teknelerin genliklerine bakılmıştır. Bu açıdan bakıldığında boyun, genişlik/draft oranının ve su altı hacim merkezinin boyuna konumunun değişimin iki boyutlu grafiklerle bütünlük sağladığı görülmektedir. Fakat prizmatik katsayının baş-kıç vurma hareketine etkisi incelendiğinde durum farklılık göstermektedir. Diyagramdan da görüldüğü gibi dalgalanmalar mevcuttur. Bunun çeşitli nedenleri olduğu düşünülmektedir. Tekne çeneye sahip olduğundan drafttaki değişimlerinde etkisi ile ani form değişimleri bu duruma sebebiyet verebilir.İleriki çalışmalarda hesaplarda kullanılan ana teknenin çenesinin denizciliğe etkisi araştırılabilir.

**KAYNAKLAR**

- Ewing, J. A., (1974), "Some Results From the Joint North Sea Wave Project of Interest to Engineers", Proceedings of Symposium on the Dynamics of Marine Vehicles and Structures in Waves, Institute of Mechanical Engineers, Londra.
- Frank, W., (1967), Oscillation of Cylinders in or Below the Free Surface of Deep Fluids DTNSRDC Report No. 2375.
- Hearn, G. E., Hills, W. ve Sariöz, K., (1990), "Making Seakeeping Analysis Work for the Designer-A New Practical Approach", 19th Scientific and Methodological Seminar on Ship Hydrodynamics, Ekim 1990, Varna.
- Hearn, G. E., Hills, W. ve Sariöz, K., (1991), "Practical Seakeeping For Design: A Ship Shape Approach", RINA Meeting, 15 Nisan 1991, Londra.
- ISO Standart 2631-1, (1997), Mechanical Vibration and Shock Evaluation of Human Exposure to Whole Body Vibration.
- Kükner, A., Sariöz, K., (1995), "High Speed Hull Form Optimisation For Seakeeping", Advances in Engineering Software, 22:179-189.
- Lackenby, H., (1950), "On the Systematic Geometrical Variation of Ship Forms", *Trans. INA*, Vol 92.
- Lewis, E. V., (1989), PNA Volume III, Seakeeping and Controllability, SNAME Publication.
- Lewis, F. M., (1929), "The Inertia of Water Surrounding A Vibrating Ship Transactions of SNAME", Vol. 27.
- Sabuncu, T., (1993), Gemi Hareketleri, İTÜ Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi Ofset Atölyesi, İstanbul.
- Salvesen, N., Tuck, O. E. ve Faltinsen, O., (1970), "Ship Motions and Sea Loads" Transactions of SNAME, Vol. 78.
- Sariöz, K., Hearn, G. E. ve Hills, W., (1992), "Practical Seakeeping For Design: An Optimised Approach", Proceeding of PRADS, Mayıs 1992, Newcastle.
- Sariöz, K., (1993), "A Hydrodynamic Hull Form Design Procedure in Conceptual and Preliminary Ship Design", A Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy, Department Of Marine Technology, The University of Newcastle upon Tyne.
- Sariöz, K., (1997), "Seakeeping Performance Assessment of Planning Hulls", 8th International Congress on Marine Technology, İTÜ, İstanbul.
- Sariöz, K., Narlı, E., (1998), "Seakeeping Performance of High Speed Warship Hull Forms: Deep Vee Versus Round Bilge", International Conference High speed Craft Motions&Manoeuvrability, 20 Şubat 1998, Londra.
- Sariöz, K., Kükner, A. ve Narlı, E., (1999), "Seakeeping Performance Assessment of Fishing Vessels", International Symposium on Technics and Technology in Fishing Vessels, 15 Mayıs 1999, İtalya.
- Şaylı, A., Alkan, A. D., Nabergoj, R. ve Uysal, A. O., (2007), "Seakeeping Assessment of Fishing Vessels in Conseptual Design Stage", *Int. Journal of Ocean Engineering*, 34:724-738.
- Yılmaz, T., (2008), Gemi Mühendisliği El Kitabı, GMO Yayınları, İstanbul.

**INTERNET KAYNAKLARI**

[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)



**EKLER**

- Ek 1 Ana boyutların değişimi ile türetilen teknelerin değerleri  
Ek 2 LCB ve  $C_p$  değişimi ile türetilen teknelerin değerleri

### Ek.1 Ana boyutların değişimi ile türetilen teknelerin değerleri

Çizelge Ek 1.1.a Türetilen teknelerin değerleri

	LWL % Değişimi	BWL/T % Değişimi	LWL (m)	BWL (m)	T (m)	BWL/T	Dep. Hacimi (m <sup>3</sup> )	C <sub>B</sub>	
<b>Ana tekne</b>	0.00	0.00	52.00	8.00	2.50	3.20	393.66	0.38	
<b>Alt sınır</b>	-0.10	-0.25	46.80	6.61	2.13	2.40	393.00	0.38	
<b>Üst sınır</b>	0.10	0.25	57.20	9.43	3.04	4.00	393.95	0.38	
1	-0.10	-0.25	46.80	7.30	3.04	2.40	393.61	0.38	(-) % 10 LWL için % BWL/T Değişi mi
2	-0.10	-0.20	46.80	7.54	2.95	2.56	393.85	0.38	
3	-0.10	-0.15	46.80	7.77	2.86	2.72	393.59	0.38	
4	-0.10	-0.10	46.80	8.00	2.78	2.88	393.47	0.38	
5	-0.10	-0.08	46.80	8.09	2.75	2.94	393.86	0.38	
6	-0.10	-0.06	46.80	8.18	2.72	3.01	393.58	0.38	
7	-0.10	-0.04	46.80	8.26	2.69	3.07	393.51	0.38	
8	-0.10	-0.02	46.80	8.35	2.66	3.14	393.87	0.38	
9	-0.10	0.00	46.80	8.43	2.64	3.20	393.57	0.38	
10	-0.10	0.02	46.80	8.52	2.61	3.26	393.80	0.38	
11	-0.10	0.04	46.80	8.60	2.58	3.33	393.74	0.38	
12	-0.10	0.06	46.80	8.68	2.56	3.39	393.48	0.38	
13	-0.10	0.08	46.80	8.76	2.54	3.46	393.69	0.38	
14	-0.10	0.10	46.80	8.84	2.51	3.52	393.59	0.38	
15	-0.10	0.15	46.80	9.04	2.46	3.68	393.38	0.38	
16	-0.10	0.20	46.80	9.24	2.41	3.84	393.52	0.38	
17	-0.10	0.25	46.80	9.43	2.36	4.00	393.54	0.38	
18	-0.08	-0.25	47.84	7.22	3.01	2.40	393.73	0.38	(-) % 8 LWL için % BWL/T Değişi mi
19	-0.08	-0.20	47.84	7.46	2.91	2.56	393.36	0.38	
20	-0.08	-0.15	47.84	7.69	2.83	2.72	393.39	0.38	
21	-0.08	-0.10	47.84	7.91	2.75	2.88	393.62	0.38	
22	-0.08	-0.08	47.84	8.00	2.72	2.94	393.67	0.38	
23	-0.08	-0.06	47.84	8.09	2.69	3.01	393.89	0.38	
24	-0.08	-0.04	47.84	8.17	2.66	3.07	393.89	0.38	
25	-0.08	-0.02	47.84	8.26	2.63	3.14	393.56	0.38	
26	-0.08	0.00	47.84	8.34	2.61	3.20	393.79	0.38	
27	-0.08	0.02	47.84	8.42	2.58	3.26	393.79	0.38	
28	-0.08	0.04	47.84	8.51	2.56	3.33	393.63	0.38	
29	-0.08	0.06	47.84	8.59	2.53	3.39	393.83	0.38	
30	-0.08	0.08	47.84	8.67	2.51	3.46	393.83	0.38	
31	-0.08	0.10	47.84	8.75	2.49	3.52	393.45	0.38	
32	-0.08	0.15	47.84	8.94	2.43	3.68	393.62	0.38	
33	-0.08	0.20	47.84	9.14	2.38	3.84	393.56	0.38	
34	-0.08	0.25	47.84	9.33	2.33	4.00	393.25	0.38	

Çizelge Ek 1.1.b Türetilen teknelerin değerleri

	LWL % Değişimi	BWL/T % Değişimi	LWL (m)	BWL (m)	T (m)	BWL/T	Dep. Hacimi (m <sup>3</sup> )	C <sub>B</sub>		
<b>Ana tekne</b>	0.00	0.00	52.00	8.00	2.50	3.20	393.66	0.38		
<b>Alt sınır</b>	-0.10	-0.25	46.80	6.61	2.13	2.40	393.00	0.38		
<b>Üst sınır</b>	0.10	0.25	57.20	9.43	3.04	4.00	393.95	0.38		
35	-0.06	-0.25	48.88	7.15	2.98	2.40	393.88	0.38	(-) % 6 LWL için % BWL/ T Değişimi	
36	-0.06	-0.20	48.88	7.38	2.88	2.56	393.69	0.38		
37	-0.06	-0.15	48.88	7.61	2.80	2.72	393.43	0.38		
38	-0.06	-0.10	48.88	7.83	2.72	2.88	393.72	0.38		
39	-0.06	-0.08	48.88	7.91	2.69	2.94	394.73	0.38		
40	-0.06	-0.06	48.88	8.00	2.66	3.01	393.60	0.38		
41	-0.06	-0.04	48.88	8.08	2.63	3.07	393.67	0.38		
42	-0.06	-0.02	48.88	8.17	2.60	3.14	393.59	0.38		
43	-0.06	0.00	48.88	8.25	2.58	3.20	393.80	0.38		
44	-0.06	0.02	48.88	8.33	2.55	3.26	393.55	0.38		
45	-0.06	0.04	48.88	8.41	2.53	3.33	393.76	0.38		
46	-0.06	0.06	48.88	8.50	2.50	3.39	393.75	0.38		
47	-0.06	0.08	48.88	8.58	2.48	3.46	393.50	0.38		
48	-0.06	0.10	48.88	8.65	2.46	3.52	393.72	0.38		
49	-0.06	0.15	48.88	8.85	2.40	3.68	393.62	0.38		
50	-0.06	0.20	48.88	9.04	2.35	3.84	393.72	0.38		
51	-0.06	0.25	48.88	9.23	2.31	4.00	393.61	0.38		(-) % 4 LWL için % BWL/ T Değişimi
52	-0.04	-0.25	49.92	7.07	2.95	2.40	393.76	0.38		
53	-0.04	-0.20	49.92	7.30	2.85	2.56	393.82	0.38		
54	-0.04	-0.15	49.92	7.53	2.77	2.72	393.80	0.38		
55	-0.04	-0.10	49.92	7.75	2.69	2.88	393.68	0.38		
56	-0.04	-0.08	49.92	7.83	2.66	2.94	393.64	0.38		
57	-0.04	-0.06	49.92	7.92	2.63	3.01	393.58	0.38		
58	-0.04	-0.04	49.92	8.00	2.60	3.07	393.49	0.38		
59	-0.04	-0.02	49.92	8.08	2.58	3.14	393.40	0.38		
60	-0.04	0.00	49.92	8.16	2.55	3.20	393.28	0.38		
61	-0.04	0.02	49.92	8.25	2.53	3.26	393.13	0.38		
62	-0.04	0.04	49.92	8.33	2.50	3.33	393.78	0.38		
63	-0.04	0.06	49.92	8.41	2.48	3.39	393.22	0.38		
64	-0.04	0.08	49.92	8.49	2.46	3.46	393.81	0.38		
65	-0.04	0.10	49.92	8.56	2.43	3.52	393.59	0.38		
66	-0.04	0.15	49.92	8.76	2.38	3.68	393.68	0.38		
67	-0.04	0.20	49.92	8.94	2.33	3.84	393.57	0.38		
68	-0.04	0.25	49.92	9.13	2.28	4.00	393.60	0.38		

Çizelge Ek 1.1.c Türetilen teknelerin değerleri

	LWL % Değişimi	BWL/T % Değişimi	LWL (m)	BWL (m)	T (m)	BWL/T	Dep. Hacimi (m <sup>3</sup> )	C <sub>B</sub>	
<b>Ana tekne</b>	0.00	0.00	52.00	8.00	2.50	3.20	393.66	0.38	
<b>Alt sınır</b>	-0.10	-0.25	46.80	6.61	2.13	2.40	393.00	0.38	
<b>Üst sınır</b>	0.10	0.25	57.20	9.43	3.04	4.00	393.95	0.38	
69	-0.02	-0.25	50.96	7.00	2.92	2.40	393.95	0.38	(-) % 2 LWL için % BWL/T Değişimi
70	-0.02	-0.20	50.96	7.23	2.82	2.56	393.74	0.38	
71	-0.02	-0.15	50.96	7.45	2.74	2.72	393.49	0.38	
72	-0.02	-0.10	50.96	7.67	2.66	2.88	393.19	0.38	
73	-0.02	-0.08	50.96	7.75	2.63	2.94	393.08	0.38	
74	-0.02	-0.06	50.96	7.84	2.60	3.01	393.36	0.38	
75	-0.02	-0.04	50.96	7.92	2.58	3.07	393.19	0.38	
76	-0.02	-0.02	50.96	8.00	2.55	3.14	393.03	0.38	
77	-0.02	0.00	50.96	8.08	2.53	3.20	393.25	0.38	
78	-0.02	0.02	50.96	8.16	2.50	3.26	393.06	0.38	
79	-0.02	0.04	50.96	8.24	2.48	3.33	393.24	0.38	
80	-0.02	0.06	50.96	8.32	2.45	3.39	393.00	0.38	
81	-0.02	0.08	50.96	8.40	2.43	3.46	393.12	0.38	
82	-0.02	0.10	50.96	8.48	2.41	3.52	393.23	0.38	
83	-0.02	0.15	50.96	8.67	2.35	3.68	393.55	0.38	
84	-0.02	0.20	50.96	8.85	2.31	3.84	393.63	0.38	
85	-0.02	0.25	50.96	9.04	2.26	4.00	393.47	0.38	
86	0.00	-0.25	52.00	6.93	2.89	2.40	393.63	0.38	% 0 LWL için % BWL/T Değişimi
87	0.00	-0.20	52.00	7.16	2.80	2.56	393.64	0.38	
88	0.00	-0.15	52.00	7.38	2.71	2.72	393.19	0.38	
89	0.00	-0.10	52.00	7.59	2.64	2.88	393.57	0.38	
90	0.00	-0.08	52.00	7.67	2.61	2.94	393.79	0.38	
91	0.00	-0.06	52.00	7.76	2.58	3.01	393.58	0.38	
92	0.00	-0.04	52.00	7.84	2.55	3.07	393.35	0.38	
93	0.00	-0.02	52.00	7.92	2.53	3.14	393.11	0.38	
94	0.00	0.00	52.00	8.00	2.50	3.20	393.66	0.38	
95	0.00	0.02	52.00	8.08	2.48	3.26	393.41	0.38	
96	0.00	0.04	52.00	8.16	2.45	3.33	393.53	0.38	
97	0.00	0.06	52.00	8.24	2.43	3.39	393.23	0.38	
98	0.00	0.08	52.00	8.31	2.41	3.46	393.28	0.38	
99	0.00	0.10	52.00	8.39	2.38	3.52	393.32	0.38	
100	0.00	0.15	52.00	8.58	2.33	3.68	393.46	0.38	
101	0.00	0.20	52.00	8.76	2.28	3.84	393.75	0.38	
102	0.00	0.25	52.00	8.94	2.24	4.00	393.38	0.38	

Çizelge Ek 1.1.d Türetilen teknelerin değerleri

	LWL % Değişimi	BWL/T % Değişimi	LWL (m)	BWL (m)	T (m)	BWL/T	Dep. Hacimi (m <sup>3</sup> )	C <sub>B</sub>		
<b>Ana tekne</b>	0.00	0.00	52.00	8.00	2.50	3.20	393.66	0.38		
<b>Alt sınır</b>	-0.10	-0.25	46.80	6.61	2.13	2.40	393.00	0.38		
<b>Üst sınır</b>	0.10	0.25	57.20	9.43	3.04	4.00	393.95	0.38		
103	0.02	-0.25	53.04	6.86	2.86	2.40	393.73	0.38	% 2 LWL için % BWL/T Değişimi	
104	0.02	-0.20	53.04	7.08	2.77	2.56	393.57	0.38		
105	0.02	-0.15	53.04	7.30	2.68	2.72	393.82	0.38		
106	0.02	-0.10	53.04	7.51	2.61	2.88	393.22	0.38		
107	0.02	-0.08	53.04	7.60	2.58	2.94	393.37	0.38		
108	0.02	-0.06	53.04	7.68	2.55	3.01	393.11	0.38		
109	0.02	-0.04	53.04	7.76	2.53	3.07	393.24	0.38		
110	0.02	-0.02	53.04	7.84	2.50	3.14	393.35	0.38		
111	0.02	0.00	53.04	7.92	2.48	3.20	393.83	0.38		
112	0.02	0.02	53.04	8.00	2.45	3.26	393.51	0.38		
113	0.02	0.04	53.04	8.08	2.43	3.33	393.57	0.38		
114	0.02	0.06	53.04	8.16	2.40	3.39	393.23	0.38		
115	0.02	0.08	53.04	8.23	2.38	3.46	393.60	0.38		
116	0.02	0.10	53.04	8.31	2.36	3.52	393.22	0.38		
117	0.02	0.15	53.04	8.49	2.31	3.68	393.56	0.38		
118	0.02	0.20	53.04	8.68	2.26	3.84	393.67	0.38		
119	0.02	0.25	53.04	8.86	2.21	4.00	393.47	0.38		
120	0.04	-0.25	54.08	6.79	2.83	2.40	393.53	0.38		% 4 LWL için % BWL/T Değişimi
121	0.04	-0.20	54.08	7.02	2.74	2.56	393.61	0.38		
122	0.04	-0.15	54.08	7.23	2.66	2.72	393.70	0.38		
123	0.04	-0.10	54.08	7.44	2.58	2.88	393.77	0.38		
124	0.04	-0.08	54.08	7.52	2.56	2.94	393.44	0.38		
125	0.04	-0.06	54.08	7.61	2.53	3.01	393.13	0.38		
126	0.04	-0.04	54.08	7.69	2.50	3.07	393.21	0.38		
127	0.04	-0.02	54.08	7.77	2.48	3.14	393.66	0.38		
128	0.04	0.00	54.08	7.84	2.45	3.20	393.31	0.38		
129	0.04	0.02	54.08	7.92	2.43	3.26	393.31	0.38		
130	0.04	0.04	54.08	8.00	2.40	3.33	393.71	0.38		
131	0.04	0.06	54.08	8.08	2.38	3.39	393.30	0.38		
132	0.04	0.08	54.08	8.15	2.36	3.46	393.25	0.38		
133	0.04	0.10	54.08	8.23	2.34	3.52	393.20	0.38		
134	0.04	0.15	54.08	8.41	2.29	3.68	393.77	0.38		
135	0.04	0.20	54.08	8.59	2.24	3.84	393.36	0.38		
136	0.04	0.25	54.08	8.77	2.19	4.00	393.68	0.38		

Çizelge Ek 1.1.e Türetilen teknelerin değerleri

	LWL % Değişimi	BWL/T % Değişimi	LWL (m)	BWL (m)	T (m)	BWL/T	Dep. Hacimi (m <sup>3</sup> )	C <sub>B</sub>		
<b>Ana tekne</b>	0.00	0.00	52.00	8.00	2.50	3.20	393.66	0.38		
<b>Alt sınır</b>	-0.10	-0.25	46.80	6.61	2.13	2.40	393.00	0.38		
<b>Üst sınır</b>	0.10	0.25	57.20	9.43	3.04	4.00	393.95	0.38		
137	0.06	-0.25	55.12	6.73	2.80	2.40	393.75	0.38	% 6 LWL için % BWL/T Değişimi	
138	0.06	-0.20	55.12	6.95	2.71	2.56	393.68	0.38		
139	0.06	-0.15	55.12	7.16	2.63	2.72	393.64	0.38		
140	0.06	-0.10	55.12	7.37	2.56	2.88	393.58	0.38		
141	0.06	-0.08	55.12	7.45	2.53	2.94	393.22	0.38		
142	0.06	-0.06	55.12	7.53	2.50	3.01	393.27	0.38		
143	0.06	-0.04	55.12	7.61	2.48	3.07	393.58	0.38		
144	0.06	-0.02	55.12	7.69	2.45	3.14	393.68	0.38		
145	0.06	0.00	55.12	7.77	2.43	3.20	393.67	0.38		
146	0.06	0.04	55.12	7.92	2.38	3.33	393.60	0.38		
147	0.06	0.06	55.12	8.00	2.36	3.39	393.51	0.38		
148	0.06	0.08	55.12	8.08	2.34	3.46	393.43	0.38		
149	0.06	0.10	55.12	8.15	2.32	3.52	393.30	0.38		
150	0.06	0.15	55.12	8.33	2.26	3.68	393.71	0.38		
151	0.06	0.20	55.12	8.51	2.22	3.84	393.52	0.38		
152	0.06	0.25	55.12	8.69	2.17	4.00	393.64	0.38		
153	0.08	-0.25	56.16	6.67	2.78	2.40	393.68	0.38		% 8 LWL için % BWL/T Değişimi
154	0.08	-0.20	56.16	6.89	2.69	2.56	393.46	0.38		
155	0.08	-0.15	56.16	7.10	2.61	2.72	393.72	0.38		
156	0.08	-0.10	56.16	7.30	2.54	2.88	393.78	0.38		
157	0.08	-0.08	56.16	7.38	2.51	2.94	393.57	0.38		
158	0.08	-0.06	56.16	7.46	2.48	3.01	393.55	0.38		
159	0.08	-0.04	56.16	7.54	2.46	3.07	393.70	0.38		
160	0.08	-0.02	56.16	7.62	2.43	3.14	393.44	0.38		
161	0.08	0.00	56.16	7.70	2.41	3.20	393.39	0.38		
162	0.08	0.02	56.16	7.77	2.38	3.26	393.71	0.38		
163	0.08	0.04	56.16	7.85	2.36	3.33	393.25	0.38		
164	0.08	0.06	56.16	7.93	2.34	3.39	393.51	0.38		
165	0.08	0.08	56.16	8.00	2.31	3.46	393.39	0.38		
166	0.08	0.10	56.16	8.07	2.29	3.52	393.55	0.38		
167	0.08	0.15	56.16	8.26	2.24	3.68	393.49	0.38		
168	0.08	0.20	56.16	8.43	2.20	3.84	393.51	0.38		
169	0.08	0.25	56.16	8.61	2.15	4.00	393.49	0.38		

Çizelge Ek 1.1.f Türetilen teknelerin değerleri

	LWL % Değişimi	BWL/T % Değişimi	LWL (m)	BWL (m)	T (m)	BWL/T	Dep. Hacimi (m <sup>3</sup> )	C <sub>B</sub>
<b>Ana tekne</b>	0.00	0.00	52.00	8.00	2.50	3.20	393.66	0.38
<b>Alt sınır</b>	-0.10	-0.25	46.80	6.61	2.13	2.40	393.00	0.38
<b>Üst sınır</b>	0.10	0.25	57.20	9.43	3.04	4.00	393.95	0.38
170	0.10	-0.25	57.20	6.61	2.75	2.40	393.57	0.38
171	0.10	-0.20	57.20	6.82	2.67	2.56	393.67	0.38
172	0.10	-0.15	57.20	7.03	2.59	2.72	393.40	0.38
173	0.10	-0.10	57.20	7.24	2.51	2.88	393.52	0.38
174	0.10	-0.08	57.20	7.32	2.49	2.94	393.49	0.38
175	0.10	-0.06	57.20	7.40	2.46	3.01	393.44	0.38
176	0.10	-0.04	57.20	7.47	2.43	3.07	393.37	0.38
177	0.10	-0.02	57.20	7.55	2.41	3.14	393.70	0.38
178	0.10	0.00	57.20	7.63	2.38	3.20	393.22	0.38
179	0.10	0.02	57.20	7.70	2.36	3.26	393.50	0.38
180	0.10	0.04	57.20	7.78	2.34	3.33	393.36	0.38
181	0.10	0.06	57.20	7.85	2.32	3.39	393.24	0.38
182	0.10	0.08	57.20	7.93	2.29	3.46	393.41	0.38
183	0.10	0.10	57.20	8.00	2.27	3.52	393.56	0.38
184	0.10	0.15	57.20	8.18	2.22	3.68	393.42	0.38
185	0.10	0.20	57.20	8.36	2.18	3.84	393.32	0.38
186	0.10	0.25	57.20	8.53	2.13	4.00	393.11	0.38

% 10  
LWL  
için  
%  
BWL/T  
Değişimi

## Ek.2 LCB ve Cp değişimi ile turetilen teknelerin değerleri

Çizelge Ek 2.1.a Turetilen teknelerin değerleri

	C <sub>p</sub> % Değişimi	LCB % Değişimi	LWL (m)	BWL (m)	T (m)	LCB (m)	C <sub>B</sub>	C <sub>P</sub>	Dep. Hacimi (m <sup>3</sup> )	
<b>Ana Tekne</b>	0.00	0.000	52.00	8.00	2.50	22.29	0.38	0.65	393.66	
<b>Alt sınır</b>	-0.10	-0.035	52.00	7.76	2.42	20.43	0.35	0.59	393.22	
<b>Üst sınır</b>	0.10	0.035	52.00	8.28	2.59	24.19	0.40	0.70	393.89	
1	-0.10	-0.035	52.00	8.28	2.59	20.43	0.35	0.59	393.47	(-) % 10 C <sub>p</sub> için % LCB Değişimi
2	-0.10	-0.030	52.00	8.28	2.59	20.69	0.35	0.59	393.47	
3	-0.10	-0.025	52.00	8.28	2.59	20.95	0.35	0.59	393.47	
4	-0.10	-0.020	52.00	8.28	2.59	21.21	0.35	0.59	393.47	
5	-0.10	-0.015	52.00	8.28	2.59	21.47	0.35	0.59	393.47	
6	-0.10	-0.010	52.00	8.28	2.59	21.73	0.35	0.59	393.47	
7	-0.10	-0.005	52.00	8.28	2.59	21.99	0.35	0.59	393.46	
8	-0.10	0.000	52.00	8.28	2.59	22.25	0.35	0.59	393.46	
9	-0.10	0.005	52.00	8.28	2.59	22.51	0.35	0.59	393.46	
10	-0.10	0.010	52.00	8.28	2.59	22.77	0.35	0.59	393.46	
11	-0.10	0.015	52.00	8.28	2.59	23.03	0.35	0.59	393.46	
12	-0.10	0.020	52.00	8.28	2.59	23.29	0.35	0.59	393.46	
13	-0.10	0.025	52.00	8.28	2.59	23.55	0.35	0.59	393.46	
14	-0.10	0.030	52.00	8.28	2.59	23.81	0.35	0.59	393.46	
15	-0.10	0.035	52.00	8.28	2.59	24.07	0.35	0.59	393.46	
16	-0.08	-0.035	52.00	8.22	2.57	20.43	0.36	0.60	393.71	(-) % 8 C <sub>p</sub> için % LCB Değişimi
17	-0.08	-0.030	52.00	8.22	2.57	20.69	0.36	0.60	393.71	
18	-0.08	-0.025	52.00	8.22	2.57	20.95	0.36	0.60	393.71	
19	-0.08	-0.020	52.00	8.22	2.57	21.21	0.36	0.60	393.71	
20	-0.08	-0.015	52.00	8.22	2.57	21.47	0.36	0.60	393.71	
21	-0.08	-0.010	52.00	8.22	2.57	21.73	0.36	0.60	393.71	
22	-0.08	-0.005	52.00	8.22	2.57	22.00	0.36	0.60	393.70	
23	-0.08	0.000	52.00	8.22	2.57	22.26	0.36	0.60	393.70	
24	-0.08	0.005	52.00	8.22	2.57	22.52	0.36	0.60	393.70	
25	-0.08	0.010	52.00	8.22	2.57	22.78	0.36	0.60	393.70	
26	-0.08	0.015	52.00	8.22	2.57	23.04	0.36	0.60	393.70	
27	-0.08	0.020	52.00	8.22	2.57	23.30	0.36	0.60	393.70	
28	-0.08	0.025	52.00	8.22	2.57	23.56	0.36	0.60	393.70	
29	-0.08	0.030	52.00	8.22	2.57	23.82	0.36	0.60	393.70	
30	-0.08	0.035	52.00	8.22	2.57	24.08	0.36	0.60	393.70	



Çizelge Ek 2.1.b Türetilen teknelerin değerleri

	C <sub>P</sub> % Değişimi	LCB % Değişimi	LWL (m)	BWL (m)	T (m)	LCB (m)	C <sub>B</sub>	C <sub>P</sub>	Dep. Hacimi (m <sup>3</sup> )
<b>Ana Tekne</b>	0.00	0.000	52.00	8.00	2.50	22.29	0.38	0.65	393.66
<b>Alt sınır</b>	-0.10	-0.035	52.00	7.76	2.42	20.43	0.35	0.59	393.22
<b>Üst sınır</b>	0.10	0.035	52.00	8.28	2.59	24.19	0.40	0.70	393.89
31	-0.06	-0.035	52.00	8.16	2.55	20.44	0.36	0.61	393.70
32	-0.06	-0.030	52.00	8.16	2.55	20.70	0.36	0.61	393.70
33	-0.06	-0.025	52.00	8.16	2.55	20.96	0.36	0.61	393.70
34	-0.06	-0.020	52.00	8.16	2.55	21.22	0.36	0.61	393.70
35	-0.06	-0.015	52.00	8.16	2.55	21.48	0.36	0.61	393.70
36	-0.06	-0.010	52.00	8.16	2.55	21.74	0.36	0.61	393.69
37	-0.06	-0.005	52.00	8.16	2.55	22.00	0.36	0.61	393.69
38	-0.06	0.000	52.00	8.16	2.55	22.26	0.36	0.61	393.69
39	-0.06	0.005	52.00	8.16	2.55	22.52	0.36	0.61	393.69
40	-0.06	0.010	52.00	8.16	2.55	22.78	0.36	0.61	393.69
41	-0.06	0.015	52.00	8.16	2.55	23.05	0.36	0.61	393.69
42	-0.06	0.020	52.00	8.16	2.55	23.31	0.36	0.61	393.69
43	-0.06	0.025	52.00	8.16	2.55	23.56	0.36	0.61	393.69
44	-0.06	0.030	52.00	8.16	2.55	23.83	0.36	0.61	393.22
45	-0.06	0.035	52.00	8.16	2.55	24.09	0.36	0.61	393.22
46	-0.04	-0.035	52.00	8.11	2.53	20.45	0.37	0.62	393.44
47	-0.04	-0.030	52.00	8.11	2.53	20.71	0.37	0.62	393.44
48	-0.04	-0.025	52.00	8.11	2.53	20.97	0.37	0.62	393.44
49	-0.04	-0.020	52.00	8.11	2.53	21.23	0.37	0.62	393.44
50	-0.04	-0.015	52.00	8.11	2.53	21.49	0.37	0.62	393.44
51	-0.04	-0.010	52.00	8.11	2.53	21.75	0.37	0.62	393.43
52	-0.04	-0.005	52.00	8.11	2.53	22.01	0.37	0.62	393.43
53	-0.04	0.000	52.00	8.11	2.53	22.27	0.37	0.62	393.43
54	-0.04	0.005	52.00	8.11	2.53	22.53	0.37	0.62	393.43
55	-0.04	0.010	52.00	8.11	2.53	22.79	0.37	0.62	393.43
56	-0.04	0.015	52.00	8.11	2.53	23.05	0.37	0.62	393.43
57	-0.04	0.020	52.00	8.11	2.53	23.31	0.37	0.62	393.43
58	-0.04	0.025	52.00	8.11	2.53	23.58	0.37	0.62	393.43
59	-0.04	0.030	52.00	8.11	2.53	23.83	0.37	0.62	393.43
60	-0.04	0.035	52.00	8.11	2.53	24.09	0.37	0.62	393.43

(-) % 6  
C<sub>P</sub> için  
% LCB  
Değişimi(-) % 4  
C<sub>P</sub> için  
% LCB  
Değişimi

Çizelge Ek 2.1.c Türetilen teknelerin değerleri

	C <sub>P</sub> % Değişimi	LCB % Değişimi	LWL (m)	BWL (m)	T (m)	LCB (m)	C <sub>B</sub>	C <sub>P</sub>	Dep. Hacimi (m <sup>3</sup> )
<b>Ana Tekne</b>	0.00	0.000	52.00	8.00	2.50	22.29	0.38	0.65	393.66
<b>Alt sınır</b>	-0.10	-0.035	52.00	7.76	2.42	20.43	0.35	0.59	393.22
<b>Üst sınır</b>	0.10	0.035	52.00	8.28	2.59	24.19	0.40	0.70	393.89
61	-0.03	-0.035	52.00	8.08	2.53	20.45	0.37	0.63	393.70
62	-0.03	-0.030	52.00	8.08	2.53	20.71	0.37	0.63	393.70
63	-0.03	-0.025	52.00	8.08	2.53	20.97	0.37	0.63	393.70
64	-0.03	-0.020	52.00	8.08	2.53	21.23	0.37	0.63	393.69
65	-0.03	-0.015	52.00	8.08	2.53	21.49	0.37	0.63	393.69
66	-0.03	-0.010	52.00	8.08	2.53	21.75	0.37	0.63	393.69
67	-0.03	-0.005	52.00	8.08	2.53	22.02	0.37	0.63	393.69
68	-0.03	0.000	52.00	8.08	2.53	22.28	0.37	0.63	393.69
69	-0.03	0.005	52.00	8.08	2.53	22.54	0.37	0.63	393.69
70	-0.03	0.010	52.00	8.08	2.53	22.80	0.37	0.63	393.69
71	-0.03	0.015	52.00	8.08	2.53	23.06	0.37	0.63	393.69
72	-0.03	0.020	52.00	8.08	2.53	23.32	0.37	0.63	393.69
73	-0.03	0.025	52.00	8.08	2.53	23.58	0.37	0.63	393.69
74	-0.03	0.030	52.00	8.08	2.53	23.84	0.37	0.63	393.69
75	-0.03	0.035	52.00	8.08	2.53	24.10	0.37	0.63	393.69
76	-0.02	-0.035	52.00	8.05	2.52	20.46	0.37	0.64	393.42
77	-0.02	-0.030	52.00	8.05	2.52	20.72	0.37	0.64	393.42
78	-0.02	-0.025	52.00	8.05	2.52	20.98	0.37	0.64	393.42
79	-0.02	-0.020	52.00	8.05	2.52	21.24	0.37	0.64	393.42
80	-0.02	-0.015	52.00	8.05	2.52	21.50	0.37	0.64	393.42
81	-0.02	-0.010	52.00	8.05	2.52	21.76	0.37	0.64	393.42
82	-0.02	-0.005	52.00	8.05	2.52	22.02	0.37	0.64	393.42
83	-0.02	0.000	52.00	8.05	2.52	22.28	0.37	0.64	393.42
84	-0.02	0.005	52.00	8.05	2.52	22.54	0.37	0.64	393.42
85	-0.02	0.010	52.00	8.05	2.52	22.80	0.37	0.64	393.41
86	-0.02	0.015	52.00	8.05	2.52	23.06	0.37	0.64	393.41
87	-0.02	0.020	52.00	8.05	2.52	23.32	0.37	0.64	393.41
88	-0.02	0.025	52.00	8.05	2.52	23.58	0.37	0.64	393.41
89	-0.02	0.030	52.00	8.05	2.52	23.85	0.37	0.64	393.41
90	-0.02	0.035	52.00	8.05	2.52	24.10	0.37	0.64	393.89

(-) % 3  
C<sub>P</sub> için  
% LCB  
Değişimi(-) % 2  
C<sub>P</sub> için  
% LCB  
Değişimi

Çizelge Ek 2.1.d Türetilen teknelerin değerleri

	C <sub>P</sub> % Değişimi	LCB % Değişimi	LWL (m)	BWL (m)	T (m)	LCB (m)	C <sub>B</sub>	C <sub>P</sub>	Dep. Hacimi (m <sup>3</sup> )
<b>Ana Tekne</b>	0.00	0.000	52.00	8.00	2.50	22.29	0.38	0.65	393.66
<b>Alt sınır</b>	-0.10	-0.035	52.00	7.76	2.42	20.43	0.35	0.59	393.22
<b>Üst sınır</b>	0.10	0.035	52.00	8.28	2.59	24.19	0.40	0.70	393.89
91	-0.01	-0.035	52.00	8.03	2.51	20.47	0.38	0.64	393.57
92	-0.01	-0.030	52.00	8.03	2.51	20.73	0.38	0.64	393.57
93	-0.01	-0.025	52.00	8.03	2.51	20.99	0.38	0.64	393.57
94	-0.01	-0.020	52.00	8.03	2.51	21.25	0.38	0.64	393.57
95	-0.01	-0.015	52.00	8.03	2.51	21.51	0.38	0.64	393.57
96	-0.01	-0.010	52.00	8.03	2.51	21.77	0.38	0.64	393.57
97	-0.01	-0.005	52.00	8.03	2.51	22.03	0.38	0.64	393.57
98	-0.01	0.000	52.00	8.03	2.51	22.29	0.38	0.64	393.57
99	-0.01	0.005	52.00	8.03	2.51	22.55	0.38	0.64	393.57
100	-0.01	0.010	52.00	8.03	2.51	22.81	0.38	0.64	393.56
101	-0.01	0.015	52.00	8.03	2.51	23.07	0.38	0.64	393.56
102	-0.01	0.020	52.00	8.03	2.51	23.33	0.38	0.64	393.56
103	-0.01	0.025	52.00	8.03	2.51	23.59	0.38	0.64	393.56
104	-0.01	0.030	52.00	8.03	2.51	23.85	0.38	0.64	393.56
105	-0.01	0.035	52.00	8.03	2.51	24.11	0.38	0.64	393.56
106	0.00	-0.035	52.00	8.00	2.50	20.47	0.38	0.65	393.67
107	0.00	-0.030	52.00	8.00	2.50	20.73	0.38	0.65	393.67
108	0.00	-0.025	52.00	8.00	2.50	20.99	0.38	0.65	393.67
109	0.00	-0.020	52.00	8.00	2.50	21.25	0.38	0.65	393.67
110	0.00	-0.015	52.00	8.00	2.50	21.51	0.38	0.65	393.67
111	0.00	-0.010	52.00	8.00	2.50	21.77	0.38	0.65	393.66
112	0.00	-0.005	52.00	8.00	2.50	22.03	0.38	0.65	393.66
113	0.00	0.000	52.00	8.00	2.50	22.29	0.38	0.65	393.66
114	0.00	0.005	52.00	8.00	2.50	22.55	0.38	0.65	393.66
115	0.00	0.010	52.00	8.00	2.50	22.81	0.38	0.65	393.66
116	0.00	0.015	52.00	8.00	2.50	23.07	0.38	0.65	393.66
117	0.00	0.020	52.00	8.00	2.50	23.33	0.38	0.65	393.66
118	0.00	0.025	52.00	8.00	2.50	23.60	0.38	0.65	393.66
119	0.00	0.030	52.00	8.00	2.50	23.86	0.38	0.65	393.66
120	0.00	0.035	52.00	8.00	2.50	24.12	0.38	0.65	393.66

(-) % 1  
C<sub>P</sub> için  
% LCB  
Değişimi% 0 C<sub>P</sub>  
için  
% LCB  
Değişimi

Çizelge Ek 2.1.e Türetilen teknelerin değerleri

	C <sub>P</sub> % Değişimi	LCB % Değişimi	LWL (m)	BWL (m)	T (m)	LCB (m)	C <sub>B</sub>	C <sub>P</sub>	Dep. Hacimi (m <sup>3</sup> )
<b>Ana Tekne</b>	0.00	0.000	52.00	8.00	2.50	22.29	0.38	0.65	393.66
<b>Alt sınır</b>	-0.10	-0.035	52.00	7.76	2.42	20.43	0.35	0.59	393.22
<b>Üst sınır</b>	0.10	0.035	52.00	8.28	2.59	24.19	0.40	0.70	393.89
121	0.01	-0.035	52.00	7.97	2.49	20.48	0.38	0.65	393.71
122	0.01	-0.030	52.00	7.97	2.49	20.74	0.38	0.65	393.71
123	0.01	-0.025	52.00	7.97	2.49	21.00	0.38	0.65	393.71
124	0.01	-0.020	52.00	7.97	2.49	21.26	0.38	0.65	393.71
125	0.01	-0.015	52.00	7.97	2.49	21.52	0.38	0.65	393.71
126	0.01	-0.010	52.00	7.97	2.49	21.78	0.38	0.65	393.71
127	0.01	-0.005	52.00	7.97	2.49	22.04	0.38	0.65	393.71
128	0.01	0.000	52.00	7.97	2.49	22.30	0.38	0.65	393.71
129	0.01	0.005	52.00	7.97	2.49	22.56	0.38	0.65	393.71
130	0.01	0.010	52.00	7.97	2.49	22.82	0.38	0.65	393.71
131	0.01	0.015	52.00	7.97	2.49	23.08	0.38	0.65	393.71
132	0.01	0.020	52.00	7.97	2.49	23.34	0.38	0.65	393.70
133	0.01	0.025	52.00	7.97	2.49	23.60	0.38	0.65	393.70
134	0.01	0.030	52.00	7.97	2.49	23.86	0.38	0.65	393.70
135	0.01	0.035	52.00	7.97	2.49	24.12	0.38	0.65	393.70
136	0.02	-0.035	52.00	7.95	2.48	20.49	0.38	0.66	393.70
137	0.02	-0.030	52.00	7.95	2.48	20.75	0.38	0.66	393.70
138	0.02	-0.025	52.00	7.95	2.48	21.01	0.38	0.66	393.70
139	0.02	-0.020	52.00	7.95	2.48	21.27	0.38	0.66	393.70
140	0.02	-0.015	52.00	7.95	2.48	21.53	0.38	0.66	393.70
141	0.02	-0.010	52.00	7.95	2.48	21.79	0.38	0.66	393.70
142	0.02	-0.005	52.00	7.95	2.48	22.05	0.38	0.66	393.70
143	0.02	0.000	52.00	7.95	2.48	22.31	0.38	0.66	393.70
144	0.02	0.005	52.00	7.95	2.48	22.57	0.38	0.66	393.70
145	0.02	0.010	52.00	7.95	2.48	22.83	0.38	0.66	393.70
146	0.02	0.015	52.00	7.95	2.48	23.09	0.38	0.66	393.70
147	0.02	0.020	52.00	7.95	2.48	23.35	0.38	0.66	393.70
148	0.02	0.025	52.00	7.95	2.48	23.61	0.38	0.66	393.70
149	0.02	0.030	52.00	7.95	2.48	23.87	0.38	0.66	393.70
150	0.02	0.035	52.00	7.95	2.48	24.13	0.38	0.66	393.69

% 1 C<sub>P</sub>  
için  
% LCB  
Değişimi

% 2 C<sub>P</sub>  
için  
% LCB  
Değişimi

Çizelge Ek 2.1.f Türetilen teknelerin değerleri

	C <sub>P</sub> % Değişimi	LCB % Değişimi	LWL (m)	BWL (m)	T (m)	LCB (m)	C <sub>B</sub>	C <sub>P</sub>	Dep. Hacimi (m <sup>3</sup> )
<b>Ana Tekne</b>	0.00	0.000	52.00	8.00	2.50	22.29	0.38	0.65	393.66
<b>Alt sınır</b>	-0.10	-0.035	52.00	7.76	2.42	20.43	0.35	0.59	393.22
<b>Üst sınır</b>	0.10	0.035	52.00	8.28	2.59	24.19	0.40	0.70	393.89
151	0.03	-0.035	52.00	7.92	2.48	20.49	0.39	0.66	393.64
152	0.03	-0.030	52.00	7.92	2.48	20.75	0.39	0.66	393.64
153	0.03	-0.025	52.00	7.92	2.48	21.01	0.39	0.66	393.64
154	0.03	-0.020	52.00	7.92	2.48	21.27	0.39	0.66	393.64
155	0.03	-0.015	52.00	7.92	2.48	21.53	0.39	0.66	393.64
156	0.03	-0.010	52.00	7.92	2.48	21.79	0.39	0.66	393.64
157	0.03	-0.005	52.00	7.92	2.48	22.05	0.39	0.66	393.64
158	0.03	0.000	52.00	7.92	2.48	22.31	0.39	0.66	393.64
159	0.03	0.005	52.00	7.92	2.48	22.57	0.39	0.66	393.64
160	0.03	0.010	52.00	7.92	2.48	22.83	0.39	0.66	393.64
161	0.03	0.015	52.00	7.92	2.48	23.09	0.39	0.66	393.63
162	0.03	0.020	52.00	7.92	2.48	23.35	0.39	0.66	393.63
163	0.03	0.025	52.00	7.92	2.48	23.61	0.39	0.66	393.63
164	0.03	0.030	52.00	7.92	2.48	23.87	0.39	0.66	393.63
165	0.03	0.035	52.00	7.92	2.48	24.13	0.39	0.66	393.63
166	0.04	-0.035	52.00	7.90	2.47	20.50	0.39	0.67	393.53
167	0.04	-0.030	52.00	7.90	2.47	20.76	0.39	0.67	393.52
168	0.04	-0.025	52.00	7.90	2.47	21.02	0.39	0.67	393.52
169	0.04	-0.020	52.00	7.90	2.47	21.28	0.39	0.67	393.52
170	0.04	-0.015	52.00	7.90	2.47	21.54	0.39	0.67	393.52
171	0.04	-0.010	52.00	7.90	2.47	21.80	0.39	0.67	393.52
172	0.04	-0.005	52.00	7.90	2.47	22.06	0.39	0.67	393.52
173	0.04	0.000	52.00	7.90	2.47	22.32	0.39	0.67	393.52
174	0.04	0.005	52.00	7.90	2.47	22.58	0.39	0.67	393.52
175	0.04	0.010	52.00	7.90	2.47	22.84	0.39	0.67	393.52
176	0.04	0.015	52.00	7.90	2.47	23.10	0.39	0.67	393.52
177	0.04	0.020	52.00	7.90	2.47	23.36	0.39	0.67	393.52
178	0.04	0.025	52.00	7.90	2.47	23.62	0.39	0.67	393.52
179	0.04	0.030	52.00	7.90	2.47	23.88	0.39	0.67	393.52
180	0.04	0.035	52.00	7.90	2.47	24.14	0.39	0.67	393.52

% 3 C<sub>P</sub>  
için  
% LCB  
Değişimi

% 4 C<sub>P</sub>  
için  
% LCB  
Değişimi

Çizelge Ek 2.1.g Türetilen teknelerin değerleri

	C <sub>P</sub> % Değişimi	LCB % Değişimi	LWL (m)	BWL (m)	T (m)	LCB (m)	C <sub>B</sub>	C <sub>P</sub>	Dep. Hacimi (m <sup>3</sup> )
<b>Ana Tekne</b>	0.00	0.000	52.00	8.00	2.50	22.29	0.38	0.65	393.66
<b>Alt sınır</b>	-0.10	-0.035	52.00	7.76	2.42	20.43	0.35	0.59	393.22
<b>Üst sınır</b>	0.10	0.035	52.00	8.28	2.59	24.19	0.40	0.70	393.89
181	0.06	-0.035	52.00	7.85	2.45	20.52	0.39	0.68	393.64
182	0.06	-0.030	52.00	7.85	2.45	20.78	0.39	0.68	393.64
183	0.06	-0.025	52.00	7.85	2.45	21.04	0.39	0.68	393.64
184	0.06	-0.020	52.00	7.85	2.45	21.30	0.39	0.68	393.64
185	0.06	-0.015	52.00	7.85	2.45	21.56	0.39	0.68	393.64
186	0.06	-0.010	52.00	7.85	2.45	21.82	0.39	0.68	393.64
187	0.06	-0.005	52.00	7.85	2.45	22.08	0.39	0.68	393.64
188	0.06	0.000	52.00	7.85	2.45	22.34	0.39	0.68	393.64
189	0.06	0.005	52.00	7.85	2.45	22.60	0.39	0.68	393.64
190	0.06	0.010	52.00	7.85	2.45	22.86	0.39	0.68	393.64
191	0.06	0.015	52.00	7.85	2.45	23.12	0.39	0.68	393.64
192	0.06	0.020	52.00	7.85	2.45	23.38	0.39	0.68	393.64
193	0.06	0.025	52.00	7.85	2.45	23.64	0.39	0.68	393.64
194	0.06	0.030	52.00	7.85	2.45	23.90	0.39	0.68	393.63
195	0.06	0.035	52.00	7.85	2.45	24.16	0.39	0.68	393.63
196	0.08	-0.035	52.00	7.80	2.44	20.54	0.40	0.69	393.56
197	0.08	-0.030	52.00	7.80	2.44	20.80	0.40	0.69	393.56
198	0.08	-0.025	52.00	7.80	2.44	21.06	0.40	0.69	393.56
199	0.08	-0.020	52.00	7.80	2.44	21.32	0.40	0.69	393.56
200	0.08	-0.015	52.00	7.80	2.44	21.58	0.40	0.69	393.56
201	0.08	-0.010	52.00	7.80	2.44	21.84	0.40	0.69	393.56
202	0.08	-0.005	52.00	7.80	2.44	22.10	0.40	0.69	393.56
203	0.08	0.000	52.00	7.80	2.44	22.35	0.40	0.69	393.56
204	0.08	0.005	52.00	7.80	2.44	22.61	0.40	0.69	393.56
205	0.08	0.010	52.00	7.80	2.44	22.87	0.40	0.69	393.56
206	0.08	0.015	52.00	7.80	2.44	23.13	0.40	0.69	393.56
207	0.08	0.020	52.00	7.80	2.44	23.39	0.40	0.69	393.56
208	0.08	0.025	52.00	7.80	2.44	23.65	0.40	0.69	393.56
209	0.08	0.030	52.00	7.80	2.44	23.91	0.40	0.69	393.56
210	0.08	0.035	52.00	7.80	2.44	24.17	0.40	0.69	393.56

% 6 C<sub>P</sub>  
için  
% LCB  
Değişimi

% 8 C<sub>P</sub>  
için  
% LCB  
Değişimi

Çizelge Ek 2.1.h Türetilen teknelerin değerleri

	C <sub>P</sub> % Değişimi	LCB % Değişimi	LWL (m)	BWL (m)	T (m)	LCB (m)	C <sub>B</sub>	C <sub>P</sub>	Dep. Hacimi (m <sup>3</sup> )
<b>Ana Tekne</b>	0.00	0.000	52.00	8.00	2.50	22.29	0.38	0.65	393.66
<b>Alt sınır</b>	-0.10	-0.035	52.00	7.76	2.42	20.43	0.35	0.59	393.22
<b>Üst sınır</b>	0.10	0.035	52.00	8.28	2.59	24.19	0.40	0.70	393.89
211	0.10	-0.035	52.00	7.76	2.42	20.56	0.40	0.70	393.79
212	0.10	-0.030	52.00	7.76	2.42	20.82	0.40	0.70	393.79
213	0.10	-0.025	52.00	7.76	2.42	21.07	0.40	0.70	393.79
214	0.10	-0.020	52.00	7.76	2.42	21.33	0.40	0.70	393.79
215	0.10	-0.015	52.00	7.76	2.42	21.59	0.40	0.70	393.79
216	0.10	-0.010	52.00	7.76	2.42	21.85	0.40	0.70	393.79
217	0.10	-0.005	52.00	7.76	2.42	22.11	0.40	0.70	393.79
218	0.10	0.000	52.00	7.76	2.42	22.37	0.40	0.70	393.79
219	0.10	0.005	52.00	7.76	2.42	22.63	0.40	0.70	393.79
220	0.10	0.010	52.00	7.76	2.42	22.89	0.40	0.70	393.79
221	0.10	0.015	52.00	7.76	2.42	23.15	0.40	0.70	393.79
222	0.10	0.020	52.00	7.76	2.42	23.41	0.40	0.70	393.79
223	0.10	0.025	52.00	7.76	2.42	23.67	0.40	0.70	393.79
224	0.10	0.030	52.00	7.76	2.42	23.93	0.40	0.70	393.79
225	0.10	0.035	52.00	7.76	2.42	24.19	0.40	0.70	393.79

% 10 C<sub>P</sub>  
için  
% LCB  
Değişimi

**ÖZGEÇMİŞ**

Doğum tarihi 20.07.1983

Doğum yeri Söke

Lise 1997-2001 Karşıyaka Gazi Lisesi

Lisans 2003-2007 Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi  
Gemi İnşaatı ve Gemi Makinaları Mühendisliği  
Bölümü

Yüksek Lisans 2007-2009 Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gemi İnşaatı ve Gemi Makinaları Mühendisliği Anabilim Dalı

**Çalıştığı kurum**

02.2007-08.2007 Çizgi Dizayn-Dizaynır

Görevlisi 2007-Devam ediyor YTÜ Gemi İnşaatı ve Denizcilik Fakültesi Araştırma