

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AÇIK DENİZ TİPİ BALIKÇI TEKNESİNDE YUMRUBAŞ DİZAYNI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

A. Mertcan YASA

Gemi ve Deniz Teknolojileri Anabilim Dalı

Gemi ve Deniz Teknolojileri Programı

HAZİRAN 2013

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AÇIK DENİZ TİPİ BALIKÇI TEKNESİNDE YUMRUBAŞ DİZAYNI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**A. Mertcan YASA
508111102**

Gemi ve Deniz Teknolojileri Anabilim Dalı

Gemi ve Deniz Teknolojileri Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Abdi KÜKNER

HAZİRAN 2013

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 508111102 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **A.Mertcan YASA**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**AÇIK DENİZ TİPİ BALIKÇI TEKNESİNDE YUMRUBAŞ DİZAYNI**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Abdi KÜKNER**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Kadir SARIÖZ**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Deniz ÜNSALAN

Piri Reis Üniversitesi

Teslim Tarihi: **02 Mayıs 2013**

Savunma Tarihi: **03 Haziran 2013**

ÖNSÖZ

Bu çalışma ile Türk Tipi balıkçı teknesinin açık deniz için optimize edilmiş olan formuna yumrubaş formları uygulanmış ve hem direnç hem stabilite hem de denizcilik açısından etkileri incelenmiştir. Yumrubaş kullanımına bağlı olarak dirençte beklenen azalmaya göre stabilite ve denizcilik değerlerini de göz önüne alınarak en uygun formun bulunması amaçlanmıştır.

Çalışmalarım sırasında her türlü yardımı gösteren ve değerli fikirleri ile her an çalışmama yön veren sayın hocam Prof. Dr. Abdi KÜKNER'e ve tüm öğrenim ve çalışma hayatım boyunca her an yanımda olan Aile'me sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2013

A. Mertcan Yasa
Gemi İnşaatı ve Deniz Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGE LİSTESİ.....	ix
KISALTMA LİSTESİ	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xvii
ÖZET.....	xix
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ	1
1.1 Türk Balıkçı Teknelerinin Durumu.....	1
1.2 Yapılan Tez Çalışmasının Tanımı ve Amacı	4
2. YUMRUBAŞ NEDİR VE TARİHSEL GELİŞİMİ	7
2.1 Tarihte Yumrubaş ve Uygulamaları.....	7
2.2 Yumrubaş	10
2.3 Kratch Yöntemi	14
3. MATEMATİKSEL MODELLER VE YUMRUBAŞIN GEMİ ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ	19
3.1 Direnç ve Hesaplanması.....	19
3.2 Sürtünme Direnci (R_F).....	21
3.3 Dalga Direnci (R_W).....	21
3.3.1 Dalga sistemleri.....	22
4. TEKNE ANA FORMU VE YUMRUBAŞLI FORMLAR	27
4.1 Balıkçı Teknesi Ana Formu	27
4.2 Yumrubaşlı Tekne Formları	28
4.3 Yumrubaş Dizayn Parametreleri	30
4.3.1 Delta (Δ) kesitli yumrubaş formları	32
4.3.2 Eliptik (O) kesitli yumrubaş formları.....	32
4.3.3 Nabla (∇) kesitli yumrubaş formları	32
4.3.4 Dairesel (EO) kesitli yumrubaş formları.....	32
5. KULLANILAN YÖNTEMLER	33
5.1 Direnç Tahmin Yöntemi.....	33
5.2 Yumrubaş Seçimi	33
5.3 Seçilen Yumrubaşların Karşılaştırılması.....	43
5.3.1 Yumrubaşlı formların direnç yönünden karşılaştırılması	43
5.3.2 Dalga profili incelenmesi	54
5.3.3 Yumrubaşlı formların stabiliteye etkisi.....	56
5.3.4 Yumrubaşlı formların denizciliğe etkisi	63
6. SONUÇLAR	75
6.1 Öneriler ve Gelecekte Yapılması Planlanan Çalışmalar	77
KAYNAKLAR	79

EKLER.....	81
ÖZGEÇMİŞ.....	117

SİMGE LİSTESİ

A_{BL}	:Baş kaimeden itibaren yumrubaş yanal alanı
A_{BT}	:Yumrubaş baş kaime üzerindeki en kesit alanı
A_{MS}	:Gemi ortası kesit alanı
A_{WP}	:Su hattı alanı
α_e	:Giriş açısı
B_B	:Yumrubaş baş kaime üzerindeki genişliği
B	:Gemi genişliği
C_{ABL}	:Yanal alan parametresi
C_{ABT}	:Kesit alanı parametresi
C_B	:Blok katsayısı
C_{BB}	:Genişlik parametresi
C_F	:Sürtünme direnç katsayısı
CG	:Ağırlık Merkezi
C_{LPR}	:Boy parametresi
C_M	:Orta kesit alan katsayısı
C_{PR}	:Hacimsel parametre
C_P	:Prizmatik katsayı
C_R	:Artık direnç katsayısı
C_T	:Toplam direnç katsayısı
C_{WP}	:Su hattı alanı katsayısı
C_{ZB}	:Derinlik parametresi
D	:Gemi derinliği
Δ	:Delta kesitli yumrubaşların ifadesi
δC_R	:Artık direnç katsayısı kazancı
EO	:Dairesel kesitli yumrubaşların ifadesi
Fn	:Froude katsayısı
g	:Yer çekimi ivmesi ($9,81 \text{ m/s}^2$)
GM	:Metasantr yüksekliği
GZ	:Doğrultma momenti kolu
h_B	:Baş kaimedeki yumrubaş kesit alan merkezinin yüksekliği
H_B	:Baş kaimedeki yumrubaş kesitinin maksimum yüksekliği
k	:Form faktörü
KB	:Kaide hattından sephiye merkezi yüksekliği
KG	:Tekne ağırlık merkezinin kaide hattından yüksekliği
KM	:Kaide hattından metasantr yüksekliği
L_{WL}	:Gemi su hattı boyu
L_B	:Baş kaimeden itibaren yumrubaş boyu
L_{BP}	:Kaimeler arası boy
LCB	:Sephiye merkezinin boyuna konumu
LCF	:Yüzme noktasının boyuna konumu

L_{OA}	:Gemi tam boyu
m₀	:Ortalama karelerin değeri
N	:Nabla kesitli yumrubaşların ifadesi
V_{PR}	:Baş kaimesinden itibaren yumrubaşın hacmi
EO	:Dairesel kesitli yumrubaşların ifadesi
P_E	:Efektif güç
RAO	:Transfer fonksiyonu
RMS	:Ortalama karekök değerleri
R_{FO}	:Levha Sürtünme Direnci
R_{PV}	:Viskoz Basınç Direnci
R_{WP}	:Dalga Ölçümü ile Bulunan Direnç
R_{WB}	:Dalga Kırılma Direnci
R_A	:Gemi-model korelasyon direnci
R_{App}	:Takıntıların direnci
R_B	:Yumrubaşın su yüzeyinde oluşturduğu ilave basınç direnci
R_F	:Levha sürtünme direnci
R_n	:Reynolds sayısı
R_R	:Artık direnç
R_T	:Toplam direnç
R_{Tr}	:Ayna kıçın ilave basınç direnci
R_V	:Viskoz direnç
R_w	:Dalga direnci
WSA	:Islak yüzey alanı
T	:Su çekimi, draft
T_{FP}	:Baş kaimesindeki su çekimi
V	:Gemi hızı
Z_B	:Kaide hattından itibaren yumrubaşın en uç noktasının derinliği

KISALTMA LİSTESİ

ITTC :The International Towing Tank Conference
TÜBİTAK :Türkiye Bilimsel ve Teknoloji Araştırma Grubu

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Balıkçı Teknesi Tarihsel Gelişimi.....	1
Şekil 1.2: Balıkçı Teknesi Ana Form (İÇTAG I243) Endaze Planı.....	4
Şekil 2.1: USS Delaware Savaş Gemisi.....	8
Şekil 2.2: Takao Inui.....	9
Şekil 2.3: Su içindeki Kürenin Basınç Dağılımı.....	10
Şekil 2.4: Gemi Baş Dalgası	11
Şekil 2.5: Yumrubaş Tipleri	12
Şekil 2.6: Farklı Yumrubaş Tipleri	13
Şekil 2.7: Yarı Batmış Yumrubaş	13
Şekil 2.8: Yumrubaş Parametreleri.....	14
Şekil 2.9: Genişlik Parametresi.....	15
Şekil 2.10: Uzunluk Parametresi	15
Şekil 2.11: Derinlik Parametresi	16
Şekil 2.12: En Kesit Alan Parametresi.....	16
Şekil 2.13: Lateral Parametre.....	17
Şekil 2.14: Hacim Parametresi.....	17
Şekil 3.1: Toplam Direnç Bileşenleri.....	20
Şekil 3.2: Froude Tarafından Gemi Dalgalarının Şeklinin Gösterilimi.....	21
Şekil 3.3: Yumrubaşlı ve Yumrubaşsız Gemilerin Dalga Şekilleri.....	22
Şekil 3.4: Kelvin Dalga Sistemi.....	23
Şekil 3.5: Gemi Dalga Sistem.....	23
Şekil 3.6: Wigley Modeli Dalga Sistemi.....	25
Şekil 3.7: Dalga Sistemi Bileşenleri ve Dalga Direnci Katsayısı.....	26
Şekil 4.1: Balıkçı Formu Profil Görünüşü.....	28
Şekil 4.2: Balıkçı Formu Endaze.....	28
Şekil 4.3: Yumrubaş Dizayn Notasyonu.....	31
Şekil 5.1: 10 knot Artık Direnç Katsayısı Dağılımı Logaritmik Dağılım.....	41
Şekil 5.2: 11 knot Artık Direnç Katsayısı Dağılımı Logaritmik Dağılım.....	41
Şekil 5.3: 12 knot Artık Direnç Katsayısı Dağılımı Logaritmik Dağılım.....	42
Şekil 5.4: 13 knot Artık Direnç Katsayısı Dağılımı Logaritmik Dağılım.....	42
Şekil 5.5: 14 knot Artık Direnç Katsayısı Dağılımı Logaritmik Dağılım.....	43
Şekil 5.6: Delta Kesitli Form C_R Kazanç Eğrileri.....	46
Şekil 5.7: Delta Kesitli Form R_T Kazanç Eğrileri.....	46
Şekil 5.8: Nabla Kesitli Form C_R Kazanç Eğrileri.....	47
Şekil 5.9: Nabla Kesitli Form R_T Kazanç Eğrileri.....	47
Şekil 5.10: Elips Kesitli Form C_R Kazanç Eğrileri.....	48
Şekil 5.11: Elips Kesitli Form R_T Kazanç Eğrileri.....	49
Şekil 5.12: Dairesel Kesitli Form C_R Kazanç Eğrileri.....	50
Şekil 5.13: Dairesel Kesitli Form R_T Kazanç Eğrileri.....	50
Şekil 5.14: Delta Kesitli Yumrubaş ve Ana Form Toplam Direnç Karşılaştırması.....	51

Şekil 5.15: Nabla Kesitli Yumrubaş ve Ana Form Toplam Direnç Karşılaştırması.....	52
Şekil 5.16: Elips Kesitli Yumrubaş ve Ana Form Toplam Direnç Karşılaştırması.....	52
Şekil 5.17: Dairesel Kesitli Yumrubaş ve Ana Form Toplam Direnç Karşılaştırması.....	53
Şekil 5.18: Balıkçı Teknesi Ana Formu Dalga Profili.....	54
Şekil 5.19: Balıkçı Teknesi Ana Formu Dalga Profili Alanları.....	55
Şekil 5.20: Dairesel Kesitli Formların Dalga Profili ve Ana Form Dalga Profili Karşılaştırması.....	55
Şekil 5.21: Elips Kesitli Formların Dalga Profili ve Ana Form Dalga Profili Karşılaştırması.....	55
Şekil 5.22: Nabla Kesitli Formların Dalga Profili ve Ana Form Dalga Profili Karşılaştırması.....	55
Şekil 5.23: Dairesel Kesitli Formların Dalga Profili ve Ana Form Dalga Profili Karşılaştırması.....	55
Şekil 5.24: Tekne Stabilitesi Parametreleri.....	56
Şekil 5.25: Profil Görünüşü Yerleşim Planı.....	57
Şekil 5.26: Ana Form Stabilitate Eğrisi.....	57
Şekil 5.27: D-105 Formu Stabilitate Eğrisi.....	58
Şekil 5.28: D-Mİ Formu Stabilitate Eğrisi.....	59
Şekil 5.29: E-115 Formu Stabilitate Eğrisi.....	59
Şekil 5.30: E-110 Formu Stabilitate Eğrisi.....	60
Şekil 5.31: N-Mİ Formu Stabilitate Eğrisi.....	60
Şekil 5.32: N-O Formu Stabilitate Eğrisi.....	61
Şekil 5.33: EO-115 Formu Stabilitate Eğrisi.....	61
Şekil 5.34: KM-Deplasman Dağılımı.....	63
Şekil 5.35: Maxsurf Mapping Uygulaması.....	64
Şekil 5.36: İÇTAG I243 Projesi Ana Form (B) Dalıp Çıkma Değerleri.....	64
Şekil 5.37: İÇTAG I243 Projesi Ana Form (B) Baş Kıç Vurma Değerleri.....	65
Şekil 5.38: Ana Form için Dalıp Çıkma ve Baş Kıç Vurma Değerleri.....	65
Şekil 5.39: D-105 için Dalıp Çıkma ve Baş Kıç Vurma Değerleri.....	67
Şekil 5.40: D-Mİ için Dalıp Çıkma ve Baş Kıç Vurma Değerleri.....	68
Şekil 5.41: E-115 için Dalıp Çıkma ve Baş Kıç Vurma Değerleri.....	69
Şekil 5.42: E-110 için Dalıp Çıkma ve Baş Kıç Vurma Değerleri.....	70
Şekil 5.43: N-Mİ için Dalıp Çıkma ve Baş Kıç Vurma Değerleri.....	71
Şekil 5.44: N-O için Dalıp Çıkma ve Baş Kıç Vurma Değerleri.....	72
Şekil 5.45: EO-115 için Dalıp Çıkma ve Baş Kıç Vurma Değerleri.....	73
Şekil 6.1: D-Mİ Formu.....	76
Şekil 6.2: D-Mİ En kesitleri Resmi.....	77
Şekil 6.3: D-Mİ Render Resmi.....	77
Şekil A.1: DO Endaze Planı.....	81
Şekil A.2: DO – Profil Görünüşü ve Batok Hatları.....	81
Şekil A.3: D-O Render Resmi.....	82
Şekil A.4: D-MA Endaze Resmi.....	82
Şekil A.5: D-MA Profil Resmi ve Batok Hatları.....	82
Şekil A.6: D-MA Render Resmi.....	83
Şekil A.7: D-Mİ Endaze Resmi.....	83
Şekil A.8: D-Mİ Profil Resmi ve Batok Hatları.....	83
Şekil A.9: D-Mİ Render Resmi.....	84
Şekil A.10: D-85 Endaze Resmi.....	84
Şekil A.11: D-85 Profil Resmi ve Batok Hatları.....	84

Şekil A.12: D-85 Render Resmi.....	84
Şekil A.13: D-90 Endaze Resmi.....	85
Şekil A.14: D-90 Profil Resmi ve Batok Hatları.....	85
Şekil A.15: D-90 Render Resmi.....	85
Şekil A.16: D-95 Endaze Resmi.....	86
Şekil A.17: D-95 Profil Resmi ve Batok Hatları.....	86
Şekil A.18: D-95 Render Resmi.....	86
Şekil A.19: D105 Endaze Resmi.....	87
Şekil A.20: D105 Profil Resmi ve Batok Hatları.....	87
Şekil A.21: D105 Render Resmi.....	87
Şekil A.22: D110 Endaze Resmi.....	88
Şekil A.23: D110 Profil Resmi ve Batok Hatları.....	88
Şekil A.24: D110 Render Resmi.....	88
Şekil A.25: D115 Endaze Resmi.....	89
Şekil A.26: D115 Profil Resmi ve Batok Hatları.....	89
Şekil A.27: D115 Render Resmi.....	89
Şekil A.28: E-O Endaze Resmi.....	90
Şekil A.29: E-O Profil Resmi ve Batok Hatları.....	90
Şekil A.30: EO Render Resmi.....	90
Şekil A.31: E-MA Endaze Resmi.....	91
Şekil A.32: E-MA Profil Resmi ve Batok Hatları.....	91
Şekil A.33: EMA Render Resmi.....	91
Şekil A.34: E-Mİ Endaze Resmi.....	92
Şekil A.35: E-Mİ Profil Resmi ve Batok Hatları.....	92
Şekil A.36: E-Mİ Render Resmi.....	92
Şekil A.37: E85 Endaze Resmi.....	93
Şekil A.38: E85 Profil Resmi ve Batok Hatları.....	93
Şekil A.39: E85 Render Resmi.....	93
Şekil A.40: E90 Endaze Resmi.....	94
Şekil A.41: E90 Profil Resmi ve Batok Hatları.....	94
Şekil A.42: E90 Render Resmi.....	94
Şekil A.43: E95 Endaze Resmi.....	95
Şekil A.44: E95 Profil Resmi ve Batok Hatları.....	95
Şekil A.45: E95 Render Resmi.....	95
Şekil A.46: E105 Endaze Resmi.....	96
Şekil A.47: E105 Profil Resmi ve Batok Hatları.....	96
Şekil A.48: E105 Render Resmi.....	96
Şekil A.49: E110 Endaze Resmi.....	97
Şekil A.50: E110 Profil Resmi ve Batok Hatları.....	97
Şekil A.51: E110 Render Resmi.....	97
Şekil A.52: E115 Endaze Resmi.....	98
Şekil A.53: E115 Profil Resmi ve Batok Hatları.....	98
Şekil A.54: E115 Render Resmi.....	98
Şekil A.55: N-O Endaze Resmi.....	99
Şekil A.56: N-O Profil Resmi ve Batok Hatları.....	99
Şekil A.57: NO Render Resmi.....	99
Şekil A.58: N-MA Endaze Resmi.....	100
Şekil A.59: N-MA Profil Resmi ve Batok Hatları.....	100
Şekil A.60: N-MA Render Resmi.....	100
Şekil A.61: N-Mİ Endaze Resmi.....	101

Şekil A.62: N-Mİ Profil Resmi ve Batok Hatları.....	101
Şekil A.63: N-Mİ Render Resmi.....	101
Şekil A.64: N85 Endaze Resmi.....	102
Şekil A.65: N85 Profil Resmi ve Batok Hatları.....	102
Şekil A.66: N85 Render Resmi.....	102
Şekil A.67: N90 Endaze Resmi.....	103
Şekil A.68: N90 Profil Resmi ve Batok Hatları.....	103
Şekil A.69: N90 Render Resmi.....	103
Şekil A.70: N95 Endaze Resmi.....	104
Şekil A.71: N95 Profil Resmi ve Batok Hatları.....	104
Şekil A.72: N95 Render Resmi.....	104
Şekil A.73: N105 Endaze Resmi.....	105
Şekil A.74: N105 Profil Resmi ve Batok Hatları.....	105
Şekil A.75: N105 Render Resmi.....	105
Şekil A.76: N110 Endaze Resmi.....	106
Şekil A.77: N110 Profil Resmi ve Batok Hatları.....	106
Şekil A.78: N110 Render Resmi.....	106
Şekil A.79: N115 Endaze Resmi.....	107
Şekil A.80: N115 Profil Resmi ve Batok Hatları.....	107
Şekil A.81: N115 Render Resmi.....	107
Şekil A.82: EO-O Endaze Resmi.....	108
Şekil A.83: EO-O Profil Resmi ve Batok Hatları.....	108
Şekil A.84: EO-O Render Resmi.....	108
Şekil A.85: EO-MA Endaze Resmi.....	109
Şekil A.86: EO-MA Profil Resmi ve Batok Hatları.....	109
Şekil A.87: EO-MA Render Resmi.....	109
Şekil A.88: EO-Mİ Endaze Resmi.....	110
Şekil A.89: EO-Mİ Profil Resmi ve Batok Hatları.....	110
Şekil A.90: EO-Mİ Render Resmi.....	110
Şekil A.91: EO85 Endaze Resmi.....	111
Şekil A.92: EO85 Profil Resmi ve Batok Hatları.....	111
Şekil A.93: EO85 Render Resmi.....	111
Şekil A.94: EO90 Endaze Resmi.....	112
Şekil A.95: EO90 Profil Resmi ve Batok Hatları.....	112
Şekil A.96: EO90 Render Resmi.....	112
Şekil A.97: EO95 Endaze Resmi.....	113
Şekil A.98: EO95 Profil Resmi ve Batok Hatları.....	113
Şekil A.99: EO95 Render Resmi.....	113
Şekil A.100: EO105 Endaze Resmi.....	114
Şekil A.101: EO105 Profil Resmi ve Batok Hatları.....	114
Şekil A.102: EO105 Render Resmi.....	114
Şekil A.103: EO110 Endaze Resmi.....	115
Şekil A.104: EO110 Profil Resmi ve Batok Hatları.....	115
Şekil A.105: EO110 Render Resmi.....	115
Şekil A.106: EO115 Endaze Resmi.....	116
Şekil A.107: EO115 Profil Resmi ve Batok Hatları.....	116
Şekil A.108: EO115 Render Resmi.....	116

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1: Türk Balıkçı Tekneleri Boy-Sayı Dağılımı (2012).....	2
Çizelge 1.2: Türk Balıkçı Filosu Nitelik Dağılımı.....	3
Çizelge 4.1: Balıkçı Teknesi Ana Boyutları.....	27
Çizelge 4.2: Yumrubaş Dizayn Notasyonu.....	31
Çizelge 5.1: Delta Kesitli Yumrubaş ve Ana Form Direnç – Hız Çizelgesi.....	34
Çizelge 5.2: Nabla Kesitli Yumrubaş ve Ana Form Direnç – Hız Çizelgesi.....	35
Çizelge 5.3: Elips Kesitli Yumrubaş ve Ana Form Direnç – Hız Çizelgesi.....	36
Çizelge 5.4: Dairesel Kesitli Yumrubaş ve Ana Form Direnç – Hız Çizelgesi.....	37
Çizelge 5.5: Dizayn Hızı 12 knot için Direnç ve Güç Değerleri.....	38
Çizelge 5.6: Artık Direnç Katsayısı Karşılaştırması.....	39
Çizelge 5.7: Ana Form Direnç Çizelgesi.....	44
Çizelge 5.8: Delta Kesitli Yumrubaş Formları Direnç Çizelgesi.....	44
Çizelge 5.9: Nabla Kesitli Yumrubaş Formları Direnç Çizelgesi.....	46
Çizelge 5.10: Elips Kesitli Yumrubaş Formları Direnç Çizelgesi.....	47
Çizelge 5.11: Dairesel Kesitli Yumrubaş Formları Direnç Çizelgesi.....	49
Çizelge 5.12: Ana Form Başlangıç Stabilite Değerleri.....	58
Çizelge 5.13: D-105 Formu Başlangıç Stabilite Değerleri.....	58
Çizelge 5.14: D-Mİ Formu Başlangıç Stabilite Değerleri.....	59
Çizelge 5.15: E-115 Formu Başlangıç Stabilite Değerleri.....	59
Çizelge 5.16: E-110 Formu Başlangıç Stabilite Değerleri.....	60
Çizelge 5.17: N-Mİ Formu Başlangıç Stabilite Değerleri.....	60
Çizelge 5.18: N-O Formu Başlangıç Stabilite Değerleri.....	61
Çizelge 5.19: EO-115 Formu Başlangıç Stabilite Değerleri.....	62
Çizelge 5.20: Seçilen Formların Stabilite Parametreleri.....	62
Çizelge 5.21: Ana Form Denizcilik Parametreleri.....	66
Çizelge 5.22: D-105 Denizcilik Parametreleri.....	67
Çizelge 5.23: D-Mİ Denizcilik Parametreleri.....	68
Çizelge 5.24: E-115 Denizcilik Parametreleri.....	69
Çizelge 5.25: E-110 Denizcilik Parametreleri.....	70
Çizelge 5.26: N-Mİ Denizcilik Parametreleri.....	71
Çizelge 5.27: N-O Denizcilik Parametreleri.....	72
Çizelge 5.28: EO-115 Denizcilik Parametreleri.....	73
Çizelge 6.1: Genel Karşılaştırma.....	76

AÇIK DENİZ TİPİ BALIKÇI TEKNESİNDE YUMRUBAŞ DİZAYNI

ÖZET

Uzun yıllardan bu yana denizcilik ile uğraşmış olan Türk toplumu, etrafı denizlerle çevrili olmasına rağmen, denizcilik alanında bir çok ülkenin gerisinde kalmıştır. Son yıllara baktığımız zaman Türk kıyıları ve sahillerinde balıkçı ve de gezi teknelerin de hem sayı hemde tonaj olarak gözle görülür bir artış olduğunu gözlemlemek mümkündür. Özellikle açık deniz balık avcılığı konusunda Türk Balıkçı Filosu oldukça zayıf kalmış ve halihazırdaki tekneler iç denizlere uygun bir şekilde dizayn edildiklerinden bulundukları alanların dışına avlanmak için pek çıkmamışlardır. Türkiye’de deniz balıkçılığı temelde kıyı ve yakın sahil balıkçılığı şeklinde olup tekneler bu tip avlanmaya daha uygundur. Bu tip tekneler de açık deniz için yeterli performansa sahip değildirler. Bu açıdan bakılarak Türk Tipi balıkçı teknesi türleri üzerindeki çalışmanın eksikliği üzerine gidilmiştir. Daha önce bu konuda yapılmış olan Türk Tipi Balıkçı Teknesi İÇTAG I243 projesinden yola çıkarak, elde edilmiş olan form üzerinde daha az dirence sahip ve de daha hızlı tekneleri verecek olan yumrubaş uygulamaları ve dizaynı incelenmiştir.

Bilindiği gibi yumrubaş gemi etrafında oluşan dalga profilini değiştirerek, dalga direnci üzerinde azaltıcı rol oynamaktadır. Her ne kadar balıkçı teknesi de olsa düşük direnç her zaman için aranan bir nitelik olmuştur. Dirence ek olarak, açık denizlerde avlanması öngörülen bu tip tekneler için yumrubaş uygulaması ve dizaynı sırasında sadece dirence bakılmayacak aynı zamanda elde edilen farklı formlar üzerinde stabilite ve denizcilik hesaplamaları yapılmak suretiyle balıkçı teknesinin form yapısı da incelenecektir.

Bu çalışmada öncelikle Türk Balıkçı Filosu ile ilgili genel bilgiler verilmiş ve eksik yönleri üzerinde durulmuştur. İÇTAG I243 projesinde elde edilmiş olan optimize balıkçı formu üzerinde çalışmalar yapılmak suretiyle toplamda 36 farklı yumrubaş modellenmiş ve bu yumrubaş türleri ana form üzerine eklenerek incelenmiştir. Direnç, stabilite ve denizcilik yönünden bu formlar birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Direnç açısından en iyi ve en kötü formlar seçilerek kazanç ve kayıplar ortaya konmuş ve sınırlar belirlenmiştir. İkinci olarak seçilen en iyi formlar arasında stabilite hesapları yapılmış ve yumrubaşın stabilite üzerindeki etkisi incelenmiş ve etkilerinden bahsedilmiştir. Üçüncü olarak yine aynı formlar üzerinde Akdeniz göz önüne alınarak denizcilik hesapları yapılmış ve denizcilik yönünden hangi formun daha iyi sonuçlar verdiği ve karşılaştırmalar bu çalışmada yer almıştır.

Çalışma neticesinde modellenmiş formlar arasından en uygun formun seçilimi tamamlanmış ve geleceğe yönelik çalışma ve önerilerden bahsedilmiştir. Bu çalışma ile Türk Tipi açık deniz balıkçı teknesi üzerinde yumrubaş uygulamaları incelenmiştir. Bu inceleme dizayn hızı temel olacak şekilde direnç, stabilite ve denizcilik hesaplarını kapsayacak şekilde yapılmış olup balıkçı tekneleri için

yumrubaş uygulanmasının etkinliğine bakılmış ve elde edilen yumrubaşlı formlar arasından en iyi tek bir formun seşilmesi amaçlanmıştır. Her bir inceleme konusu iřin farklı yumrubaş tűrleri farklı sonuşlar vermiştir. Gerek direnç, gerek stabilite, gerekse denizcilik hesaplarında olsun farklı tipteki yumrubaşların etkileri beklendiği gibi farklı sonuşlar vermiştir. Bu alışma ile açık deniz tipi amacı ile tasarlanmış olan balıkçı formuna uygulanan yumrubaşlar arasından yapılan incelemeyle bir form belirlenmiş ve kısa vadede ilk amaç gerçekleştirilmiş olmuştur.

BULBOUS BOW DESIGN FOR SEA GOING FISHING VESSELS

SUMMARY

It is a well known fact that Turkish Society has not been performed well on fishery although subject country has more than enough in land waters and seas around. Particularly, Turkish Fishing Fleet underperforms at open sea conditions. As mentioned in project ICTAG I243, in Turkey fishing has been mostly practise as sea-shore and coasline fishery. Most of the vessels in Turkish Fishing Fleet has not enough sea worthiness characteristics for deep water fishery. If we check the international fishery statistics, it's clear that the 80 millions tons of fish annually, and Turkey has very small percentage on it. Although there has been improvements on new vessels in recent years, Turkish Fleet still is not capable of going on open sea. Turkish Fleet characteristics has been supporting this situation. In 2012, there are only 225 vessels having higher than 30 meters overall lenght. It is very small amount inside 20.100 vessels. This situation clearly shows that Turkish Fishery is imprisoned inside their shores. To change and improve this situation, in this paper, sea going fishing vessel is focal point.

To start this paper, parent form is necessary to work on it. Therefore, after several researchs, parent form has been found. Previosly done project ICTAG I243 aims to improve classical Turkish Fishing Vessel for sea worthiness characteristics and designed a new hull form with improved characteristics. Grounding on this vessel form, in this paper bulbous bow designs has been carried on. In total, there are 36 different bulbous bow designs with 4 different bulbous bow sections. All those bulbous bow designs has been compared according to how good on resistance charactericits, how they impact on stability and how they change sea worthiness characteristics. All calculations has been done using "Maxsurf" and form designs has been done using "Rhinoceros 4.0".

On first part of this paper, Turkish Fishing Fleet has been described and explained its characteristics. In recent years, it well noticable fact that Turkish Fleet has expanded in large number. However, when the characteristics have been checked, most of the fleet is more suited for shore, inland sea fishery. There are very few vessels are suited for open sea fishery. From the tables, there are approximately 20000 vessels in Turkish Fishing Fleet and nearly 15000 of them have overall lenght not more than 12 meters. It can be say that Turkish Fishery has been limited to its shores. To change this situation, firstly TUBITAK ICTAG I243 project has been made. Prof. Dr. Abdi Kukner as a project leader carried out this research and created a new hull form generated from classical Turkish Fishing vessel form. By doing that, new hull form is more suitable for open waters and sea worthiness characteristics have been improved significantly.

On second part, bulbous bow description has been made. When historical development process has been examined for bulbous bow, all started with ram bows as a weapon. Especially in ancient Greek, ram bows had been used as a weapon in great numbers. If we keep going on in history, in 1778 Charles Bossut had been discovered another use of bulbous bow. Although researches have been stated with just curiosity, later he discovered that bulbous bow can cause lesser resistance values on ships. Later on, in 1867, W. Froude again had made researches about bulbous bow and tested on his two models named Raven and Swan. He noticed that model with bulbous bow has lesser resistance and then he made hundreds of models tests and studied on wave making resistance. In 1905, this time Taylor handle Froude's work and he designed first ship with bulbous bow, Delaware. In history, there are many studies have been placed in literature and all studies are still going on at the present time. Modern bulbous bow has been developed by T. Inui as knows also "father of bulbous bows". T. Inui applied bulbous bow to all kind of ships such as motoryachts and supertankers. Also, Inui mostly focused on wave pattern generated by hull in water.

Bulbous bow changes the wave form which is generated due to movement of ship on its hull and this causes less wave resistance on hull. The effect of bulbous bow occurs on wave pattern generated by hull form. Bulbous bow effects wave pattern by damping its amplitude and thus smaller resistance can be achieved by small wave form through the hull. An experiment has been made to prove this effect. A sphere fully submerged in fluid moving with a speed and a negative pressure area occurs around the sphere which is damping the wave profile. Experiments showed that bulbous bow is most effective when Froude Number is between 0.24 and 0.56.

Bulbous bow can be grouped in three different types. First one is delta-type bulbous bows. Second one is ellipse (circular) type bulbous bows and last one is nabla-type bulbous bows. This types are in connection with cross section of bow. The shape of cross section of bow, determines the type of bulbous bow.

On third part, mathematical theory has been explained. The components of total resistance are friction resistance, viscous resistance and wave resistance and also other components are residual resistance and friction resistance. In this part, components are explained. In this paper, for friction resistance, ITTC's formula has been used. As mentioned before, bulbous bow changes the wave form on hull and this effect is similar to damping effect. Therefore, wave forms have been explained detailed in every way.

On fourth part, main characteristics of hull form has been explained. Overall Length is 33.7 m and breadth is 8.96 m and draught is 2.5 m. All graphical designs have been carried out by using Rhinoceros 4.0. As mentioned before, there are 3 types of bulbous bows. In this paper, 36 different bulbous bows have been designed as 4 types. As they are delta type, nabla type, circular and ellipse types. This is because circular and ellipse type studied as different forms, although they grouped as one in Krach's Method. While designs doing, there are some key points followed. Firstly, it's important to keep buttocks undisturbed. Secondly, in design process, all design and fairing work should be done on one view to provide adaptability on maximum level. Also, waterlines should stay undisturbed. The other one is, all design work must be limited to only bow and should not affect aft or mid parts of ship. Additionally, C_p should keep fixed (or very small changes) if possible. Deadrise

angle should not be changed and bow form of hull should stay the same until design water line. All these guidelines also showed on hull forms and sections as images in this thesis.

On this part also design notations have been explained. For delta types D-X, for ellipse and circular E-X and EO-X and for nabla N-X parameters are used. X here defines the sub-type of bulbous bow.

On last part, comparison for resistance, stability and sea worthiness has been made. For resistance, Holtrop-Mennen Method is used. Although there are several more methods, Holtrop Mennen Method is more efficient and effective than other methods. Resistance comparison carried for 10, 11, 12, 13 and 14 knots. Despite the calculations are made for each speed differences, however, final choice is made for 12 knot which is design speed. While doing this, not only good forms have been chosen but also forms have bad impact on resistance also considered. By doing so, a range for resistance comparison has been obtained. In total 12 designed forms have been chosen as good ones and bad ones to draw a range. Comparison is made for total resistance, residual resistance coefficient and differences and resistance gains stated as percentage. Also wave profiles created and made another comparison between them. In this way, resistance calculations are supported with wave profiles comparison. For stability, only 7 forms included in comparison, because only 7 of 12 forms had good impact on resistance. So, we can choose the best form out of resistance and stability comparisons. Stability curves are calculated for all forms and KG, KM, GM, KB, BM values are calculated. It should be mentioned that KG values are not given in ICTAG project so to obtain KG values, weight distribution has carried out to calculate KG. Max GZ and its degree is calculated to make good comparison. At last, sea worthiness comparison is conducted. It is divided into two different parts to make effective comparison as heave and pitch motions. First, selected 7 forms has been studied for their heave characteristics. Secondly, same forms studied for their pitch characteristics. It's known that bulbous bow have different effects on pitch and heave therefore, comparison is made into two parts.

After all comparisons are done, final forms are located in table and one form is selected as the most suitable bulbous bow form for Turkish Fishing Vessel Form. In this thesis, Bulbous bow applications on Turkish Form Fishing Vessel has been conducted and in principle 3 different points are compared as resistance, stability and sea worthiness characteristics. On desing speed, D-Mİ form and E-115 form gave the best results for resistance. Secondly, for stability, D-Mİ form has gave the best results and as mentioned before, sea worthiness divided into two categories. For heave, D-Mİ gave the best results and for pitching, E-115 is the best form. However, our aim is to chose the best form inside all of these calculations, not only one way. When we check, D-Mİ form gave the best results for resistance, stability and heave, this means this form gives the best 3 results of 4 different aspects. On the other hand, stability and sea worthiness characteristics results showed that the bulbous bow has very little effect on stability and heave and pitch values. In this regards, it is also to keep in mind that the E-115 which is the best for resistance values so, for further research, this form also should be considered.

For future work, bulbous bow applications on stern of ship will be carried out to minimize the wave profile and amplitude on ship. Also, more powerful and accurate calculations should be carried out with CFD. This is not carried out because

of the time lag. With this thesis, our aim is achieved and we chose a fishing vessel form which is the best form for stability, resistance and sea worthiness characteristics.

1. GİRİŞ

1.1 Türk Balıkçı Teknelerinin Durumu

Son yıllara baktığımız zaman Türk kıyıları ve sahillerinde balıkçı ve de gezi teknelerin de hem sayı hemde tonaj olarak gözle görülür bir artış olduğunu gözlemlemek mümkündür. Ancak, bahsi geçen bu teknelerinin çoğunluğunun açık denizlerdeki sert rüzgârlara ve yüksek dalgalara karşı elverişsiz olduğu görülür.[9]. Türk kıyıları ve sahillerinde geçimlerini denizden sağlayan, bu teknelerin içerisine balıkçılık, turistik gezi, tekne turları, yakın adalara gezilere kadar her şeyi katabiliriz. Son yıllarda bu teknelerin sayısında büyük bir artış yaşanmış olup örnek olarak 1980’li yıllara bakıldığında; örneğin Cunda-Ayvalık limanında kayıtlı balıkçı ve gezi teknelerinin sayısı 15’i geçmezken, şimdi 500’ün üzerindedir [9].



Şekil 1.1: Balıkçı Teknesi Tarihsel Gelişimi [9]

Her ne kadar balıkçı teknelerinde gözle görülür bir artış olmuş olsa da, Türkiye’de balıkçılık daha çok sahil ve kıyı balıkçılığı şeklinde yapılmaktadır [3]. Genel olarak balıkçı tekneleri incelendiğinde son dönemlerde boyutlarda ve kapasitelerinde artmalar gözükse de teknelerin formu hala eski klasik kıyı

balıkçılığına uygun formlardan kurtulunamamıştır. Teknelerin form özellikleri geleneksel kıyı balıkçılığına göre dizayn edilmiş tekneler ile aynıdır [3].

Çizelge 1.1 Türk Balıkçı Tekneleri Boy-Sayı Dağılımı (2012) [19]

<i>Boy Grubu (m)</i>	<i>0-4.9</i>	<i>5-7.9</i>	<i>8-9.9</i>	<i>10- 11.9</i>	<i>12- 14.9</i>	<i>15- 19.9</i>	<i>20- 29.9</i>	<i>30- 49.9</i>	<i>50+</i>	<i>Toplam</i>
Deniz	844	10414	3058	814	695	426	522	218	7	16998
İçsu	288	2477	236	28	59	14	0	0	0	3102
Toplam	1132	12891	3294	842	754	440	522	218	7	20100

Kendi kıyılarına hapsedilmiş Türk balıkçılığı, bu sınırlarından kurtulup Akdeniz'in açık sularında avlanmaya başlaması gerekmektedir. Özellikle balık yasağının olduğu aylarda açık deniz balıkçılığına daha fazla ağırlık verilmesi gerekmektedir [9]. Dünya geneline bakıldığında net bir şekilde görülür ki, dünya çapında avlanan 80 milyon tondan fazla balığın büyük çoğunluğunu Japonya, ABD, Çin, Rusya, Norveç oluşturmaktadır [9]. Türkiye'nin payı ise çok azdır [9]. Örnek olarak Batı Avrupa'daki küçük tonajlı balıkçı gemilerine baktığımız zaman, bu gemiler kıyılardan 200 mil açıktan iki üç hafta boyunca rahatlıkla avlanmaktadırlar [10].

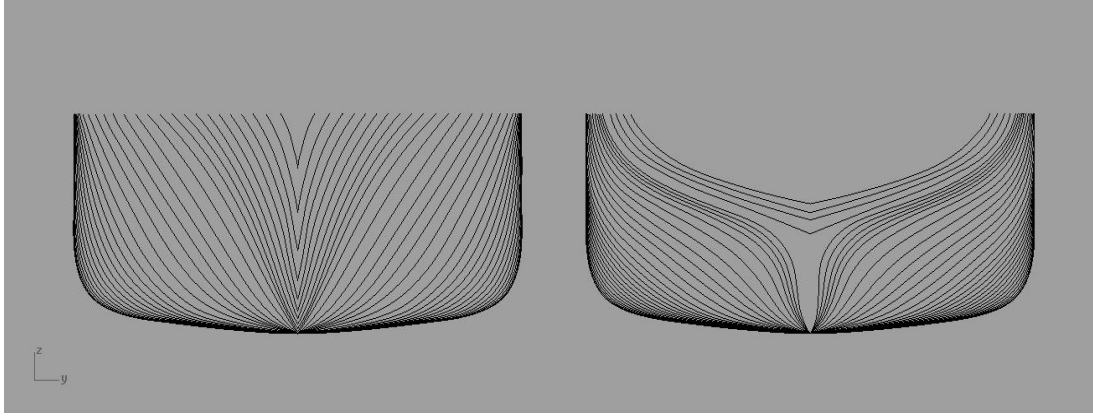
Türk balıkçı filosunu oluşturan teknelerin genel özellikleri incelendiğinde, tüm tekneler dâhil balıkçı filomuzdaki tekne sayısı yaklaşık 20000 civarındadır [19]. Devlet İstatistik Enstitüsü verilene göre balıkçı filomuzun adet ve tonaj olarak dağılımları aşağıdaki Çizelge 1.2'de gösterilmiştir. Bu Çizelgeye bakıldığında zaman açıkça görülmektedir ki filoyu oluşturan teknelerin büyük çoğunluğu 50 gros tonun altında olup açık deniz balıkçılığına uygun olan teknelerin sayısı azdır [3].

Çizelge 1.2 Türk Balıkçı Filosu Nitelik Dağılımı [18]

	2007	2008	2009	2010	2011
Tonaj grubu - Group of tonnage (gross ton)					
1 - 4	13 423	13 155	12 783	12 423	10 154
5 - 9	1 904	1 753	2 033	2 132	2 014
10 - 29	1 132	1 054	902	952	1 004
30 - 49	404	393	376	373	372
50 - 99	396	371	368	413	381
100 - 199	291	291	272	247	248
200 - 499	112	127	97	98	113
500+	19	17	14	12	14
Motor gücü grubu - Group of horsepower (kw)					
1 - 9.9	6 658	6 141	6 490	6 026	5 095
10 - 19.9	3 172	2 651	2 508	2 407	1 790
20 - 49.9	3 435	3 297	3 402	3 629	2 790
50 - 99.9	1 802	2 147	1 924	1 960	2 075
100 - 199.9	1 305	1 598	1 327	1 363	1 268
200 - 499.9	823	826	803	868	855
500+	486	501	391	397	427
Uzunluk grubu (metre) - Group of length (meters)					
1 - 4.9 ⁽¹⁾	226	159	-	-	-
5 - 7.9	9 882	9 448	9 312	9 196	7 293
8 - 9.9	4 938	4 855	4 947	4 871	4 512
10 - 11.9	606	666	748	728	662
12 - 14.9	625	664	585	603	607
15 - 19.9	485	467	422	420	400
20 - 29.9	637	632	623	609	593
30 - 49.9	264	255	198	215	223
50+	18	15	10	8	10

Yapılan çalışmalar ve elde edilen sonuçlar göstermiştir ki Türk balıkçı filosu ağırlıklı olarak kıyı balıkçılığı yapabilecek kapasitedir. Bu duruma karşın, son yıllarda tekne boyut ve kapasitelerinde artış gözlenmiştir. Türk balıkçı filosunun çoğu 10 m civarında olsa da son yıllarda yeni ve büyük tekneler inşa edilmiştir [3].

Tüm bu çalışmaların sonucunda, Türk tipi balıkçı filosunu temsil eden balıkçı teknesinin genel özellikleri belirlenmiş [3] ve bu Türk tipi balıkçı teknesini temsil edebilecek yeni bir tekne formu oluşturulması üzerinde çalışılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, klasik Türk tipi teknesinin Akdeniz’de ancak yılda 137 gün çalışabildiği hesaplanmış [3] ve bu form üzerinde iyileştirme ve düzeltmelere giderek bu süre arttırılmaya çalışılmıştır. Prof. Dr. Abdi Kükner’in yönetiminde yapılan TÜBİTAK İÇTAG I243 projesi göstermiştir ki, optimize edilen form sonucu elde edilmiş olan yeni teknenin denizcilik özellikleri ve performans analizi yapılmış ve 137 günlük çalışma süresi 166 güne çıkarılmıştır [3].



Şekil 1.2 Balıkçı Teknesi Ana Form (İÇTAG I243) Endaze Planı

1.2 Yapılan Tez Çalışmasının Tanımı ve Amacı

Bu tez çalışmasında Açık Deniz Tipi Balıkçı Tekne Formu üzerinde Yumrubaş Uygulamaları” yapılmış olup farklı formlarda tanımlanmış ve de optimize edilmiş olan bu yumrubaş formlarının balıkçı teknesi üzerindeki direnç, stabilite ve denizcilik yönünden etkisinin incelenmesi yapılmıştır. Seçilmiş olan teknenin tam boyu 33.7 m’dir. İlerde bahsedileceği gibi klasik yumrubaş tiplerinin dışında farklı formlar da göz önüne alınıp, bu farklı tasarımların birbirlerine göre iyi ve kötü yanları ele alınmıştır. Yapılan hesaplamalarda “Maxsurf” adlı program kullanılmıştır. Direnç, stabilite ve denizcilik hesapları bahsi geçen bu programın bileşenlerinin kullanılması ile hesaplanmış ve sonuçları bu tezin ilerli bölümlerinde verilmiştir. Optimize edilmiş form “Rhino 4.0” programı ile modellenmiş olup, bu programın bir eklentisi ile “Maxsurf” den elde edilen hidrostatik hesaplamaların doğruluğu kontrol edilmiştir. Ayrıca direnç hesaplamalarında Holtrop [5, 6] yöntemiyle hesaplayan başka bir program kullanılmış olup, aynı şekilde hesaplamaların kendi içinde doğrulukları kontrol edilmiştir.

Bu çalışmanın ilk bölümünde kısa bir giriş yapıp Türk balıkçı filosunun özelliklerinden bahsedilmiştir. Çalışmanın genel konusu ve amacı anlatılmış ve izlenecek yol belirtilmiştir.

İkinci bölümde ise, ele alınan forma uygulanacak yumrubaşın tanımlamaları, tarihsel gelişimi ve farklılıklarından bahsedilmiştir. Kullanılan farklı yumrubaş modellerinin ne tarz farklılıklarla uygulandıklarından sözedilmiştir.

Üçüncü bölümde ise matematiksel model ve teorisi ele alınmış olup, direnç ve bileşenleri, yumrubaş-direnç etkileşimi, stabilite ve denizcilik hesaplarından bahsedilmiştir. Yapılan kapsamlı hesaplamalarda sadece dirence bakılmamış aynı zamanda yumrubaşın oluşturduğu baş dalgasının formu da incelenmiştir. Bu sayede her açıdan incelenen yumrubaşın optimize edilmiş balıkçı tekne formuna olan uygunluğu ele alınmıştır.

Dördüncü bölümde ise, tekne ana formu ve yumrubaşlı formların detaylarından bahsedilmiştir. Her bir formun modeli yapılmış olup, bu modellerin görsellerine yer verilmiştir. Yumrubaşlı form notasyonundan da bahsedilmiştir.

Sonuç bölümünde de, tüm bu elde edilen verilerin karşılaştırılması yer almakta olup, hangi yumrubaş tipinin hangi koşullarda uygun olacağı tartışılmıştır ve mümkün olan gelecek çalışmalardan bahsedilmiştir.

2.YUMRUBAŞ NEDİR VE TARİHSEL GELİŞİMİ

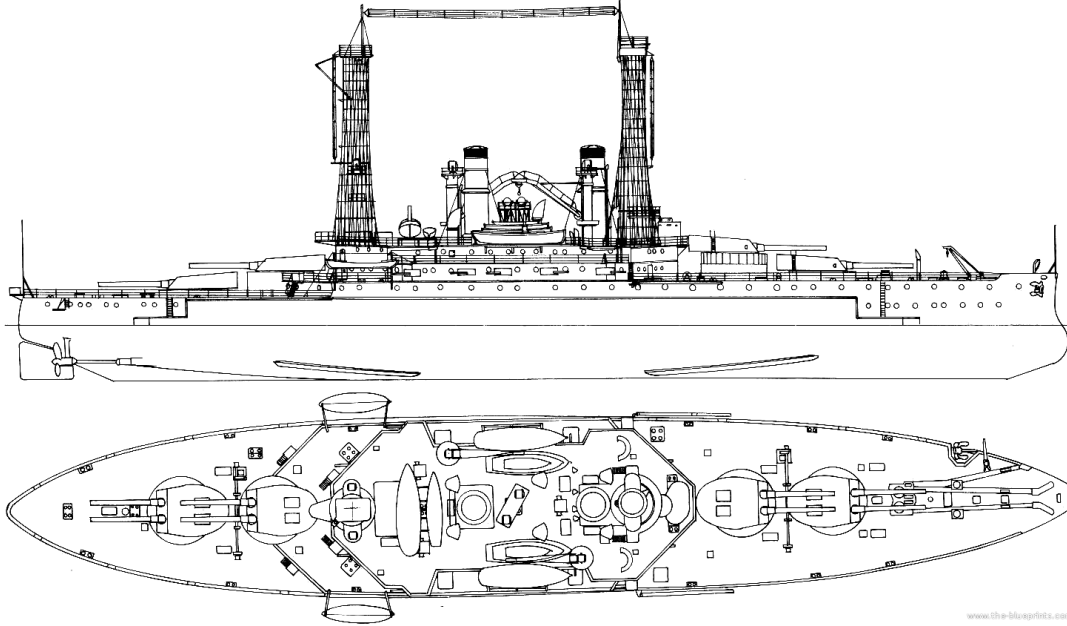
2.1 Tarihte Yumrubaş ve Uygulamaları

Gemi dizaynının tarihsel gelişimine bakıldığı zaman, tüm gelişmelerin yanında yumrubaş şüphesiz modern gemi inşaatın en önemli eseridir. En temel halde yumrubaş, gemi başında oluşan dalgaların yüksekliğini azaltarak direnç üzerinde pozitif bir etki oluşturmaktadır, yani yumrubaş baş dalgasının formunu değiştirmektedir.

Yumrubaş'ın tarih sayfalarında gözükmesi ilk olarak “koçbaşı” (ram) olarak kullanılması ile ortaya çıkmıştır. Antik Yunan ve Roma medeniyetlerindeki savaş gemilerinde bir çeşit silah görevi yapması için kullanılmış ancak ateşli silahların gemilerde kullanılmaya başlaması ile popülerliğini kaybetmiştir [8]. Bunun ardından, 1800lü yıllarda yumrubaş yeniden ortaya çıkmış ve sınırlı ateş gücü olan teknelerde yine bir silah görevi görecektir şekilde kullanılmıştır.

Yumrubaşın silah olarak kullanıldığı dönemlerde sadece birkaç bilim adamı başka bir işlevi olup olmadığını merak etmiştir. Fransız bilim adamı Charles Bossut 1778 yılında yumrubaşın direnç azaltıcı etkisini küçük ölçekli bir model üzerinde incelemiş ancak fikri hiçbir zaman uygulamaya konulmamıştır [8]. 1867 yılında, İngiliz mühendis W. Froude bu düşünceyi ele almış ve küçük ölçekli gemi modelleri üzerinde direnç deneyleri yapmıştır. Yaptığı iki adet modelde geleneksel formda olan Raven [8] ve yumrubaş benzer “geniş dairesel baş formu” Swan [8] modelleri üzerinde yaptığı çalışmalar sonunda Swan adlı modelin daha az dirence sahip olduğunu gözlemlemiştir. Bunun üzerinde Froude çalışmalarını yüzlerce model üzerinde devam ettirmiş ve dalga yapma direncini incelemiştir. Böylece denebilir ki yumrubaşın en temel mekanizmalarının geliştirilmesi Swan isimli modelin testleri sırasında bulunmuştur. Daha sonra ise Amerika tarafına bakıldığında 1905 yılında D. Taylor, Froude'un çalışmalarını tekrar ele almış ve gemi başında olan yumrubaşın

yüksek hızlarda dalga direncini azalttığını tasavvur etmiş ve “Delaware” isimli savaş gemisini yumrubaş kullanarak tasarlamıştır [8].



Şekil 2.1 USS Delaware Savaş Gemisi [10]

O zamandan 1960’lı yılların ortalarına kadar tüm Amerika gemileri yumrubaşla inşa edilmiştir. Daha sonra D. Taylor 1923 yılında, “Marine Engineering and Shipbuilding Age” dergisinde yayınladığı makalede yumrubaştan ve baş dalgasını azaltıcı etkisinden bahsetmiştir [8]. Aynı zamanda Taylor kendi yumrubaşını tasarlarken, 1911 yılında Rus gemi inşaat mühendisleri aynı şekilde Froude’un çalışmasından esinlenerek kendi çalışmalarını yapmışlardır. Benzer şekilde iki adet model geliştirmişler –bir tanesi yumrubaşlı ve bir tanesi yumrubaşsız olacak şekilde- ve bu modeller üzerinde çalışmışlardır. Ancak, yaptıkları gemi formları geleneksel formda olduğundan güç üzerinde yumrubaşın etkisini çok az bulmuşlardır [8]. Daha sonraları o dönemde deneylerde çalışmış olan Rus bilim adamı Vladimir Yourkevitch devrim sırasında Rusya’dan kaçmış ve Fransa’ya yerleşmiştir. O dönem için çığır açıcı bir tasarım geliştirmiştir ve Fransız “Normandie” gemisinde uygulamıştır. Bu okyanus ötesi gemi inşası için Fransızlara kendi dizaynını sunmuş ve bu forma “violin” gövde adı vermiştir. Başkesit su hattında incelmekte ve yumrubaş kullanımına olanak vermekte olan bir formdur. İlerleyen zamanlarda Yourkevitch ile birlikte diğer bilim adamları çalışmalarına

devam etmiştir ve Hamburg deney havuzundaki çalışmalar sonucunda kendi gövde tasarımının direnç üzerinde %5 iyileşme sağladığını hesaplamıştır [8].

Belirtilmesi gerekir ki, yumrubaş üzerine yapılan çalışmalar Normandie gemisiyle sonlanmamıştır. Modern anlamda bilinen yumrubaş asıl olarak T. Inui tarafından geliştirilmiştir. Inui, yumrubaş motoryattan süper tankerlere kadar neredeyse tüm gemi formlarına uygulamıştır. Ancak bu çalışmalar gemilerin direncini düşürmekle ilgilenmekten çok, geminin dalga yapmasının kontrolü üzerinde yoğunlaşmıştır [8]. Bu konuda çalışmalar devam etmiş ve gemi formunun iyileştirilmesi ile ilgili ilk olarak J.S Russell çalışmalar yapmış ve daha sonraları 1898 yılında J.H. Michell, ince tekne formlarının direncini veren kompleks formülü geliştirmiştir. 1920 ve 30lu yıllarda geliştirdiği bu formül matematikçiler tarafından geliştirilmeye devam edilmiş ve T. Havelock, C. Wigley ve G. Weinblum tamamen batmış bir kürenin (yumrubaş temsil edecek şekilde) gövdenin oluşturduğu dalgaları nötrleştirdiği göstermişlerdir [8]. Daha sonraları bu çalışmaları takip eden T. Inui, bu konuda çalışmalarına devam etmiş ve Michell'in formülü ve tamamen batmış kürelerle ilgili çalışmaları geliştirmişlerdir. Inui, gemi dalga modelleri (wave pattern) üzerine çalışmalarını devam ettirmiş ve hem başta hem kıçta yumrubaş kullanarak, hem baş hemde kıçta oluşan dalgaları ortadan kaldırmaya çalışmıştır. 1960 yılında model testlerini tamamlamış ve 2 adet yumrubaş neredeyse tamamen dalgaları ortadan kaldırdığını doğrulamış ve bulduklarını 2 adet yolcu gemisinde uygulamıştır. Seyir testleri göstermiştir ki, maksimum hız için gereken güç normale göre %13 daha az hesaplanmıştır ve tüm bunları Inui, SNAME'ye sunmuştur ancak ona karşı büyük bir şüpheyile yaklaşmıştır [8].



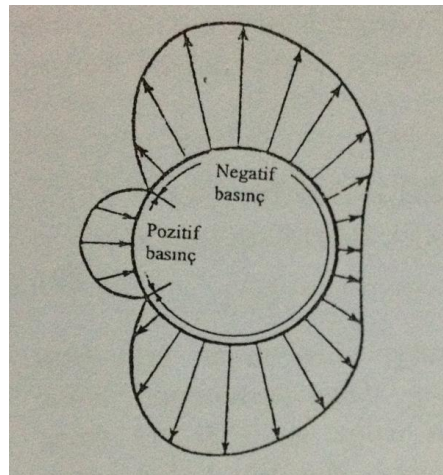
Şekil 2.2 Takao Inui [8]

Tüm çalışmalar yumrubaşıla ilgili olarak devam etmiş ve 1980’li yıllarla gelindiğinde gemi baş formları tüm dünyada yumrubaşıla birlikte tasarlanmaya başlanmıştır. Yumrubaş formları kullanım alanlarına göre çeşitli form ve yapılarında farklılıklar göstermiş olsalarda, gemi inşacılar tarafından halen “Inui Yumrubaşı” olarak bilinmektedir. İlginç bir not verilirse, yumrubaşıla ilgili çalışmaları çığır açan Inui, bu konuda asla para kazanmamış olup dünya çapında Yumrubaş babası “Father of the Bulbous Bow” olarak tanınmıştır [8].

Inui dışında 1970’li yıllarda yumrubaşıla ilgili 2 adet önemli dizayn yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden ilki 1974 yılında geliştirilmiş olan Yim’in yöntemi [15] ve 1978 yılında geliştirilen Kratch’ın [1] yöntemidir. Bu iki yöntem en çok kullanılan ve kabul edilen dizayn yöntemleri olup ön dizayn aşaması sırasında kullanılmaları çok uygundur. Yumrubaş dizaynının konu alındığı bu çalışmada Kratch[1] Yöntemi kullanılmıştır.

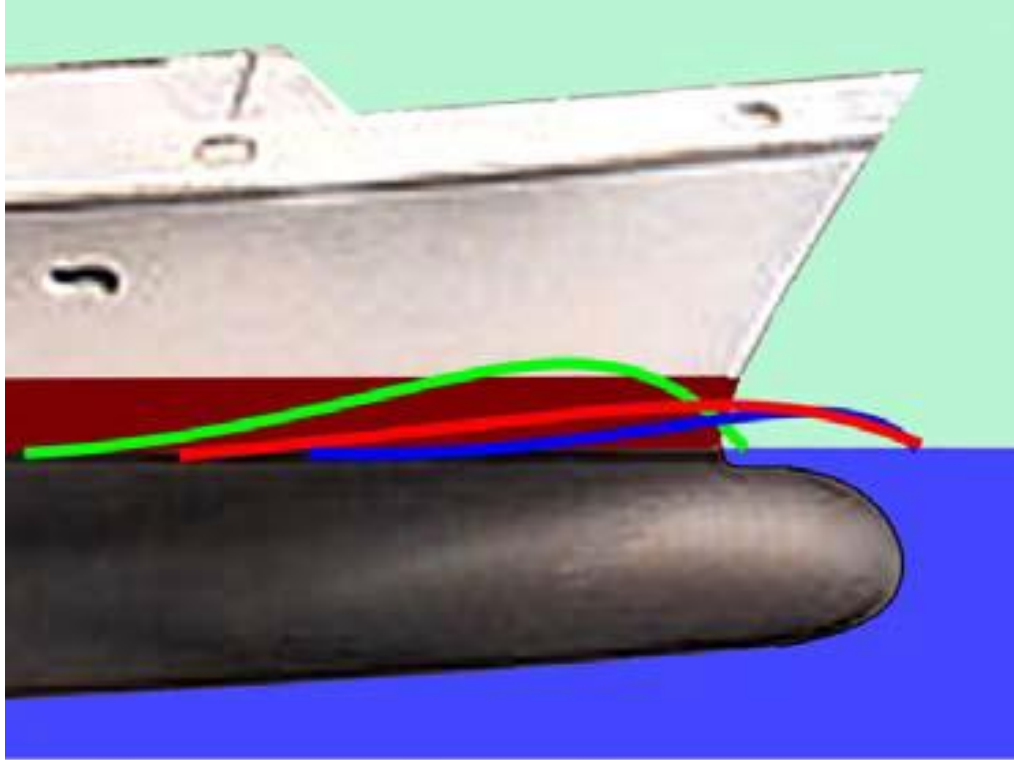
2.2 Yumrubaş

En temel anlamda yumrubaş (bulbous bow), gemi baş dalgasına etki ederek, sönümlendirici rol oynar. Ayrıca, düzgün tasarlanmış ve pürüzsüz bir yumrubaş, viskoz direnç üzerinde de etkili olmaktadır [12]. Yumrubaşın gemi baş dalgası üzerindeki etkisi, gemi baş tarafında oluşan basınç dağılımını değiştirerek, oluşan bu baş dalgasının değerini azaltmasıdır. Bu durumu açıklamak için, bir akışkan içine tamamen daldırılmış ve belirli bir hızda ilerleyen bir küreyi ele alırsak, aşağıdaki şekilde görülen bir basınç dağılımının oluştuğu gözlenmektedir [7].



Şekil 2.3 Su içindeki Kürenin Basınç Dağılımı

Kürenin su seviyesinde hareket etmesi sonucunda negatif basınç alanı oluşacak ve su aşağı doğru emilecektir. Bu durumun sonucunda kürenin hareket ettiği belirli hızda dalga çukuru ile başlayan bir Kelvin dalgası oluşacaktır [12]. Bu durum bize açıkça gösterir ki, eğer gemi baş formunda oluşan yüksek basınç bölgesinin alt kısmında küre formunda bir yapı kullanılırsa, direnç yönünden olumlu bir etki oluşacaktır. Yani gemi formunun oluşturduğu baş dalgasının dalga tepesi ile kürenin oluşturduğu dalga çukuru girişimi sonucunda burada oluşan dalga formu ilk durumuna göre daha küçük olacaktır. Bu durum da direnç üzerinde olumlu etki bırakacaktır.



Şekil 2.4 Gemi Baş Dalgası

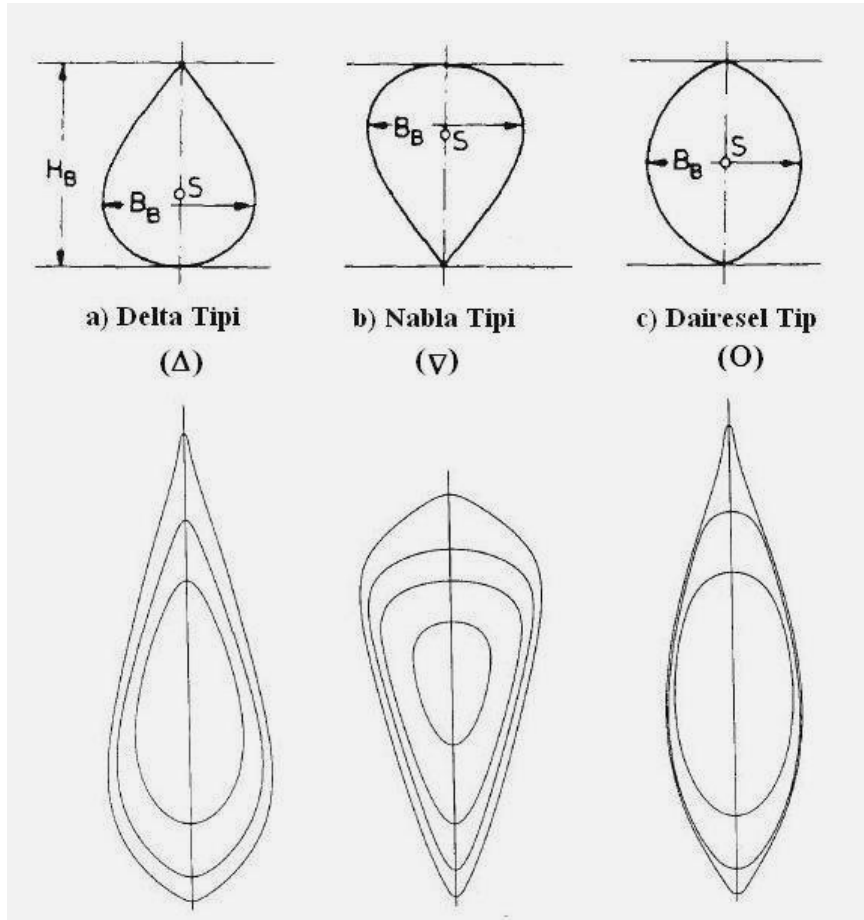
Burada Şekil 2.4'ten de görüldüğü gibi, yeşil ile gösterilmiş olan eğri geminin oluşturduğu dalga tepesidir. Mavi ile gösterilmiş olan eğri ise sadece yumrubaş formunun oluşturduğu dalga çukurunu ifade etmektedir. Bu iki dalganın girişimi ise kırmızı renkte gösterilmiş olup, dalganın sönümlenmesini net bir şekilde göstermektedir. Bazı makaleler, yumrubaşın etkisi $0.24 < Fn < 0.56$ Froude sayısı aralığında en etkili sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir [2].

Temel olarak yumrubaşlar sınıflandırıldığı zaman üç ayrı ana başlıkta toplanabilecekleri görülmektedir.

1. Delta (Δ) Tipli Yumrubaşlar: Damla şeklinde tasarlanmış olan bu tip yumrubaşlar, en çok kullanılan tipteki yumrubaşlardır [13]. Delta tipinde ağırlık merkezi gemi kaide hattına daha yakındır. Taylor tipi yumrubaşlar bu tip yumrubaşlardan sayılmaktadır.

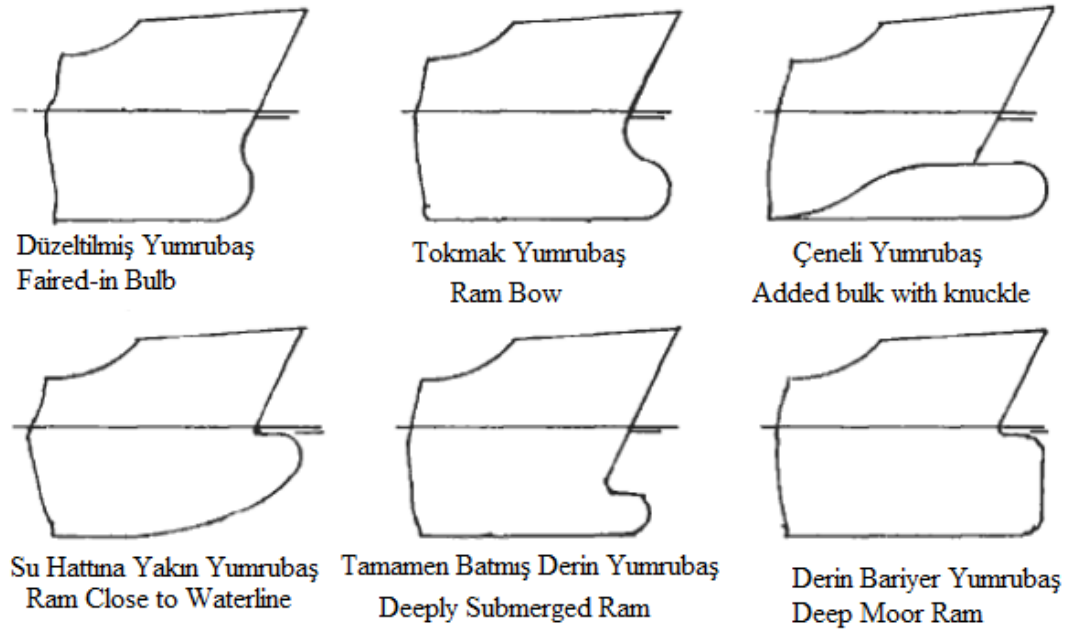
2. Dairesel-Eliptik (O) Tipli Yumrubaşlar: Ağırlık merkezleri yumrubaşın ortasında olmaktadır ve daireseleliptik formlarından dolayı inşa aşamasında kolaylık sağlamaktadırlar. Tüm daireseleliptik, eliptik, silindirik tipteki yumrubaşlar bu tip içine girmektedir.

3. Nabla (∇) Tipli Yumrubaşlar: Delta tipindeki gibi damla kesitine sahiptirler ancak ağırlık merkezleri delta tipin aksine su hattına yaklaşmaktadır. Denizcilik açısından diğer tiplere göre daha iyi özellikler göstermektedir. Bu tipteki yumrubaşlar Alman ekolünün benimsediği bir tiptir. Denizcilik özelliklerinden dolayı özellikle yolcu gemilerinde ve mega yatlarda tercih edilmektedir.

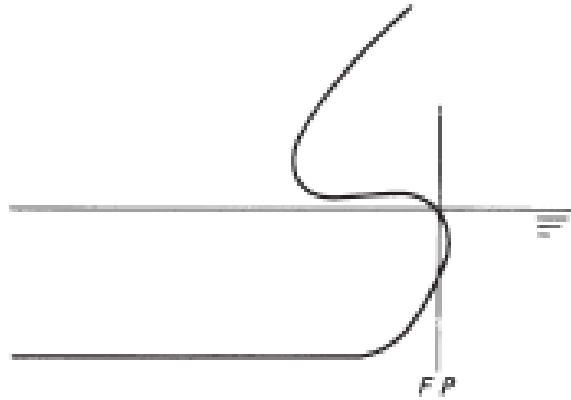


Şekil 2.5 Yumrubaş Tipleri [1]

Günümüzde ise kullanılan yumrubaş formları daha çok her bir gemiye özgü olup bahsedilen bu üç yumrubaş tiplerinin karışımı şeklinde olduğu söylenebilir. Kaide hattına yakın bölümlerde kullanılan keskin hatlar kullanılarak dövünme (slamming) etkisini azaltma amacı güdülmüştür. Yuvarlak kesitli yumrubaşlar ise gemi inşası sırasında kolaylık sağlaması nedeniyle tercih edilmektedir. Su hattının üstünde biten yumrubaş formları (yarı batmış yumrubaşlar) ek direnç ve sprej etkisini azaltmak amacıyla kullanılmaktadır [14]



Şekil 2.6 Farklı Yumrubaş Tipleri [2]



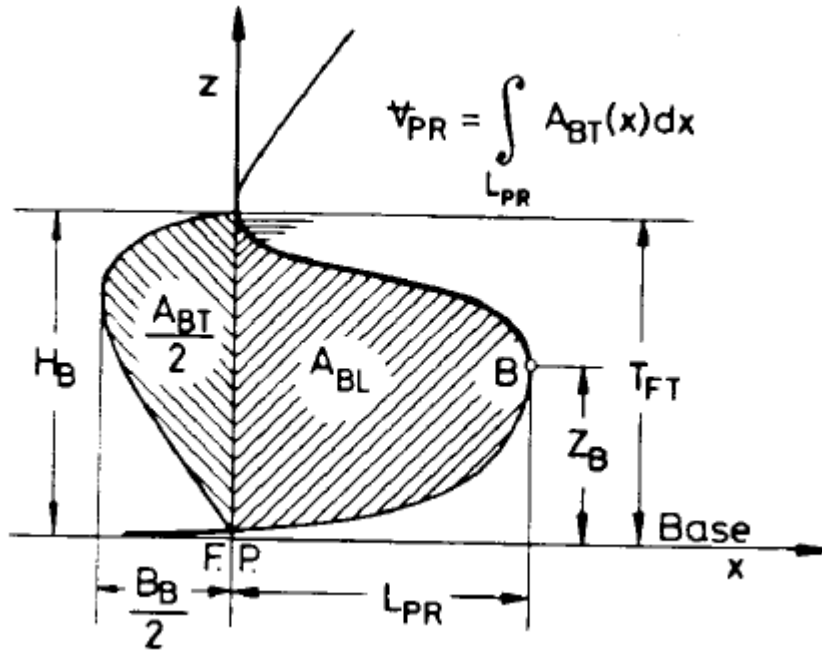
Şekil 2.7 Yarı Batmış Yumrubaş [14]

2.3 Kratch Yöntemi

Bir geminin ön dizaynı aşamasında, dizayner bilindiği gibi ilk olarak bazı temel bilgilere ihtiyaç duyar. Daha sonraki aşamalarda ise hem nicel hem nitel özellikler belli olsa da, hidrodinamik özellikler sadece birkaç parametre ile tanımlanamaz. Bu nedenledir ki Kratch[1], yumrubaşın direnç üzerindeki etkisini nitel parametreler kullanarak tanımlamış ve dizayn çizelgelerini sunmuştur [1]. Bir önceki bölümde de bahsedildiği gibi yumrubaşlar kesitlerine göre 3 ana başlıkta toplanmaktadır.

1. Delta (Δ) Tipli Yumrubaşlar
2. Dairesel-Eliptik (O) Tipli Yumrubaşlar
3. Nabla (∇) Tipli Yumrubaşlar

Ancak, sadece yumrubaşları sınıflandırmak yetmez. Ayrıca bu yumrubaşları ve onların formlarını belirleyecek parametreler olması gerekmektedir. Bir yumrubaş formu tanımlanırken 3 adet lineer ve 3 adet lineer olmayan, toplamda 6 parametre bulunmaktadır [1]. Aşağıdaki şekilde bu parametreler açık bir şekilde gösterilmiştir.

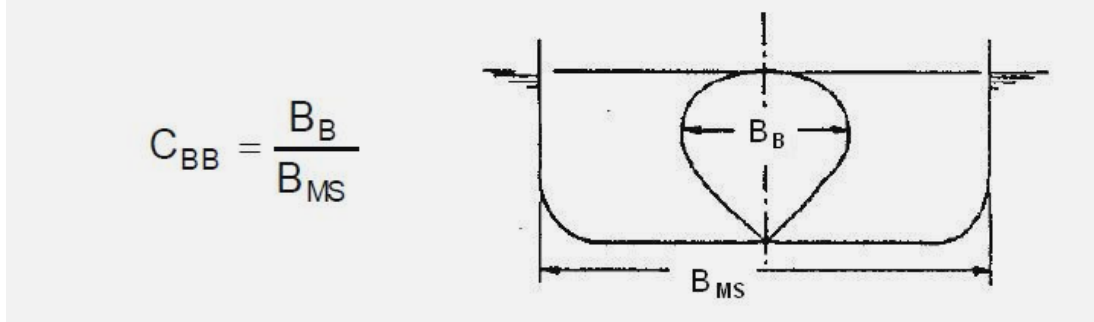


Şekil 2.8 Yumrubaş Parametreleri

Yumrubaş dizaynında kullanılan parametreleri detaylandırarak olursak eğer ilk olarak lineer parametrelerden bahsetmemiz gerekecektir.

1. Genişlik Parametresi [1]: Maksimum yumrubaş genişliğinin, gemi genişliğine oranı olarak tanımlanmıştır.

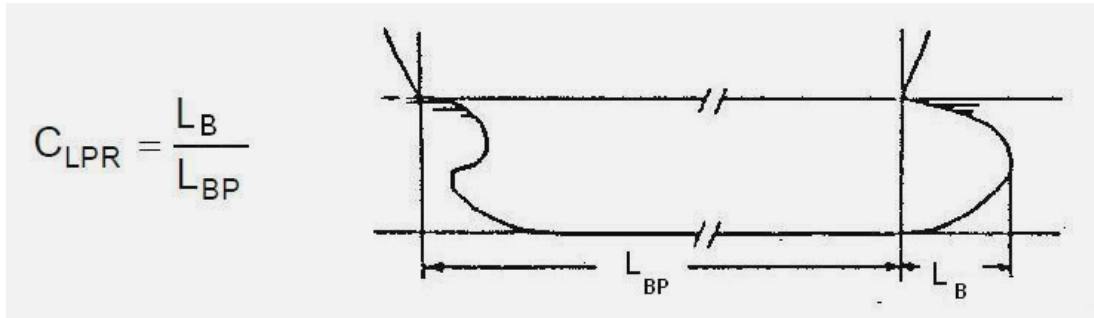
$$C_{BB} = B_B / B \quad (2.1)$$



Şekil 2.9 Genişlik Parametresi

2. Uzunluk Parametresi [1]: Yumrubaşın en uzun noktasının (protruding length), gemi dikeyler arası boyuna oranı.

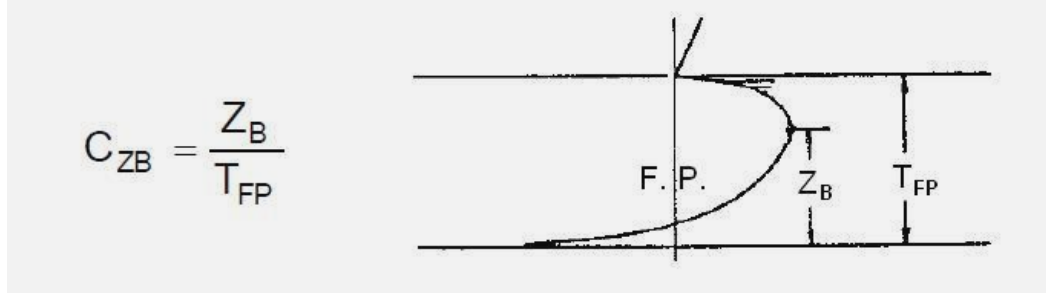
$$C_{LPR} = L_{PR} / L_{PP} \quad (2.2)$$



Şekil 2.10 Uzunluk Parametresi

3. Derinlik Parametresi [1]: Yumrubaş'ın en uç noktasının (foremost) kaime hattından yüksekliğinin gemi su hattına oranı olarak tanımlanmıştır.

$$C_{ZB} = Z_B / T \quad (2.3)$$



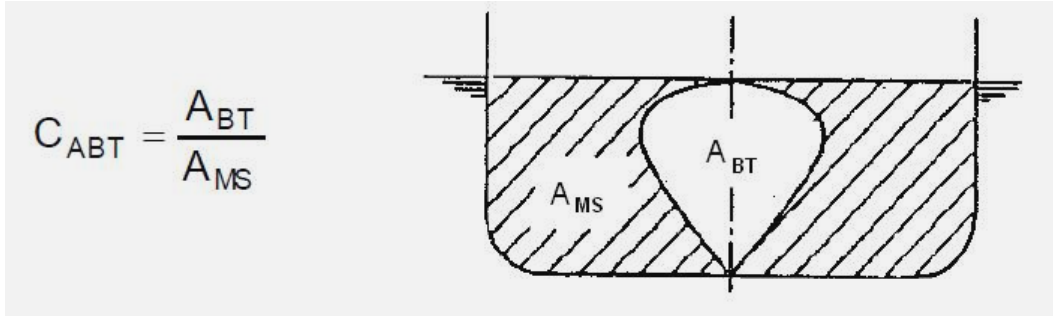
Şekil 2.11 Derinlik Parametresi

Tabi ki bu parametreler, proje aşamasına optimize edilerek değişecektir. Ayrıca şunu belirtmek gerekir ki B_B parametresi maksimum genişlik olmak zorunda değildir, uygun hidrodinamik değerlere göre baş kaımeden daha önce bir yerde de olabilmektedir [1].

İkinci olarak bahsedilmesi gereken parametreler ise lineer olmayan parametrelerdir. Bu 3 adet parametreler ise;

1. En Kesit Alan Parametresi [1]: Yumrubaşın en kesitinin, geminin orta kesit alanına oranıdır.

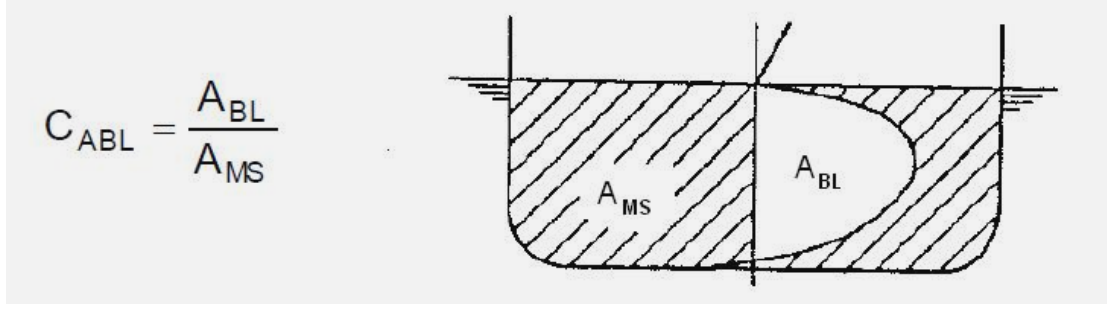
$$C_{ABT} = A_{BT} / A_M \quad (2.4)$$



Şekil 2.12 En Kesit Alan Parametresi

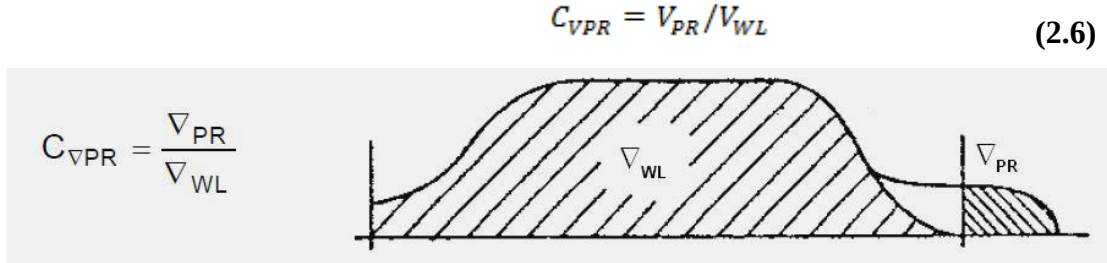
2. Lateral Parametre [1]: Yumrubaşın boyuna kesit alanının, orta kesit alanına oranıdır.

$$C_{ABL} = A_{BL} / A_M \quad (2.5)$$



Şekil 2.13 Lateral Parametre

3. Hacim Parametresi [1]: Yumrubaş hacminin geminin su hattı hacmine oranı ile elde edilir.



Şekil 2.14 Hacim Parametresi

Burada bahsedilmesi gereken bir diğer nokta ise elde edilen hacim değeri nominal hacimdir. Toplam hacim değerinin hesabı yapılırken elde edilen yumrubaş hacminin gemi hacmine eklenmesi sonucu hesaplamalarla bulunur [1].

Yukarıda anlatılan tüm bu parametrelerin kullanılması ile, Kratch'ın 1978 yılında yayınladığı makalesindeki grafiklerin yardımıyla istenilen sonuçlara ulaşılabilir. Eğer sonuçlar yeterince tatmin edici değilse, aynı grafikler üzerinden tekrar yeni parametreler denenerek istenilen sonuca ulaşılır. Bu yöntem patikte tüm dünyada kabul görmüş en etkili yöntemdi. Ancak belirtmek gerekir ki Kratch'ın sunduğu bu yöntemdeki aralık kısıtlı ve değerleri maksimum-minimum aralığında sınırlandırmıştır. Aynı şekilde blok katsayısı olarak da sınırlandırmıştır. Kendi yönteminde Kratch, verilen aralıklar içinde interpolasyon kullanımının uygun olduğunu belirtmiş ancak ekstrapolasyonlardan mümkün olduğunca uzak durulması gerektiğini belirtmiştir [1]. Her ne kadar bu çalışmada kullandığımız örnek form bu limitlerin dışına düşse de, tek bir yönde yapılan ekstrapolasyon kullanımı zorunlu olmuş ve değerler bu şekilde elde edilmiştir [1]. Diğer bir zayıf nokta ise, sabit

Froude sayılarında, tüm parametreler sabit hacim katsayısına göre belirlenmiş olmasıdır. Dolayısıyla bu şekilde iyi bir yaklaşım elde edilmiştir. Ancak, B/T , C_B ve L/B parametreleri etkisi göz önüne alınmamış ve bu parametreler için genel bir düzeltme bulunmamaktadır. Bu çalışmada aynı şekilde Kratch'ın belirttiği yöntem içinde kalarak, tek bir adımda ekstrapolasyon kullanımı ile grafiklerde belirtilmiş olan maksimum ve minimum sınırlar içinde kalacak şekilde yumrubaş dizaynı gerçekleştirilmiştir. Grafiklerdeki maksimum ve minimum değerlerle birlikte ortalama değer de göz önüne alınmıştır. Karşılaştırmayı daha etkili kılmak amacıyla, bu değerler arasında geçiş değerleri sayılabilecek formlar dizayn edilmiş ve toplamda 36 adet yumrubaş formu, ilk bölümde bahsedilmiş olan balıkçı teknesi formu üzerine yerleştirilerek hem direnç hem stabilite hem de denizcilik açısından en iyi tasarımı bulmak amacıyla incelenmiştir.

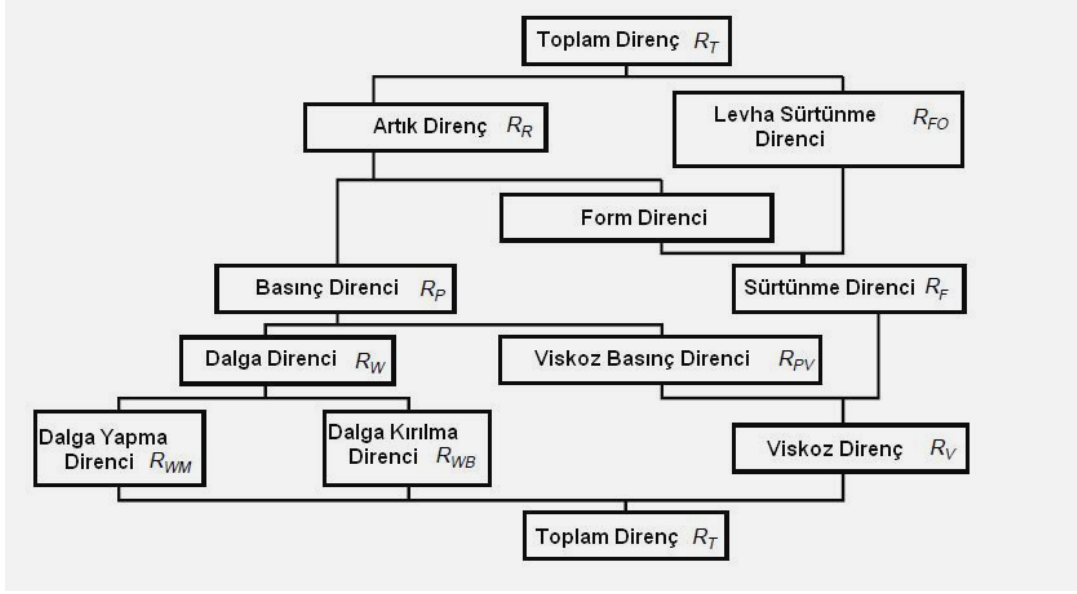
3. MATEMATİKSEL MODELLER VE YUMRUBAŞIN GEMİ ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

3.1 Direnç ve Hesaplanması

En temel şekilde gemi direncini tanımlayacak olursak, akışkan içerisinde belirli bir hızla hareket eden geminin hareket doğrultusuna ters yönde etki eden kuvvetler toplamıdır. Yani akışkan kuvvetlerinin geminin hareket ettiği doğrultuya paralel olarak etki eden kuvvettir [7]. Direnci tanımlarken, onu oluşturan bileşenlerden de bahsetmek gereklidir. Akışkan içerisinde hareket eden bir cismin direnci tanımlanırken, cismin yüzeyi ile akışkanın birbirlerine temas etmesi sonucu oluşan sürtünme direnci ile akışkanın oluşturduğu basınç direncinden (viskozite nedeniyle oluşan basınç) söz edilir. Aynı şekilde, hareket halinde olduğu zaman bu cisim, serbest su yüzeyinde dalgalar oluşur. Böylece, hareket sonucu oluşan dalgaların oluşturduğu bu dirence dalga yapma direnci denir. Yani bir gemi en basit haliyle sürtünme direnci, viskoz basınç direnci ve dalga yapma direnci etkisi altındadır. Viskoz ve dalga yapma dirençlerinin toplamı “artık direnç” olarak adlandırılır ve böylece direnç bileşenleri ifade edilirken aşağıdaki basit denklem kullanabilir.

$$\begin{aligned} \text{Toplam Direnç} &= \text{Sürtünme Direnci} + \text{Viskoz Basınç Direnci} + \text{Dalga Yapma Direnci} \\ &= \text{Sürtünme Direnci} + \text{Artık Direnç} \end{aligned}$$

Uluslararası Çekme Model Deney Tankı Konferansı (ITTC) tarafından kabul edilen esaslara göre, geminin toplam direnci farklı bileşenlerle tanımlanabilir. Bu farklılık Reynolds veya Froude benzerliğinin gerçekleşmesi ile oluşmaktadır [7]. Aşağıda verilmiş olan şekil toplam direncin ITTC tarafından verilmiş olan bileşenlerini göstermektedir.



Şekil 3.1 Toplam Direnç Bileşenleri [14]

Burada;

R_T = Toplam Direnç

R_{FO} = Levha Sürtünme Direnci

R_F = Sürtünme Direnci

R_R = Artık Direnç

R_V = Viskoz Direnç

R_P = Basınç Direnci

R_{PV} = Viskoz Basınç Direnci

R_W = Dalga Yapma Direnci

R_{WP} = Dalga Ölçümü ile Bulunan Direnç

R_{WB} = Dalga Kırılma Direnci

Direnç hesabından bahsederken, Froude hipotezinden de bahsetmek gerekir. Froude kendi çalışmalarında, model deneylerinden gemiye geçiş sırasında sürtünme ve artık direnç bileşenlerini ayrı ayrı ele aldı ve toplam direnci sürtünme direnci ve artık

direncin toplamı olarak ifade etti. Her ne kadar tam olarak doğru bir yaklaşım olmasa da, çok iyi bir direnç yaklaşımıdır [7].

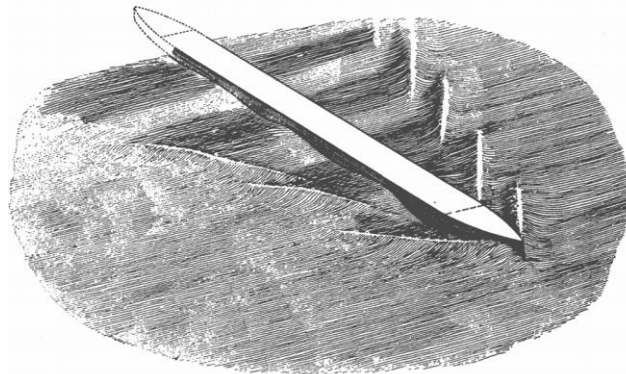
3.2 Sürtünme Direnci (R_F)

Sürtünme direnci hesabından söz edilecek olursa; bu konuda ilk çalışmalar W. Froude tarafından yapılmıştır. Düz levhalar üzerinde yaptığı deneylerle sürtünme direncinin değişimini göstermeye çalışmıştır [7]. Günümüzde bu sürtünme direnci hesabı ITTC 1957 formülü olarak bilinen yaklaşımdır ve tüm Gemi İnşaat dünyası tarafından doğruluğu kabul görmüştür ve hesaplamalarda kullanılmaktadır.

Bilindiği gibi günümüzde gemi teorisinde, bir geminin sürtünme direnci, aynı boyutlarda ve ıslak alana sahip düz bir levhanın direnciyle eşit olacak şekilde kabul edilir [7]. Ancak eğrisel bir yüzeye sahip olan gemi, hareket halinde akışkan içinde ilerlerken ek direnç oluşturur ve gemi direnci, levha direncinden daha fazla olur. Gemi formuna bağlı olarak değişen bu direnci hesaplamakta kullanılan bir form faktörü (k) işin içine girmektedir. Form katsayısının değeri, geminin formuna göre farklılık göstermektedir [7]. Bu çalışmada yapılan hesaplarda ITTC'nin formülü göz önüne alınarak form faktörü hesaplanmış ve direnç hesabında kullanılmıştır.

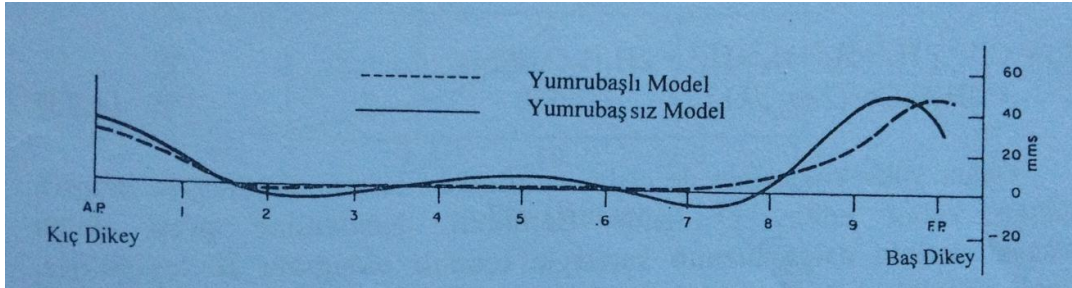
3.3 Dalga Direnci (R_W)

Akışkan içinde hareket eden gemi, içinde bulunduğu akışkana bir enerji verir ve bunun sonucunda dalgalar oluşur. Yani gemi tarafından oluşturulan dalga sistemi, geminin hareketine ters yönde olup, geminin hareketine karşı koyan bir kuvvettir ve bu kuvvet dalga direnci olarak adlandırılır [7].



Şekil 3.2 Froude Tarafından Gemi Dalgalarının Şeklinin Gösterilimi

Yumrubaş'ın dirence etkisinden bahsedilecek olursa, bu etki dalga yapma direnciyle ilgilidir. Bölüm 2'de de bahsedildiği gibi, yüksek hızlarda dirençte azalmayı, gemi baş formlarının yumrubaş şeklinde dizayn edilmesiyle sağlanabilmektedir. Bu dirençteki azalış ise gemi baş formunun basınç dağılımının değiştirilmesiyle elde edilir. Şekil 2.3'te bu basınç dağılımı gösterilmişti. Büyük Fn sayılarında yumrubaş kullanılması ile dalga sistemleri küçültülecektir ve böylece dirençte azalma gözlenebilecektir. Aşağıdaki şekilde yumrubaşlı ve yumrubaşsız modelin dalga şekilleri verilmiştir.

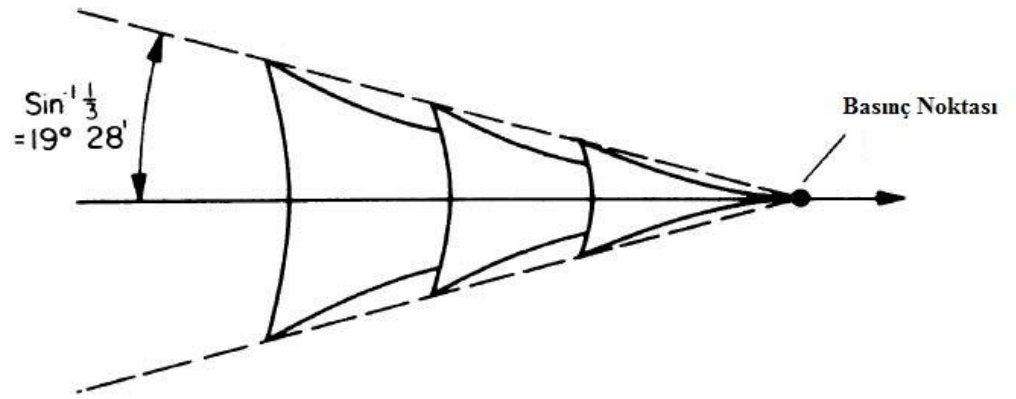


Şekil 3.3 Yumrubaşlı ve Yumrubaşsız Gemilerin Dalga Şekilleri [7]

Yumrubaşın etkisi ve direnç hesaplamalarına geçmeden önce gemilerin hareketiyle oluşan dalga sistemlerinden detaylıca bahsetmek yararlı olacaktır.

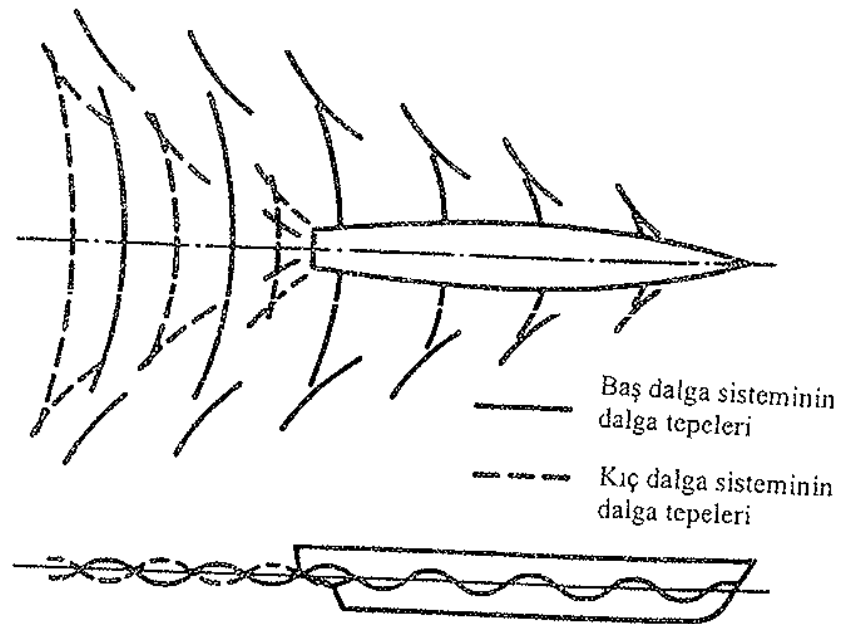
3.3.1 Dalga Sistemleri

Akışkan içinde ilerleyen gemi, hareketini devam ettirdikçe yukarıda bahsedildiği gibi dalga oluşturur. Oluşan bu dalgalar gemi başından ve kılıcından dışarıya doğru yayılırlar ve bir dalga sistemi (pattern) oluştururlar [16]. Bu konuda çalışma yapmış olan Kelvin 1887 yılında akışkan içinde hareket eden bir basınç noktasının oluşturduğu dalga sistemini tanımlamıştır [7]. Kelvin'in deneyleri sonucu iki farklı dalga şekli olduğu gözlemlenmiştir. Bu dalgalardan ilki, hareket doğrultusu eksenine ile $19^{\circ}28'$ lık açı yapacak şekilde oluşan diyagonal dalgalardır. Oluşan ikinci dalga tipi ise hareket doğrultusu eksenine dik olarak oluşan dalgalardır.



Şekil 3.4 Kelvin Dalga Sistemi

O zaman bu durumda Kelvin Teorisini akışkan içinde hareket eden gemiler üstünde uygularsak, yine aynı şekilde baş ve kıç dalga sistemleri oluşacaktır. Oluşan bu 2 farklı sistemindeki dalgalar diyagonal ve enine dalgalar olarak adlandırılmıştır. Enine dalgalar gemi hareket doğrultusuna dik olarak hareket eder ve diyagonal dalgalarla birleşirler [7].

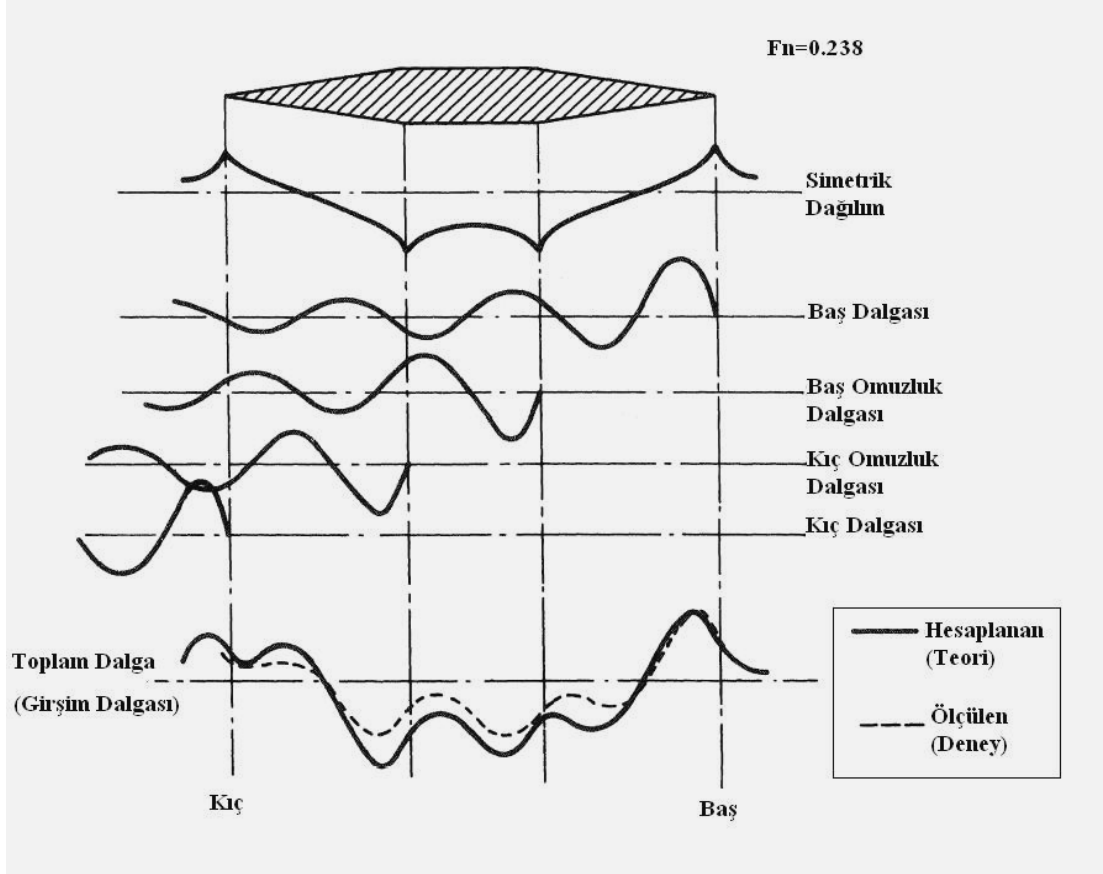


Şekil 3.5 Gemi Dalga Sistemi

İlk yaklaşım olarak, geminin hareketinin sonucunda, gemi baş ve kıçındaki basınç alanlarında Kelvin dalgalarına benzer dalga sistemleri oluşur. Şekil 3.5'te bu dalgalar gösterilmiştir. Bir seviye daha ileri götürürsek, bu sefer gemi gövdesini işin içine katarız. Gemi gövdesinin eğriliğinden dolayı farklı basınç alanları oluşur ve bu farklı basınç alanları farklı dalga sistemlerini meydana getirir. Baş ve kıç bodoslamalardaki dalga sistemine benzer bir şekilde, gemi baş ve kıç omuzluklarında da oluşur. Oluşan dalga sistemlerinin her biri birbiri ile girişim halinde olduğundan bu dalgalar açıkça belirlenemez ve tek bir dalgaymış gibi hareket eder [7].

Geminin oluşturduğu gerçek dalgaları incelediğimiz zaman Kelvin Teorisine göre farklılık dikkat çekmektedir. Bu farklılıkların ilki, gemi hareket eden bir basınç noktası değildir ancak basınç alanları oluşturur. Gemi etrafında, normal basınç dağılımı ile pozitif ve negatif basınç alanlarının olduğu baş bodoslama, baş omuzluk, kıç omuzluk ve kıç bodoslama olacak şekilde 4 ana konum vardır ve burada oluşan dalgaların girişimi ile gemi dalga sistemi son şeklini alır.

Gemi etrafındaki basınç dağılımlarına göre oluşan dalgaların girişimini 1930-31 yılında Wigley incelemiştir [7]. Kendi geliştirdiği modelde Wigley, sabit F_n sayısında, modelin oluşturduğu dalgaları incelemiş ve teorik yoldan hesaplarını yapmıştır. Aşağıdaki şekilde deney sonucu ve teori ile hesaplanan değerlerin karşılaştırılmasını veren şekil verilmiştir.



Şekil 3.6 Wigley Modeli Dalga Sistemi [7]

Geminin oluşturduğu dalga sistemlerine tekrar dönersek, enine dalgalar gemi ile aynı doğrultuda ve gemi ile aynı hızda hareket ederler. Enine dalgaların dalga boyu;

$$\lambda = 2\pi V^2 / g \quad (3.1)$$

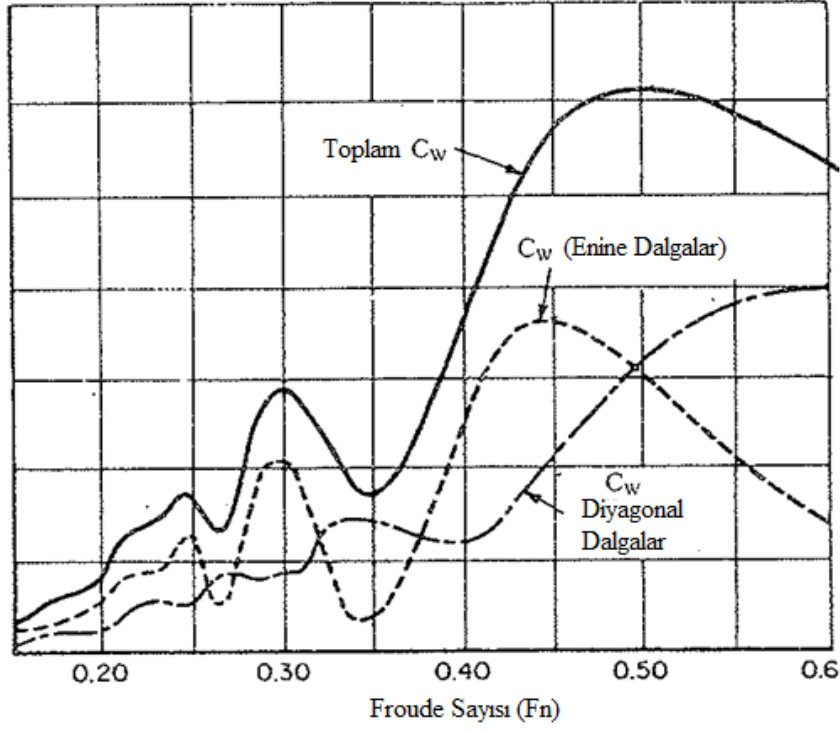
olarak ifade edilir. Aynı şekilde diyagonal dalgalara baktığımız zaman, bu dalga sistemi ise gemi hareketi doğrultusunki bileşeni gemi hızına eşit olur ve bir α açısında, dalga hızı $V \cdot \cos \alpha$ olur. Dalga boyu ifadesi ise;

$$\lambda = \left(\frac{2\pi V^2}{g} \right) \cos^2 \alpha \quad (3.2)$$

şeklini alır.

Bu oluşan dalgaların girişimi sonucunda, eğer dalga tepeleri üst üste binerse dalga yüksekliği artar ve daha fazla enerji içerir. Eğer bu sefer bir dalga tepesi ile bir

dalga çukuru üst üste binerse, dalga yükseliği ve bunun sonucunda da enerji azalır. Bu durumda açıkça görülür ki; dalga direnci tüm dalga sisteminin sahip olduğu enerjiye bağlı olup, hız ve basınç (dalga) sistemlerinin birbirleri arasındaki etkileşimine bağlı olarak değişir [7].



Şekil 3.7 Dalga Sistemi Bileşenleri ve Dalga Direnci Katsayısı

4. TEKNE ANA FORMU VE YUMRUBAŞLI FORMLAR

4.1 Balıkçı Teknesi Ana Formu

Bu tez çalışmasında kullanılan balıkçı formu İÇTAG I243 [3] Projesinde tasarlanmış olan Türk Tipi Balıkçı Teknesi'dir. Teknenin ana boyutları aşağıda verilmiştir.

Çizelge 4.1 Balıkçı Teknesi Ana Boyutları

Tam Boy	L_{OA}	m	33.70
Su Hattı Boyu	L_{WL}	m	32.89
Dikeyler Arası Boy	L_{PP}	m	32.89
Kalıp Genişliği	B	m	8.96
Su Hattı Genişliği	B_{WL}	m	8.69
Su Çekimi	T	m	2.50
Derinlik	D	m	4.00
Deplasman Hacmi	∇	m^3	385.82
Deplasman Tonajı	Δ	ton	395.81
Blok Katsayısı	C_B		0.522
Orta Kesit Katsayısı	C_M		0.901
Prizmatik Katsayı	C_P		0.580
Su Hattı Alan Katsayısı	C_{WP}		0.729
Sephiye Merkezinin Mastoriden Uzaklığı (kıç -, baş +)	LCB	m	-0.911

(Δ), Daire-Elips (O) ve Nabla (∇)” tipleridir ve daire-elips formlu yumrubaşın kesit alanı hem elips hem dairesel olacak şekilde 2 farklı biçimde uygulanmıştır. Toplamda 4 farklı yumrubaş modeli, 36 farklı model olacak şekilde tasarlanmış ve bu modellerin farklı yönlerden incelemeleri yapılmıştır.

Yumrubaş modelleri ana forma eklenirken dizayn açısından belli noktalara dikkat etmek gerekmektedir. Dizayn ve entegrasyon işlemleri sırasında “Rhinoceros 4.0” programı kullanılmış ve elde edilen sonuçlar hem bu program hem de diğer hesapların yapıldığı “Maxsurf” programının sonuçları ile karşılaştırılarak kontrol sağlanmıştır. Bu noktalardan bahsedecek olursak;

- Tekne ana formuna eklenecek olan yumrubaş, teknenin batok hatlarını bozmamalıdır.
- Tekne formuna eklenecek olan yumrubaş, işlem sırasında mümkün olduğunda tek bir yüzey üzerinden çalışarak eklenmeli ve tek bir yüzey üzerinden uyumluluk sağlanmalıdır.
- Yumrubaşın entegrasyonu ile tekne ana formunun su hatları bozulmamalıdır.
- Yumrubaşın eklenmesi sırasında, yapılan tüm işlemler teknenin baş kısmında sınırlandırılmalı, tekne formunun geri kalan kısımlarında bir bozulmaya sebep olmamalıdır. Teknenin ortası mümkün olduğunca sabit tutulmalı, C_p ’deki değişimler en az olacak şekilde tasarım yapılmalıdır.
- Tekne formunun doğal olarak sahip olduğu omurga kalkım açısı bozulmamalıdır.
- Yumrubaş entegrasyonu sırasında tekne baş formu su hattına kadar değiştirilmemelidir.

Bahsedilen bu maddeler tasarımı yapılmış olan yumrubaşın tekne ana formuna uyumluluğunu arttıracaktır ve dirençteki değişmelerin ve güç kazanımının daha efektif bir şekilde hesaplanmasına yardımcı olacaktır. Bu çalışmada sadece yumrubaşın tekne üzerine etkisi incelenmiş olup, geminin diğer parametrelerine dokunulmamış ve mümkün olduğunca tüm değerler sabit tutularak en doğru sonuçların elde edilmesine dikkat edilmiştir. Yine bu çalışmadan bahsederek, farklı yumrubaş tiplerinin – detaylı açıklama aşağıda yapılacaktır – balıkçı formuna uygulanması sonucu elde edilen farklı tekne formlarından özellikle direnç hesapları

ve karşılaştırması olmak üzere en uygun yumrubaşlı formun seçimi şeklinde olacak olup ayrıca stabilite ve denizcilik özelliklerinden de bahsedilecektir. Kratch [1] makalesinde bahsettiği şekilde yumrubaş tasarımı yapılmıştır. Daha önceki bölümde anlatıldığı şekilde bahsi geçen makaledeki dizayn parametreleri kullanılarak farklı yumrubaş tasarımları yapılmıştır. Kratch [1], kendi verdiği çizelgelerde dizayn parametrelerini maksimum ve minimum değerler arasında sınırlandırmıştır. Aynı şekilde tüm parametreleri birbirine bağlamış ve tek bir başlangıç değeri ile 6 tane parametrenin hesabı yapılabilmiştir. Buradaki tek dikkat edilmesi gereken nokta Kratch makalesinde blok katsayısını (C_B) sınırlandırmış ve bu nedenle dışarıda kalan ana tekne formunun başlangıç değeri için ekstrapolasyon yapılmıştır. Grafiklerdeki değerlerin ve eğrilerin trendine baktığımız zaman, dikkate alınması önemli olarak düşünülmüş diğer bir nokta ise ortalama değerler olmuştur. Bu nedenle ilk aşamada “Delta (Δ), Daire-Elips (O) ve Nabla (∇)” yumrubaş tiplerinin maksimum, minimum ve ortalama değerleri hesaplanmış ve bu değerlere göre tasarım yapılmıştır. Daha sonra doğru yumrubaş seçimini sağlamak ve dizayn aralığını arttırmak amacıyla ortalama değerler temel alınarak bu değerlerin altında ve üstünde belirli bir yüzde olacak şekilde parametreler ile oynanmış ve yumrubaş dizayn parametreleri arttırılarak 36 adet model elde edilmiştir. Tasarlanan 36 adet form karşılaştırılmış ve en iyi sonuç veren formlar seçilerek sonuçlarda belirtilmiştir.

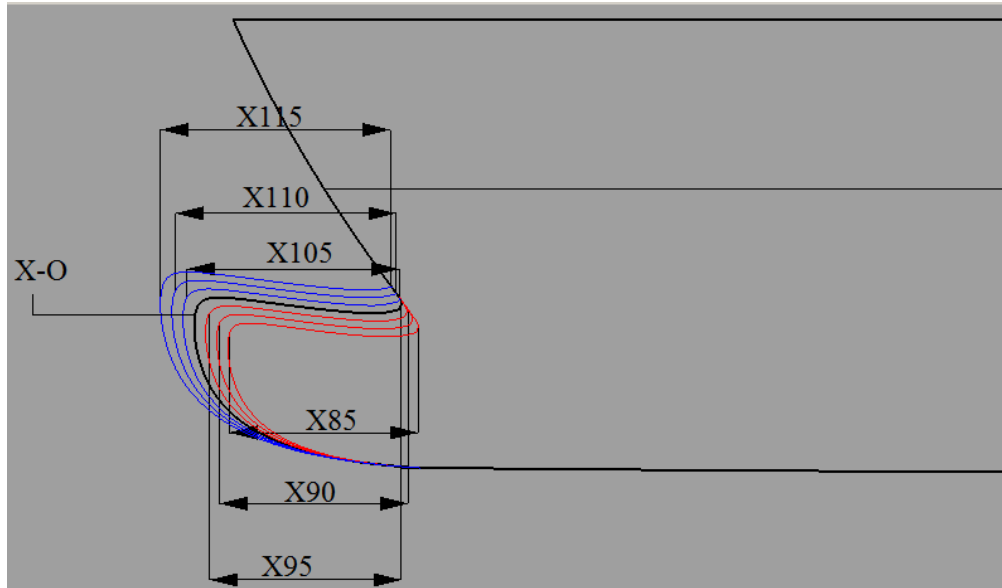
4.3 Yumrubaş Dizayn Parametreleri

Bu çalışmada, elde edilen yumrubaş formlarını tek bir boyutta değiştirmek yerine ayrı ayrı 36 model yapılarak, bir yumrubaşı oluşturan tüm parametreler değiştirilmiştir. Böylece farklı yumrubaş modelleri için belirli bir aralık içinde kalacak şekilde farklı modeller ele alınmıştır. Dar bir aralıkta fazla sayıda parametre göz önüne alınarak yapılan farklı modeller ile karşılaştırma daha iyi sağlanmıştır. Temel olarak 4 farklı form kullanılmıştır ve tasarım ve karşılaştırmada kullanılacak bir notasyon belirlenmiştir.

Çizelge 4.2 Yumrubaş Dizayn Notasyonu

<i>Dizayn Parametreleri</i>	<i>Ortalama</i>	<i>Maksimum</i>	<i>Minimum</i>	<i>Ara Değerler</i>
Delta (Δ)	D-O	D-MA	D-Mİ	D-85, D-90, D-95, D-105, D-110, D-115
Elips (O)	E-O	E-MA	E-Mİ	E-85, E-90, E-95, E-105, E-110, E-115
Dairesel (EO)	EO-O	EO-MA	EO-Mİ	EO-85, EO-95, EO-105, EO-110, EO-115
Nabla (∇)	N-O	N-MA	N-Mİ	N-85, N-90, N-95, N-105, N-110, N-115

Altteki şekilden de görüleceği gibi Çizelge 4.2’de verildiği gibi tasarlanan yumrubaşın dizayn notasyonları verilmiştir. Şekilde “X” ile gösterilmiş olan parametre yumrubaş tipini göstermektedir. Ortalama değer üzerinden verilmiş olan bu şekilde her bir yüzdeye göre yumrubaş tipleri gösterilmiş olup bunların çalışmada hangi notasyonlarla ifade edildiği gösterilmiştir.



Şekil 4.3 Yumrubaş Dizayn Notasyonu

Sadece boyda değişme yapılmamış olup, yüzde değişimler genişlik üzerinde de uygulanmış ve buna bağlı olarak kesit alanları da arttırılmıştır. Notasyon parametreye göre değişmediği için sadece tek bir kesitten şekille gösterilmesi yeterli bulunmuştur.

Böylece tek bir parametre yerine yumrubaşın kendisinin incelenmesi üzerinde durulmuş ve bu çalışmada yumrubaşın tek bir parametreye göre değişiminin etkisinin incelenmesinden çok Türk Tipi Balıkçı Teknesine yumrubaş uygulanmasının durumu incelenmiştir. Notasyonu daha net bir şekilde örneklendirerek ifade edecek olursak;

- *D-MA: Delta Tipli Maksimum Değerlerdeki Yumrubaş*
- *E-115: %115 Arttırılmış Elips Tipli Yumrubaş* şeklinde ifade edilmiştir.

Yapılan karşılaştırmalarda sadece bu notasyonlar kullanılmış olup karışıklığa yer vermemek amacıyla net bir şekilde açıklanması uygun görülmüştür.

4.3.1 Delta (Δ) kesitli yumrubaş formları

Bu bölümde delta kesitli yumrubaş formları incelenmiştir. Toplamda ise 9 adet delta kesitli yumrubaş formu modellenmiştir. Formun tanıtımı ve sonuçların karşılaştırılması sırasında bir önceki bölümde bahsedilmiş olan notasyon kullanılacaktır. Direnç yönünden baktığımız zaman tüm 9 adedin sonuçları verilecektir. İlgili formların en kesitleri Ek A'da verilmiştir.

4.3.2 Eliptik (O) kesitli yumrubaş formları

Bu bölümde eliptik kesitli yumrubaş formları incelenecektir. Toplamda ise 9 adet eliptikkesitli yumrubaş formu modellenmiştir. Formun tanıtımı ve sonuçların karşılaştırılması sırasında bir önceki bölümde bahsedilmiş olan notasyon kullanılacaktır. Direnç yönünden baktığımız zaman tüm 9 adedin sonuçları verilecektir. İlgili formların en kesitleri Ek A'da verilmiştir.

4.3.3 Nabla (∇) kesitli yumrubaş formları

Bu bölümde nabla kesitli yumrubaş formları incelenecektir. Toplamda ise 9 adet nabla kesitli yumrubaş formu modellenmiştir. Formun tanıtımı ve sonuçların karşılaştırılması sırasında bir önceki bölümde bahsedilmiş olan notasyon kullanılacaktır. Direnç yönünden baktığımız zaman tüm 9 adedin sonuçları verilecektir. İlgili formların en kesitleri Ek A'da verilmiştir.

4.3.4 Dairesel (EO) kesitli yumrubaş formları

Bu bölümde dairesel kesitli yumrubaş formları incelenecektir. Toplamda ise 9 adet dairesel kesitli yumrubaş formu modellenmiştir. Formun tanıtımı ve sonuçların karşılaştırılması sırasında bir önceki bölümde bahsedilmiş olan notasyon kullanılacaktır. Direnç yönünden baktığımız zaman tüm 9 adedin sonuçları verilecektir. İlgili formların en kesitleri ve direnç yönünden karşılaştırmaları aşağıda verilmiştir.

5. KULLANILAN YÖNTEMLER

5.1 Direnç Tahmin Yöntemi

Bilindiği üzere, günümüzde ön dizayn aşamasında, direnç ve güç hesapları yapan çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bu yöntemler genel olarak model deneylerinden elde edilmişlerdir. Model deneylerinde yük gemileri, yolcu gemileri gibi daha genel tipte formların yanında daha özel form tipleri de kullanılmıştır. Model deneyleri ile elde edilen yöntemler arasında Taylor Yöntemi, Seri 60 Yöntemi, BSRA Serisi, Seri 64, NPL Serisi, Holtrop Mennen Yöntemi [5, 6] gibi yöntemler sıralanabilir.

Tüm bu yöntemler içinde kullanılabilirliği ve verdiği sonuçlar incelendiğinde en uygun olan yöntem Holtrop Mennen Yöntemi'dir. Holtrop Mennen Yöntemi'nde NSMB'de (Netherlands Ship Model Basin) 300'den fazla farklı formlara sahip modeller üzerinde testler yapılmış ve aynı zamanda tam ölçekli gemi sonuçları da kullanılarak ortaya çıkarılmış bir yöntemdir. 1982 yılında [5] J. Holtrop ve G. G. J. Mennen, yumrubaş etkisini de içine alacak şekilde güç tahmin yöntemini yayınlamış ve daha sonra 1984 yılında [6] çalışmalarını genişleterek yüksek Fn sayılarında ($Fn > 0.50$) doğru sonuçlar verecek şekilde yeniden analiz yapmış ve sonuçlarını yayınlamıştır.

Bu çalışmada, hem geniş kullanım aralığı hem yumrubaş etkisini hesaplaması hem de yüksek doğrulukta sonuç vermesinden dolayı Holtrop Mennen Yöntemi [5, 6] kullanılmıştır.

5.2 Yumrubaş Seçimi

Daha önceki bölümlerde de bahsedildiği gibi 4 farklı yumrubaş kesiti için toplamda 36 adet model yapılmış olup, elde edilen 36 model direnç yönünden ana form ile karşılaştırılmıştır. Dizayn hızı 12 knot olup, bu hızdaki direnç ve güç değerlerine göre karşılaştırılma yapılmış olup, ek olarak 10, 11, 12, 13 ve 14 knotlar için artık direnç katsayısına bağlı olarak çizelgeler elde edilmiş ve her bir hızı göz

önüne alarak en iyi ve en kötü yumrubaş formları seçilmiştir. Seçim sırasında her bir yumrubaş tipinin en iyi sonucu alınmaya dikkat edilmiş ve aynı şekilde aşağıda verilmiş olan grafiklerden de görüleceği gibi dağılım dışında kalan en kötü yumrubaş tipleri de dikkate alınmıştır. Yine aynı şekilde iyi sonuç veren yumrubaş kesitleri üzerinde çalışmalara devam ederek bu formların optimizasyonuna bakılmış ve sonuç olarak balıkçı teknesi formuna uygun olacak en iyi yumrubaş kesitinin seçilmesi sağlanmıştır.

Çizelge 5.1 Delta Kesitli Yumrubaş ve Ana Form Direnç – Hız Çizelgesi

<i>Hız (kn)</i>	<i>Ana Form</i>	<i>DO</i>	<i>DMA</i>	<i>DMİ</i>	<i>D-85</i>	<i>D-90</i>	<i>D-95</i>	<i>D-105</i>	<i>D-110</i>	<i>D-115</i>
5	3.5	3.75	4.55	3.62	3.61	3.63	3.66	3.92	4.15	4.5
5.25	3.84	4.11	4.98	3.97	3.96	3.98	4.01	4.3	4.55	4.92
5.5	4.19	4.49	5.43	4.34	4.33	4.35	4.38	4.69	4.97	5.37
5.75	4.56	4.88	5.89	4.72	4.71	4.73	4.77	5.1	5.4	5.83
6	4.96	5.3	6.38	5.12	5.11	5.14	5.18	5.54	5.86	6.31
6.25	5.37	5.73	6.88	5.55	5.54	5.56	5.61	5.99	6.33	6.81
6.5	5.81	6.19	7.41	5.99	5.98	6.01	6.06	6.46	6.82	7.34
6.75	6.28	6.68	7.95	6.46	6.46	6.48	6.53	6.96	7.34	7.88
7	6.78	7.19	8.53	6.97	6.96	6.99	7.04	7.49	7.89	8.46
7.25	7.32	7.74	9.14	7.5	7.5	7.52	7.58	8.05	8.47	9.06
7.5	7.91	8.32	9.79	8.08	8.08	8.1	8.16	8.65	9.09	9.71
7.75	8.56	8.95	10.48	8.7	8.7	8.73	8.79	9.29	9.75	10.39
8	9.26	9.63	11.21	9.36	9.38	9.4	9.46	9.98	10.46	11.12
8.25	10.03	10.37	12	10.09	10.12	10.13	10.19	10.72	11.21	11.9
8.5	10.88	11.16	12.84	10.87	10.92	10.93	10.99	11.52	12.03	12.74
8.75	11.84	12.04	13.77	11.74	11.81	11.81	11.87	12.41	12.93	13.65
9	12.95	13.03	14.8	12.73	12.82	12.81	12.86	13.4	13.93	14.67
9.25	14.22	14.15	15.96	13.84	13.97	13.95	13.99	14.51	15.06	15.82
9.5	15.69	15.42	17.27	15.11	15.28	15.24	15.27	15.77	16.33	17.1
9.75	17.32	16.82	18.72	16.52	16.73	16.67	16.7	17.17	17.73	18.52
10	19.07	18.34	20.27	18.03	18.3	18.22	18.23	18.66	19.23	20.05
10.2	20.9	19.92	21.88	19.61	19.94	19.83	19.83	20.22	20.8	21.64
5										
10.5	22.75	21.52	23.52	21.21	21.6	21.46	21.46	21.8	22.39	23.25
10.7	24.62	23.14	25.17	22.83	23.27	23.11	23.09	23.4	23.99	24.87
5										
11	26.53	24.77	26.83	24.46	24.97	24.78	24.75	25.01	25.61	26.5
11.2	28.54	26.46	28.55	26.16	26.73	26.51	26.47	26.68	27.28	28.18
5										
11.5	30.73	28.28	30.37	27.98	28.62	28.37	28.31	28.47	29.07	29.97
11.7	33.2	30.28	32.37	29.99	30.73	30.44	30.34	30.44	31.04	31.93
5										
12	36.05	32.55	34.63	32.28	33.12	32.78	32.65	32.67	33.25	34.13
12.2	39.38	35.17	37.23	34.92	35.89	35.49	35.32	35.24	35.81	36.66
5										

Çizelge 5.1 (devam) Delta Kesitli Yumrubaş ve Ana Form Direnç – Hız Çizelgesi

12.5	43.33	38.23	40.26	38.01	39.15	38.67	38.44	38.23	38.78	39.6
12.7	48.02	41.83	43.8	41.65	42.99	42.42	42.12	41.75	42.27	43.04
5										
13	53.59	46.07	47.96	45.93	47.52	46.84	46.45	45.88	46.36	47.08
13.2	60.17	51.04	52.85	50.97	52.85	52.03	51.54	50.72	51.15	51.81
5										
13.5	67.88	56.86	58.55	56.86	59.09	58.11	57.5	56.38	56.75	57.34
13.7	76.85	63.61	65.16	63.7	66.34	65.17	64.42	62.93	63.24	63.74
5										
14	87.02	71.3	72.7	71.49	74.59	73.21	72.31	70.41	70.64	71.06
14.2	96.94	78.98	80.31	79.31	82.77	81.23	80.2	77.98	78.15	78.56
5										
14.5	106.88	86.68	87.94	87.15	90.97	89.27	88.1	85.56	85.67	86.07
14.7	116.84	94.39	95.57	95	99.18	97.33	96.02	93.15	93.2	93.6
5										
15	126.8	102.1	103.2	102.86	107.4	105.3	103.9	100.7	100.7	101.1
		2	2			9	5	6	5	3

Çizelge 5.2 Nabla Kesitli Yumrubaş ve Ana Form Direnç – Hız Çizelgesi

Hız (kn)	Ana Form	NO	NMA	NMI	N-85	N-90	N-95	N-105	N-110	N- 115
5	3.5	3.76	4.56	3.63	3.62	3.63	3.67	3.81	4.29	4.78
5.25	3.84	4.12	4.99	3.98	3.97	3.98	4.02	4.17	4.7	5.24
5.5	4.19	4.5	5.44	4.34	4.34	4.35	4.39	4.56	5.13	5.71
5.75	4.56	4.9	5.9	4.73	4.73	4.74	4.78	4.96	5.57	6.19
6	4.96	5.31	6.39	5.13	5.13	5.14	5.19	5.38	6.04	6.7
6.25	5.37	5.75	6.89	5.56	5.55	5.57	5.62	5.83	6.52	7.22
6.5	5.81	6.21	7.42	6	6	6.02	6.07	6.29	7.03	7.77
6.75	6.28	6.7	7.97	6.48	6.47	6.49	6.55	6.78	7.56	8.33
7	6.78	7.21	8.54	6.98	6.98	7	7.06	7.3	8.12	8.93
7.25	7.32	7.76	9.15	7.51	7.51	7.53	7.6	7.86	8.71	9.56
7.5	7.91	8.35	9.8	8.09	8.09	8.11	8.18	8.45	9.34	10.22
7.75	8.56	8.98	10.49	8.71	8.72	8.74	8.81	9.09	10.01	10.92
8	9.26	9.66	11.23	9.38	9.39	9.42	9.48	9.78	10.72	11.67
8.25	10.03	10.39	12.02	10.1	10.12	10.15	10.21	10.53	11.49	12.46
8.5	10.88	11.19	12.87	10.89	10.91	10.94	11.01	11.33	12.31	13.31
8.75	11.84	12.07	13.79	11.76	11.8	11.82	11.89	12.22	13.22	14.24
9	12.95	13.05	14.83	12.75	12.79	12.82	12.88	13.23	14.22	15.26
9.25	14.22	14.17	15.99	13.87	13.93	13.96	14.01	14.37	15.36	16.41
9.5	15.69	15.44	17.3	15.13	15.21	15.25	15.29	15.66	16.63	17.69
9.75	17.32	16.85	18.75	16.55	16.64	16.68	16.71	17.1	18.04	19.11
10	19.07	18.37	20.31	18.07	18.17	18.23	18.25	18.65	19.56	20.63
10.2	20.9	19.95	21.94	19.66	19.77	19.84	19.85	20.27	21.14	22.22
5										
10.5	22.75	21.56	23.59	21.27	21.39	21.48	21.48	21.92	22.75	23.83
10.7	24.62	23.17	25.24	22.89	23.02	23.13	23.11	23.58	24.36	25.44
5										

Çizelge 5.2(devam) Nabla Kesitli Yumrubaş ve Ana Form Direnç – Hız Çizelgesi

11	26.53	24.81	26.91	24.53	24.68	24.8	24.77	25.25	25.98	27.07
11.2	28.54	26.5	28.63	26.23	26.41	26.53	26.48	26.97	27.66	28.74
5										
11.5	30.73	28.3	30.46	28.05	28.28	28.38	28.31	28.81	29.43	30.5
11.7	33.2	30.29	32.46	30.06	30.34	30.43	30.34	30.83	31.38	32.43
5										
12	36.05	32.54	34.72	32.33	32.7	32.76	32.63	33.11	33.57	34.59
12.2	39.38	35.14	37.31	34.96	35.43	35.46	35.28	35.75	36.09	37.06
5										
12.5	43.33	38.17	40.33	38.04	38.62	38.61	38.38	38.84	39.01	39.93
12.7	48.02	41.74	43.87	41.66	42.39	42.33	42.03	42.47	42.43	43.28
5										
13	53.59	45.93	48.03	45.92	46.83	46.71	46.33	46.74	46.45	47.2
13.2	60.17	50.86	52.91	50.93	52.04	51.87	51.38	51.76	51.17	51.79
5										
13.5	67.88	56.62	58.6	56.8	58.14	57.9	57.29	57.64	56.67	57.14
13.7	76.85	63.31	65.22	63.61	65.22	64.91	64.16	64.48	63.05	63.35
5										
14	87.02	70.96	72.77	71.4	73.28	72.91	72.01	72.3	70.35	70.46
14.2	96.94	78.75	80.43	79.33	81.43	81.03	79.98	80.31	77.85	77.82
5										
14.5	106.88	86.55	88.11	87.27	89.59	89.16	87.95	88.33	85.36	85.19
14.7	116.84	94.37	95.8	95.23	97.76	97.3	95.94	96.36	92.88	92.57
5										
15	126.8	102.2	103.5	103.2	105.9	105.4	103.9	104.4	100.4	99.97
			1	1	5	5	5	1	2	

Çizelge 5.3 Elips Kesitli Yumrubaş ve Ana Form Direnç – Hız Çizelgesi

Hız (kn)	Ana Form	EO	EMA	EMI	E-85	E-90	E-95	E-105	E-110	E-115
5	3.5	3.63	3.62	3.64	3.61	3.61	3.62	3.63	3.64	3.65
5.25	3.84	3.98	3.97	3.99	3.96	3.96	3.98	3.99	3.99	4
5.5	4.19	4.35	4.34	4.36	4.33	4.33	4.34	4.35	4.36	4.37
5.75	4.56	4.73	4.72	4.74	4.71	4.71	4.73	4.74	4.75	4.76
6	4.96	5.14	5.12	5.15	5.11	5.12	5.13	5.14	5.15	5.16
6.25	5.37	5.56	5.55	5.57	5.54	5.54	5.55	5.57	5.58	5.59
6.5	5.81	6.01	5.99	6.02	5.98	5.99	6	6.02	6.03	6.04
6.75	6.28	6.48	6.47	6.5	6.46	6.46	6.48	6.49	6.5	6.51
7	6.78	6.98	6.97	7	6.96	6.96	6.98	6.99	7	7.02
7.25	7.32	7.52	7.5	7.54	7.5	7.5	7.52	7.53	7.54	7.55
7.5	7.91	8.1	8.08	8.12	8.08	8.08	8.1	8.11	8.12	8.13
7.75	8.56	8.73	8.7	8.75	8.71	8.71	8.73	8.73	8.74	8.75
8	9.26	9.4	9.38	9.43	9.39	9.39	9.4	9.4	9.41	9.42
8.25	10.03	10.13	10.1	10.16	10.12	10.12	10.13	10.13	10.14	10.14
8.5	10.88	10.92	10.9	10.96	10.92	10.93	10.93	10.92	10.93	10.92
8.75	11.84	11.8	11.77	11.84	11.82	11.82	11.82	11.8	11.8	11.79
9	12.95	12.8	12.77	12.84	12.83	12.83	12.82	12.78	12.78	12.76
9.25	14.22	13.93	13.9	13.98	13.99	13.98	13.96	13.91	13.89	13.86

Çizelge 5.3 (devam) Elips Kesitli Yumrubaş ve Ana Form Direnç – Hız Çizelgesi

9.5	15.69	15.22	15.18	15.27	15.3	15.29	15.26	15.18	15.16	15.11
9.75	17.32	16.65	16.6	16.71	16.75	16.75	16.7	16.6	16.57	16.51
10	19.07	18.19	18.14	18.27	18.31	18.32	18.26	18.14	18.09	18.01
10.25	20.9	19.8	19.75	19.89	19.94	19.95	19.88	19.74	19.68	19.58
10.5	22.75	21.44	21.37	21.54	21.59	21.61	21.53	21.36	21.29	21.18
10.75	24.62	23.08	23.01	23.19	23.26	23.28	23.19	23	22.92	22.78
11	26.53	24.75	24.67	24.87	24.96	24.98	24.87	24.65	24.55	24.4
11.25	28.54	26.47	26.39	26.6	26.73	26.75	26.61	26.35	26.25	26.07
11.5	30.73	28.32	28.24	28.46	28.64	28.65	28.48	28.18	28.05	27.85
11.75	33.2	30.36	30.28	30.52	30.76	30.76	30.55	30.19	30.04	29.8
12	36.05	32.68	32.59	32.85	33.19	33.16	32.9	32.47	32.29	32.01
12.25	39.38	35.37	35.27	35.55	36.01	35.95	35.63	35.11	34.89	34.55
12.5	43.33	38.51	38.41	38.71	39.32	39.22	38.82	38.2	37.93	37.53
12.75	48.02	42.21	42.11	42.43	43.22	43.08	42.58	41.83	41.5	41.02
13	53.59	46.57	46.46	46.82	47.82	47.63	47.02	46.1	45.7	45.12
13.25	60.17	51.7	51.58	51.98	53.24	52.99	52.24	51.14	50.65	49.95
13.5	67.88	57.7	57.58	58.02	59.57	59.26	58.35	57.02	56.43	55.6
13.75	76.85	64.68	64.54	65.05	66.92	66.55	65.45	63.86	63.16	62.16
14	87.02	72.64	72.5	73.06	75.27	74.83	73.56	71.69	70.85	69.68
14.25	96.94	80.72	80.55	81.15	83.55	83.06	81.75	79.67	78.71	77.44
14.5	106.88	88.81	88.61	89.24	91.85	91.31	89.96	87.67	86.59	85.2
14.75	116.84	96.92	96.69	97.35	100.1	99.56	98.18	95.68	94.49	92.99
15	126.8	105.0	104.7	105.4	108.4	107.8	106.4	103.7	102.3	100.7
		4	8	7	8	3	2	1	9	8

Çizelge 5.4 Dairesel Kesitli Yumrubaş ve Ana Form Direnç – Hız Çizelgesi

<i>Hız (kn)</i>	<i>Ana Form</i>	<i>EOO</i>	<i>EOM A</i>	<i>EOM İ</i>	<i>EO- 85</i>	<i>EO- 90</i>	<i>EO- 95</i>	<i>EO- 105</i>	<i>EO- 110</i>	<i>EO- 115</i>
5	3.5	3.63	3.64	3.62	3.61	3.62	3.62	3.64	3.65	3.65
5.25	3.84	3.98	3.99	3.97	3.96	3.97	3.98	3.99	4	4.01
5.5	4.19	4.35	4.36	4.34	4.33	4.33	4.34	4.36	4.37	4.38
5.75	4.56	4.73	4.75	4.72	4.71	4.72	4.73	4.74	4.75	4.76
6	4.96	5.14	5.15	5.13	5.12	5.12	5.13	5.15	5.16	5.17
6.25	5.37	5.56	5.58	5.55	5.54	5.54	5.56	5.57	5.59	5.6
6.5	5.81	6.01	6.03	6	5.99	5.99	6	6.02	6.04	6.05
6.75	6.28	6.49	6.5	6.47	6.46	6.47	6.48	6.5	6.51	6.52
7	6.78	6.99	7.01	6.97	6.97	6.97	6.98	7	7.02	7.03
7.25	7.32	7.53	7.55	7.51	7.51	7.51	7.52	7.54	7.56	7.56
7.5	7.91	8.11	8.14	8.09	8.09	8.1	8.11	8.12	8.13	8.14
7.75	8.56	8.74	8.76	8.72	8.72	8.73	8.73	8.75	8.76	8.77
8	9.26	9.41	9.45	9.39	9.41	9.41	9.41	9.42	9.43	9.44
8.25	10.03	10.15	10.18	10.12	10.15	10.15	10.15	10.15	10.16	10.16
8.5	10.88	10.95	10.98	10.91	10.96	10.96	10.95	10.95	10.95	10.95

Çizelge 5.4 (devam) Dairesel Kesitli Yumrubaş ve Ana Form Direnç – Hız Çizelgesi

8.75	11.84	11.83	11.87	11.8	11.86	11.85	11.85	11.83	11.83	11.82
9	12.95	12.83	12.88	12.79	12.89	12.87	12.86	12.82	12.82	12.8
9.25	14.22	13.98	14.03	13.93	14.06	14.04	14.01	13.96	13.94	13.91
9.5	15.69	15.27	15.33	15.22	15.39	15.36	15.32	15.24	15.22	15.18
9.75	17.32	16.72	16.79	16.65	16.87	16.84	16.78	16.68	16.64	16.58
10	19.07	18.28	18.36	18.2	18.48	18.43	18.36	18.22	18.17	18.1
10.25	20.9	19.9	20	19.81	20.15	20.09	20	19.84	19.78	19.69
10.5	22.75	21.56	21.66	21.45	21.84	21.78	21.67	21.48	21.41	21.31
10.75	24.62	23.22	23.34	23.1	23.55	23.47	23.35	23.13	23.04	22.93
11	26.53	24.9	25.03	24.77	25.28	25.19	25.05	24.8	24.7	24.57
11.25	28.54	26.65	26.78	26.5	27.08	26.98	26.82	26.53	26.4	26.25
11.5	30.73	28.51	28.66	28.36	29.01	28.89	28.71	28.37	28.22	28.05
11.75	33.2	30.58	30.73	30.41	31.16	31.02	30.8	30.41	30.23	30.03
12	36.05	32.92	33.09	32.74	33.61	33.44	33.18	32.71	32.5	32.26
12.25	39.38	35.64	35.82	35.45	36.45	36.25	35.94	35.38	35.12	34.84
12.5	43.33	38.82	39.02	38.61	39.79	39.55	39.18	38.51	38.19	37.85
12.75	48.02	42.57	42.78	42.34	43.73	43.44	42.99	42.19	41.8	41.39
13	53.59	47	47.23	46.73	48.38	48.03	47.5	46.52	46.05	45.56
13.25	60.17	52.2	52.46	51.9	53.86	53.44	52.8	51.62	51.05	50.46
13.5	67.88	58.3	58.58	57.95	60.28	59.78	59	57.6	56.9	56.2
13.75	76.85	65.38	65.7	64.98	67.75	67.15	66.22	64.54	63.71	62.87
14	87.02	73.47	73.83	73.01	76.26	75.55	74.46	72.48	71.5	70.51
14.25	96.94	81.64	82.02	81.17	84.77	83.94	82.76	80.57	79.49	78.38
14.5	106.8 8	89.82	90.22	89.34	93.31	92.35	91.07	88.67	87.49	86.27
14.75	116.8 4	98.02	98.44	97.52	101.8 5	100.7 7	99.4	96.78	95.51	94.17
15	126.8	106.23	106.67	105.7 1	110.4 1	109.2 1	107.7 5	104.91	103.55	102.09

Çizelge 5.5 Dizayn Hızı 12 knot için Direnç ve Güç Değerleri

	<i>Direnç (kN)</i>	<i>Güç (kW)</i>
Ana Form	36.05	222.52
D-O	32.55	200.93
D-MA	34.63	213.8
D-Mİ	32.28	199.25
D-85	33.12	204.45
D-90	32.78	202.36
D-95	32.65	201.54
D-105	32.67	201.67
D-110	33.25	205.29
D-115	32.65	201.54
E-O	32.68	201.76

Çizelge 5.5 (devam) Dizayn Hızı 12 knot için Direnç ve Güç Değerleri

E-MA	32.59	201.21
E-Mİ	32.85	202.78
E-85	33.19	204.9
E-90	33.16	204.72
E-95	32.9	203.13
E-105	32.47	200.48
E-110	32.29	199.35
E-115	32.01	197.6
N-O	32.54	200.89
N-MA	34.72	214.33
N-Mİ	32.33	199.6
N-85	32.7	201.85
N-90	32.76	202.25
N-95	32.63	201.43
N-105	33.11	204.43
N-110	33.57	207.25
N-115	34.59	213.53
EO-O	32.92	203.26
EO-MA	33.09	204.28
EO-Mİ	32.74	202.14
EO-85	33.61	207.47
EO-90	33.44	206.45
EO-95	33.18	204.86
EO-105	32.71	201.96
EO-110	32.5	200.64
EO-115	32.26	199.17

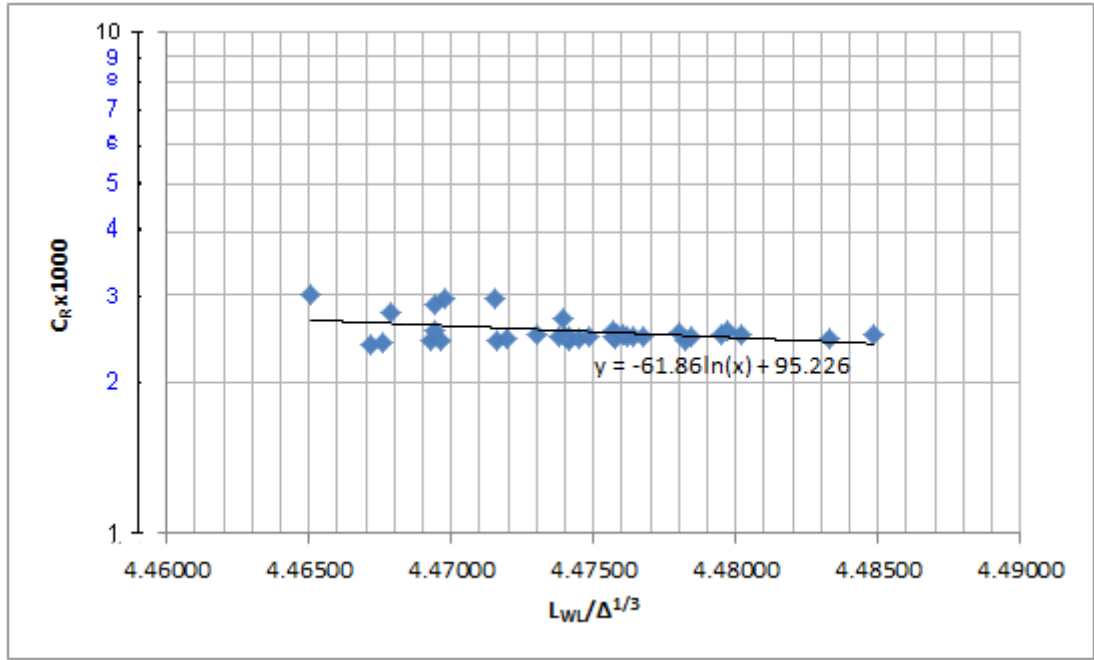
Çizelge 5.6 Artık Direnç Katsayısı Karşılaştırması

						10 knot	11 knot	12 knot	13 knot	14 knot
	Δ	$L_{wt}/\Delta^{1/3}$	LCB	C_B	C_P	C_R	C_R	C_R	C_R	C_R
	ton					x1000	x1000	x1000	x1000	x1000
Ana Form	393.0840	4.49125	-0.5030	0.5220	0.5800	2.84093	3.58901	4.39779	6.10778	9.33464
D-O	397.1650	4.47582	-0.2180	0.5230	0.5870	2.49565	3.04227	3.58610	4.74374	6.98892
D-MA	398.3090	4.47153	-0.1750	0.5250	0.5890	2.93631	3.42524	3.90411	4.97604	7.10922
D-Mİ	396.5280	4.47821	-0.2460	0.5230	0.5860	2.43186	2.99317	3.55474	4.74240	7.03640
D-85	396.1850	4.47950	-0.2580	0.5220	0.5860	2.50666	3.10477	3.70828	4.98420	7.44085
D-90	396.4600	4.47847	-0.2460	0.5220	0.5860	2.47298	3.05221	3.63452	4.86622	7.24156
D-95	397.2030	4.47567	-0.2180	0.5230	0.5870	2.47282	3.04229	3.60758	4.80478	7.12284
D-105	397.2020	4.47568	-0.2140	0.5230	0.5870	2.55254	3.06630	3.57997	4.68473	6.83615

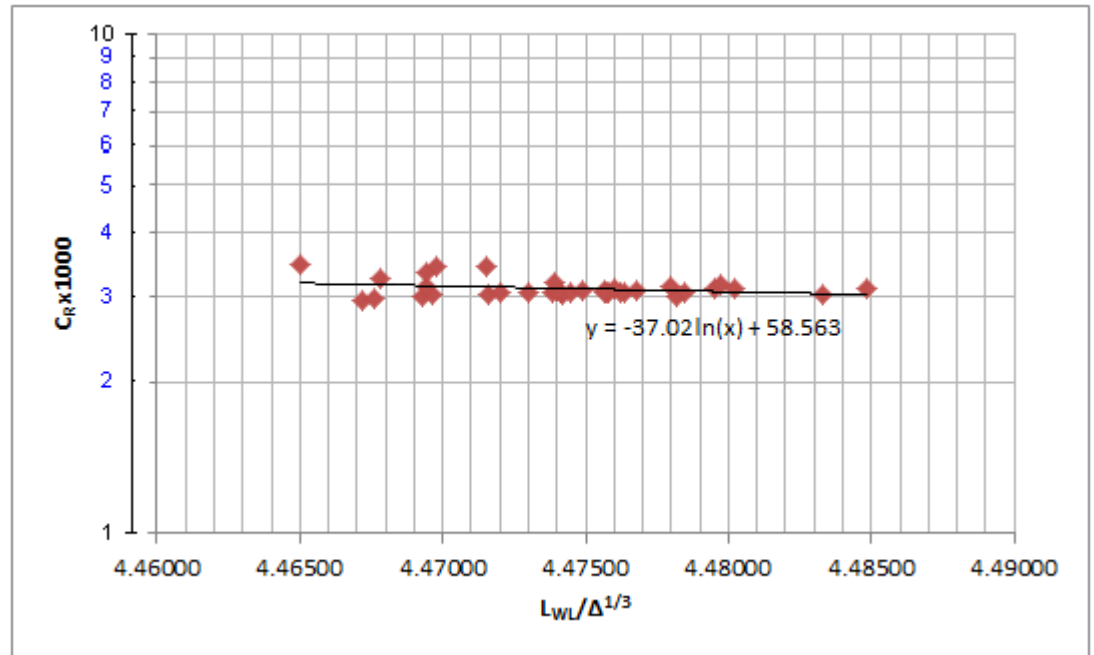
Çizelge 5.6 (devam) Artık Direnç Katsayısı Karşılaştırması

D-110	397.6690	4.47392	-0.1970	0.5240	0.5870	2.68407	3.17894	3.67050	4.74369	6.85098
D-115	398.8720	4.46942	-0.1510	0.5260	0.5900	2.87464	3.34935	3.80959	4.83788	6.89009
E-O	397.5260	4.47446	-0.2050	0.5240	0.5880	2.45881	3.03707	3.60815	4.81501	7.15490
E-MA	397.6990	4.47381	-0.1930	0.5240	0.5880	2.46631	3.04880	3.62240	4.83442	7.18487
E-Mİ	397.1860	4.47574	-0.2180	0.5230	0.5870	2.45710	3.03367	3.60602	4.81579	7.15813
E-85	394.7740	4.48483	-0.2950	0.5210	0.5830	2.50309	3.09504	3.71243	5.01845	7.51208
E-90	395.9950	4.48022	-0.2520	0.5220	0.5850	2.50460	3.10072	3.70799	4.99222	7.45886
E-95	396.9100	4.47677	-0.2270	0.5230	0.5870	2.47900	3.06581	3.65058	4.88662	7.27710
E-105	398.2900	4.47160	-0.1760	0.5250	0.5890	2.43881	3.00930	3.56492	4.73860	7.02315
E-110	398.9020	4.46931	-0.1530	0.5260	0.5900	2.41928	2.98168	3.52375	4.66837	6.90255
E-115	399.4810	4.46715	-0.1300	0.5260	0.5900	2.39121	2.94088	3.46539	4.57257	6.74066
N-O	397.9150	4.47300	-0.1890	0.5250	0.5880	2.48962	3.03565	3.56964	4.70593	6.92188
N-MA	398.7790	4.46977	-0.1600	0.5260	0.5900	2.94083	3.43439	3.91060	4.97608	7.10476
N-Mİ	397.6060	4.47416	-0.2050	0.5240	0.5880	2.43519	3.00117	3.55692	4.73150	7.01307
N-85	395.1850	4.48328	-0.2900	0.5210	0.5840	2.45703	3.02762	3.61507	4.85788	7.24219
N-90	397.0150	4.47638	-0.2260	0.5230	0.5870	2.47025	3.05018	3.62479	4.83970	7.19361
N-95	397.6160	4.47412	-0.2050	0.5240	0.5880	2.46761	3.03619	3.59354	4.77346	7.06748
N-105	398.8750	4.46941	-0.1590	0.5260	0.5900	2.55329	3.11755	3.65918	4.81314	7.07679
N-110	399.2940	4.46785	-0.1410	0.5260	0.5910	2.76406	3.25508	3.72479	4.75876	6.81720
N-115	400.0500	4.46503	-0.1120	0.5270	0.5920	3.01607	3.46304	3.88614	4.85377	6.81574
EO-O	397.4190	4.47486	-0.2100	0.5240	0.5870	2.47837	3.06623	3.64726	4.87502	7.25426
EO-MA	397.6520	4.47399	-0.1980	0.5240	0.5880	2.48508	3.07724	3.65907	4.88823	7.27304
EO-Mİ	397.0660	4.47619	-0.2220	0.5230	0.5870	2.46755	3.04903	3.62723	4.84935	7.21505
EO-85	396.1250	4.47973	-0.2600	0.5220	0.5860	2.54651	3.16493	3.78810	5.10523	7.64338
EO-90	396.5850	4.47800	-0.2430	0.5230	0.5860	2.53034	3.14189	3.75410	5.04795	7.54515
EO-95	397.1100	4.47602	-0.2230	0.5230	0.5870	2.50395	3.10390	3.69894	4.95630	7.39022
EO-105	398.1850	4.47199	-0.1800	0.5250	0.5890	2.45718	3.03680	3.60135	4.79377	7.11440
EO-110	398.8200	4.46962	-0.1550	0.5260	0.5900	2.43389	3.00378	3.55221	4.71009	6.97146
EO-115	399.3680	4.46757	-0.1340	0.5260	0.5900	2.41019	2.96951	3.50309	4.62928	6.83444

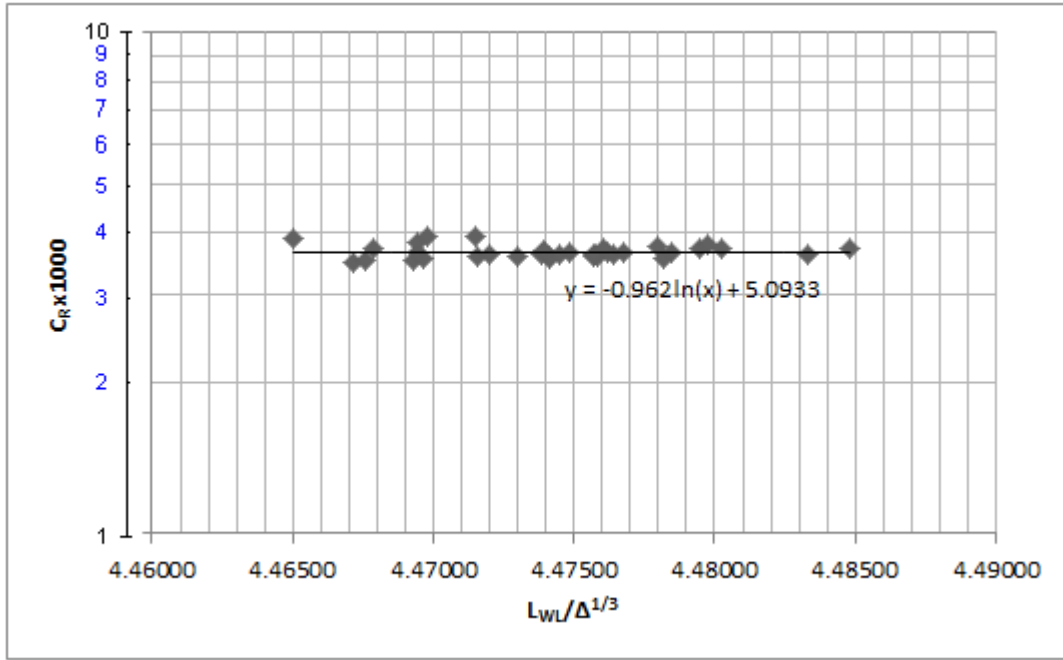
Öncelikle belirtmek gerekir ki, aşağıdaki şekiller 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 ve 5.5'te verilen denklemlerde $y = C_R \times 10^3$ ve $x = L_{WL}/\Delta^{1/3}$ değerlerine eşittir ve denklemler ele alınırken bu değerlerle işlem yapılacaktır.



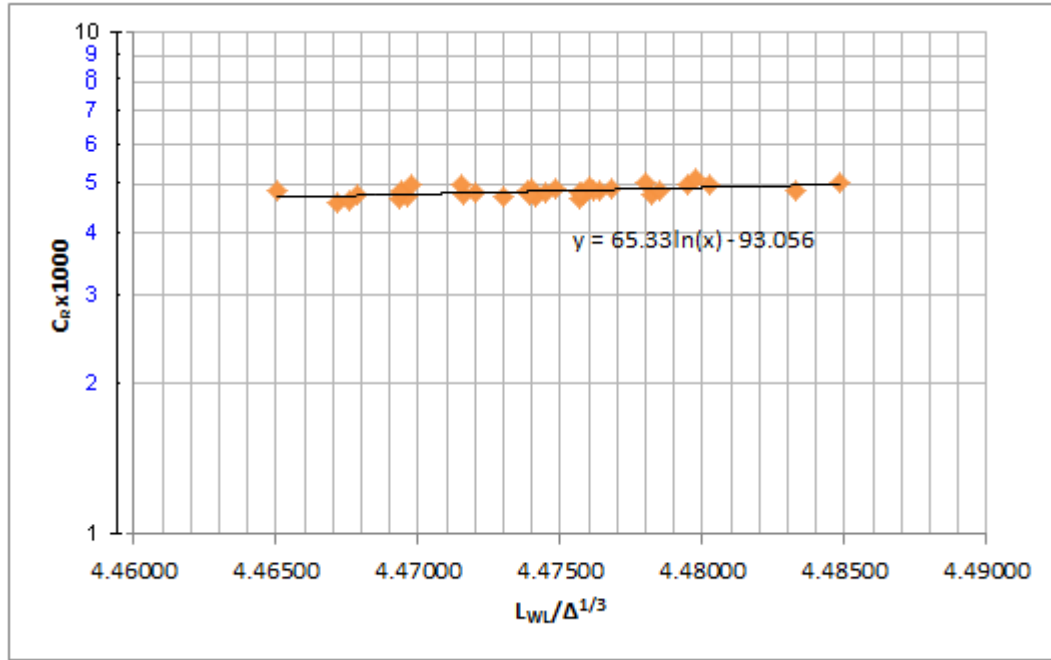
Şekil 5.1 10 knot Artık Direnç Katsayısı Dağılımı Logaritmik Dağılım



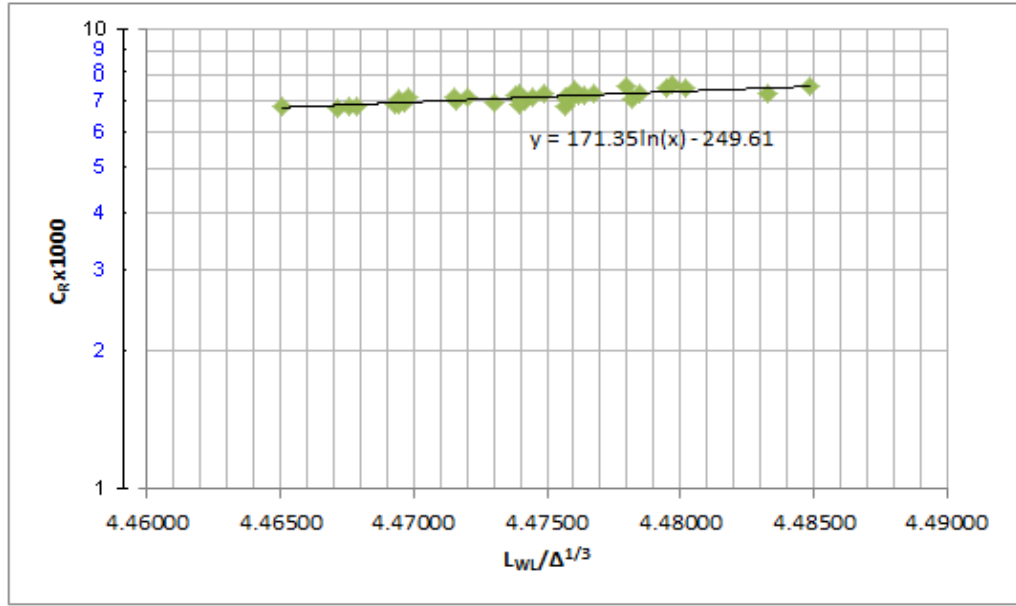
Şekil 5.2 11 knot Artık Direnç Katsayısı Dağılımı Logaritmik Dağılım



Şekil 5.3 12 knot Artık Direnç Katsayısı Dağılımı Logaritmik Dağılım



Şekil 5.4 13 knot Artık Direnç Katsayısı Dağılımı Logaritmik Dağılım



Şekil 5.5 14 knot Artık Direnç Katsayısı Dağılımı Logaritmik Dağılım

Verilen çizelge ve grafiklere bakıldığı zaman öncelikli olarak dağılım dışında kalan en iyi ve en kötü değerler arasından seçim yapılmıştır. Karşılaştırma yapılırken sadece sınır değerleri tüm değerler göz önüne ve her bir farklı yumrubaş kesitinden seçilmeye özen gösterilmiştir.

Bu çizelgelerden görüleceği gibi tüm hız değerlerinde en iyi sonuç veren yumrubaş tipi “E-115” yumrubaş formu olmuştur ve ilk seçilen formumuz olmuştur. Aynı şekilde 10-14 knot aralığında yine iyi sonuçlar veren diğer bir yumrubaş kesiti “EO-115” formudur ve ikinci form olarak seçilmiştir. Üçüncü form olarak 10, 11 ve 12 knotta iyi sonuçlar veren “D-Mİ” ve 13, 14 knotta daha iyi sonuçlar vermiş olan “D-105” seçilmiş ve delta tipli yumrubaşlar için iki adet form göz önüne alınmıştır. Aynı şekilde elips kesitlilerden ikinci olarak “E-110” seçilmiştir. Son olarak nabra kesitli formdan ise “N-Mİ” ve “N-O” seçilmiştir. En kötü değerler arasından ise, “N-MA”, “D-MA”, “D-115”, “EO-85” ve “E-85” seçilmiştir. Ek olarak düşük hızlarda en kötü sonuçları veren ancak hız arttıkça iyi sonuçlar veren “N-115” formu seçilmiştir. Özetlersek, hem iyi hem kötü sonuçlarda delta kesitli yumrubaşlar için “D-105, D-Mİ, D-MA, D-115” seçilmiştir. Nabla kesitli yumrubaşlar arasından “N-Mİ, N-O ve N-115” seçilmiştir. Elips kesitli yumrubaşlar arasından “E-115, E-110, E-85” seçilmiştir ve son olarak dairesel kesitli formlar arasından “EO-115 ve EO-85” seçilmiştir ve toplamda 12 adet yumrubaş formu karşılaştırma ve analiz için belirlenmiştir.

5.3 Seçilen Yumrubaşların Karşılaştırılması

5.3.1 Yumrubaşlı formların direnç yönünden karşılaştırılması

Bir önceki bölümde direnç ve güç değerleri verilen yumrubaşlar arasından seçilen yumrubaş formlarından bahsedilmişti. Bu bölümde ise, seçilen formların birbirleri ve ana form ile karşılaştırılmasının yanında direnç açısından kazançlar incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda çizelgeler halinde verilmiş olup devamında ise grafiksel gösterim yer almaktadır.

Çizelge 5.7 Ana Form Direnç Çizelgesi

<i>Yumrubaş Tipi</i>	<i>Fn</i>	<i>C_R</i>	<i>R_T</i>	<i>δC_R</i>	<i>δR_T</i>
Ana Form		x1000	kN	%	%
	0.2863	2.84093	19.07	-	-
$\Delta(t) =$	393.0840	0.3150	3.58901	26.53	-
WSA (m²) =	297.6790	0.3436	4.39779	36.05	-
$Z_B/T =$	0.0000	0.3722	6.10778	53.59	-
	0.4009	9.33464	87.02	-	-

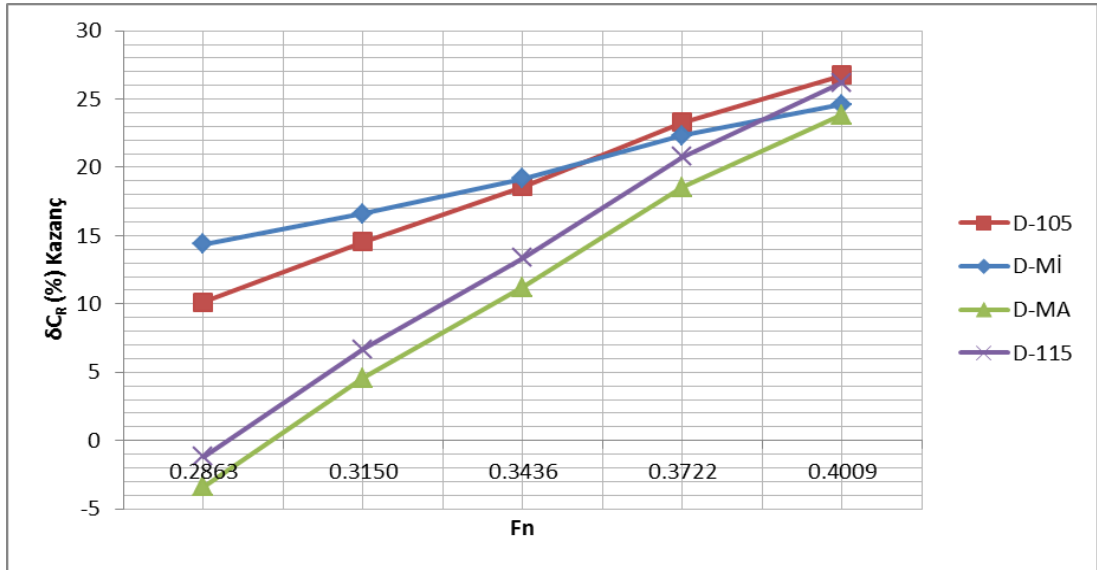
Çizelge 5.8 Delta Kesitli Yumrubaş Formları Direnç Çizelgesi

<i>Yumrubaş Tipi</i>	<i>Fn</i>	<i>C_R</i>	<i>R_T</i>	<i>δC_R</i>	<i>δR_T</i>
D-105		x1000	kN	%	%
	0.2863	2.55254	18.66	10.15118	2.149974
$\Delta(t) =$	397.202	0.3150	3.06630	25.01	14.56407
WSA (m²) =	309.705	0.3436	3.57997	32.67	18.59619
$Z_B/T =$	0.5423	0.3722	4.68473	45.88	23.29898
$V_{pr} =$	0.7481	0.4009	6.83615	70.41	26.76577
Yumrubaş Tipi	Fn	C_R	R_T	δC_R	δR_T
D-Mİ		x1000	kN	%	%
	0.2863	2.43186	18.03	14.39919	5.453592
$\Delta(t) =$	396.528	0.3150	2.99317	24.46	16.60176
WSA (m²) =	307.552	0.3436	3.55474	32.28	19.16988
$Z_B/T =$	0.4110	0.3722	4.74240	45.93	22.35473
$V_{pr} =$	0.4007	0.4009	7.03640	71.49	24.6206

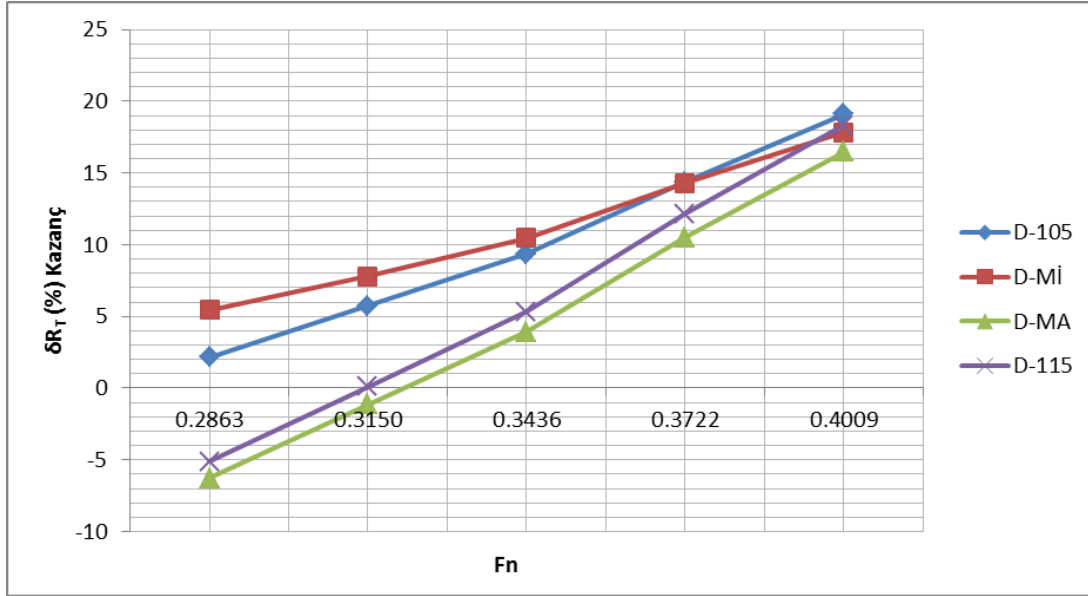
Çizelge 5.8 (devam) Delta Kesitli Yumrubaş Formları

Direnç Çizelgesi

Yumrubaş Tipi	Fn	C _R	R _T	δC _R	δR _T
D-MA		x1000	kN	%	%
	0.2863	2.93631	20.27	-3.35746	-6.29261
Δ (t)= 398.309	0.3150	3.42524	26.83	4.563208	-1.1308
WSA (m ²) = 310.27	0.3436	3.90411	34.63	11.22579	3.938974
ZB/T = 0.6220	0.3722	4.97604	47.96	18.52946	10.50569
V _{pr} = 1.0026	0.4009	7.10922	72.7	23.84044	16.45599
Yumrubaş Tipi	Fn	C_R	R_T	δC_R	δR_T
D-115		x1000	kN	%	%
	0.2863	2.87464	20.05	-1.18669	-5.13896
Δ (t)= 398.872	0.3150	3.34935	26.5	6.677635	0.11308
WSA (m ²) = 310.894	0.3436	3.80959	34.13	13.37496	5.325936
Z _B /T = 0.5940	0.3722	4.83788	47.08	20.79156	12.14779
V _{pr} = 1.0445	0.4009	6.89009	71.06	26.1879	18.34061



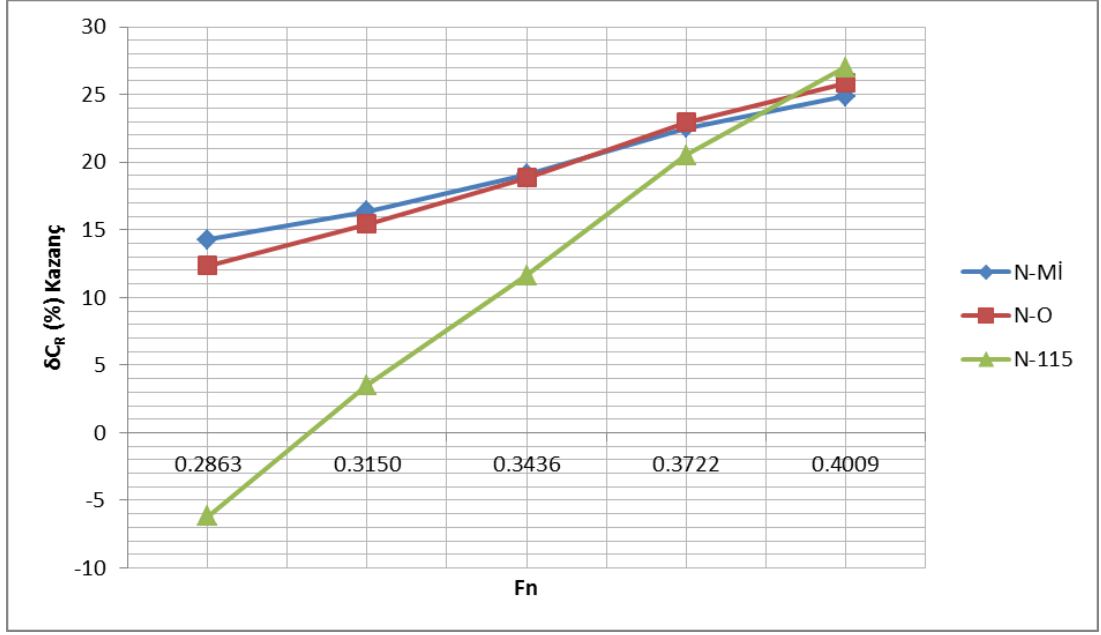
Şekil 5.6 Delta Kesitli Form C_R Kazanç Çizelgesi



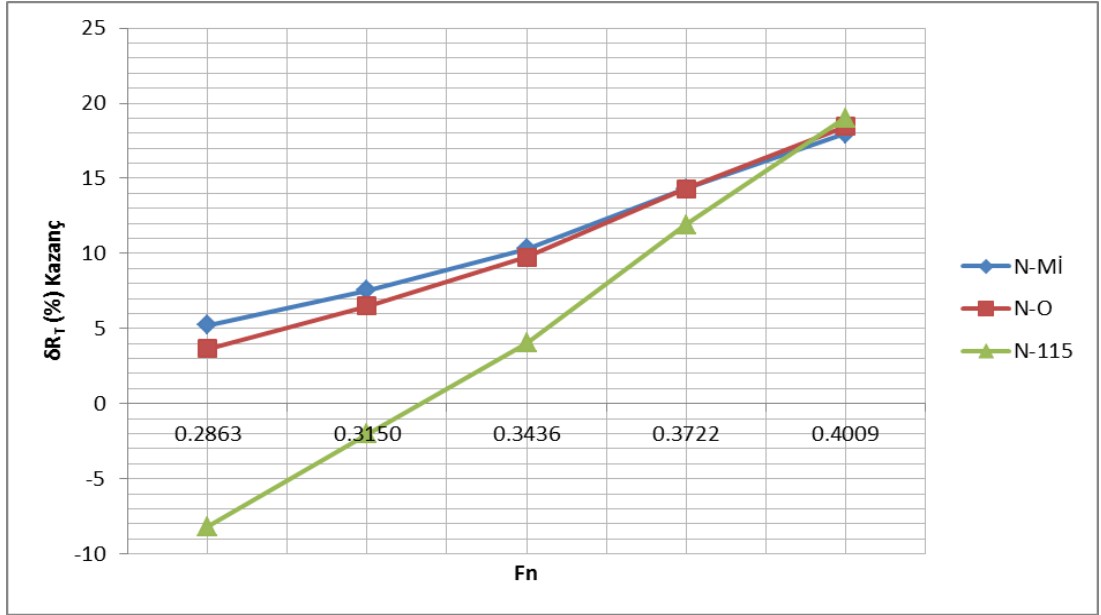
Şekil 5.7 Delta Kesitli Form R_T Kazanç Çizelgesi

Çizelge 5.9 Nabla Kesitli Yumrubaş Formları Direnç Çizelgesi

Yumrubaş Tipi		F_n	C_R	R_T	δC_R	δR_T
<i>N-Mİ</i>			$\times 1000$	kN	%	%
		0.2863	2.43519	18.07	14.28201	5.243838
$\Delta(t) =$	397.606	0.3150	3.00117	24.53	16.37895	7.538636
$WSA(m^2) =$	308.13	0.3436	3.55692	32.33	19.12029	10.319
$Z_B/T =$	0.4110	0.3722	4.73150	45.92	22.53334	14.31237
$V_{pr} =$	0.4296	0.4009	7.01307	71.4	24.87044	17.9499
Yumrubaş Tipi		F_n	C_R	R_T	δC_R	δR_T
<i>N-O</i>			$\times 1000$	kN	%	%
		0.2863	2.48962	18.37	12.36599	3.670687
$\Delta(t) =$	397.915	0.3150	3.03565	24.81	15.41824	6.483227
$WSA(m^2) =$	309.291	0.3436	3.56964	32.54	18.83112	9.736477
$Z_B/T =$	0.6495	0.3722	4.70593	45.93	22.95195	14.29371
$V_{pr} =$	0.6951	0.4009	6.92188	70.96	25.84739	18.45553
Yumrubaş Tipi		F_n	C_R	R_T	δC_R	δR_T
<i>N-115</i>			$\times 1000$	kN	%	%
		0.2863	3.01607	20.63	-6.16485	-8.18039
$\Delta(t) =$	400.05	0.3150	3.46304	27.07	3.509854	-2.03543
$WSA(m^2) =$	310.961	0.3436	3.88614	34.59	11.63433	4.049931
$Z_B/T =$	0.5423	0.3722	4.85377	47.2	20.53141	11.92387
$V_{pr} =$	0.9643	0.4009	6.81574	70.46	26.98445	19.03011

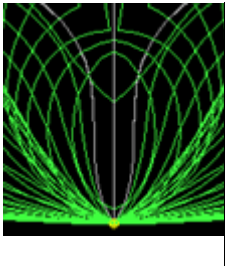


Şekil 5.8 Nabla Kesitli Form C_R Kazanç Çizelgesi

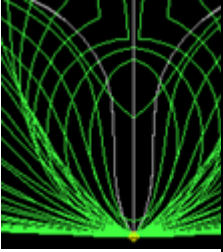
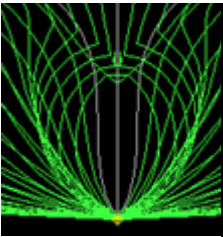


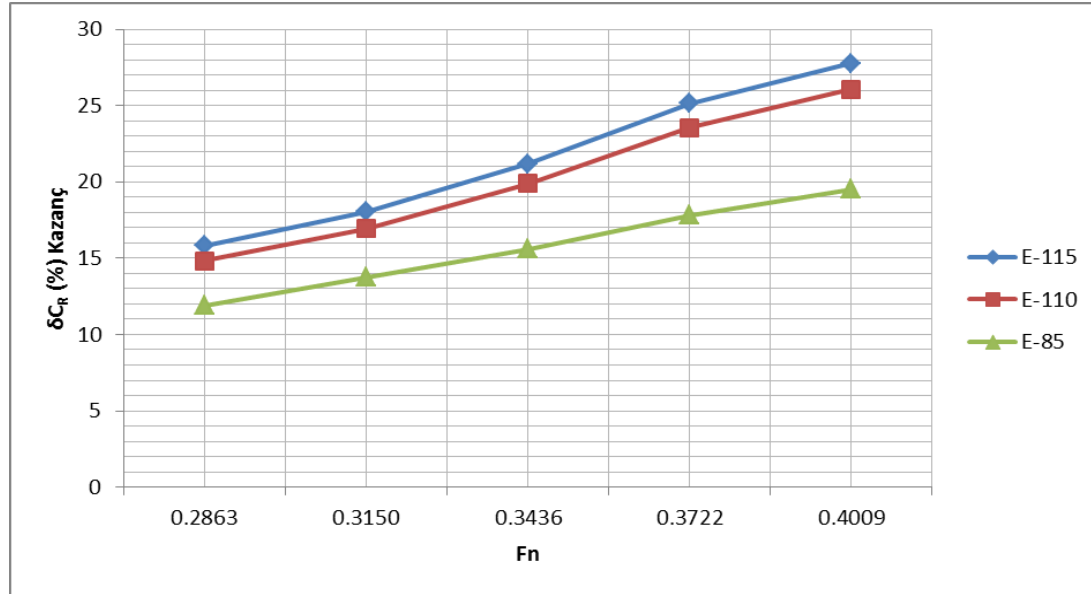
Şekil 5.9 Nabla Kesitli Form R_T Kazanç Çizelgesi

Çizelge 5.10 Elips Kesitli Yumrubaş Formları Direnç Çizelgesi

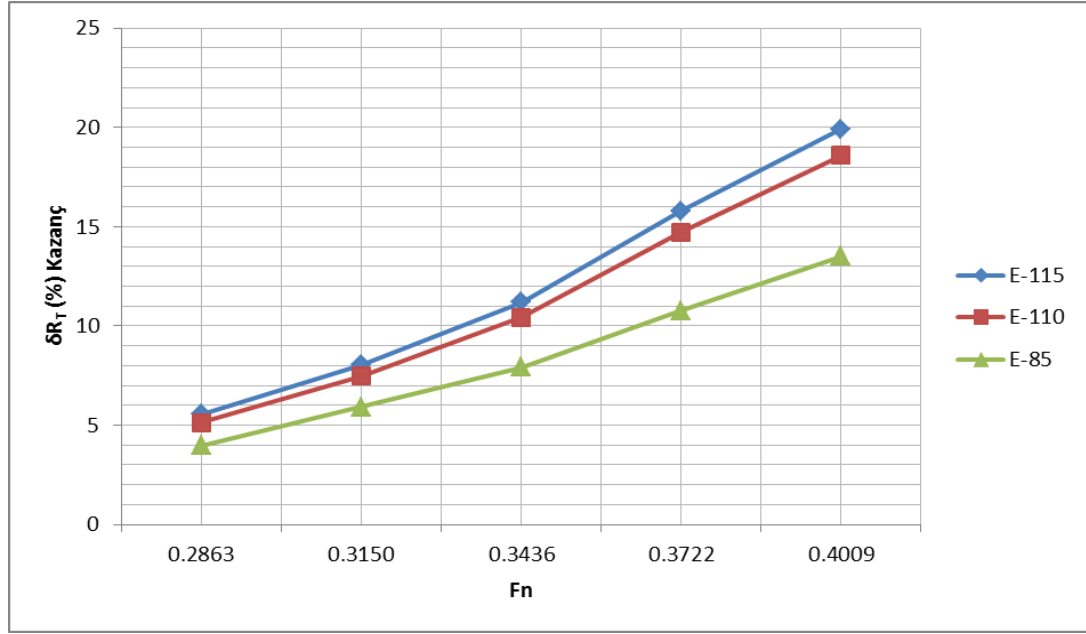
Yumrubaş Tipi		Fn	C_R	R_T	δC_R	δR_T
<i>E-110</i>			$\times 1000$	kN	%	%
	Δ (t)=	398.902	0.2863	2.41928	18.09	14.84194
	WSA (m ²) =	309.399	0.3150	2.98168	24.55	16.92202
	Z_B/T =	0.3158	0.3436	3.52375	32.29	19.87462
	V_{pr} =	0.8263	0.3722	4.66837	45.7	23.5669
			0.4009	6.90255	70.85	26.05441
						18.58194

Çizelge 5.10 (devam) Elips Kesitli Yumrubaş Formları
Direnç Çizelgesi

	Yumrubaş Tipi		F _n	C _R	R _T	δC _R	δR _T
	E-115			×1000	kN	%	%
			0.2863	2.39121	18.01	15.82996	5.558469
	Δ (t)=	399.481	0.3150	2.94088	24.4	18.05871	8.028647
	WSA (m ²) =	310.028	0.3436	3.46539	32.01	21.20168	11.20666
	Z _B /T =	0.3302	0.3722	4.57257	45.12	25.13528	15.80519
	V _{pr} =	1.0134	0.4009	6.74066	69.68	27.78878	19.92645
	Yumrubaş Tipi		F _n	C _R	R _T	δC _R	δR _T
	E-85			×1000	kN	%	%
			0.2863	2.50309	18.31	11.89202	3.985317
	Δ (t)=	394.774	0.3150	3.09504	24.96	13.76354	5.917829
	WSA (m ²) =	307.414	0.3436	3.71243	33.19	15.58434	7.933426
	Z _B /T =	0.2441	0.3722	5.01845	47.82	17.83508	10.76693
	V _{pr} =	0.4482	0.4009	7.51208	75.27	19.52474	13.50264

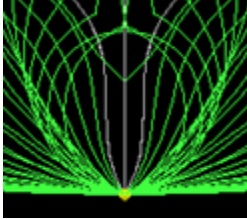
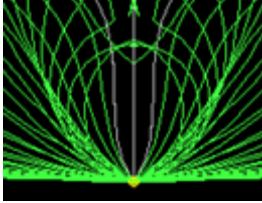


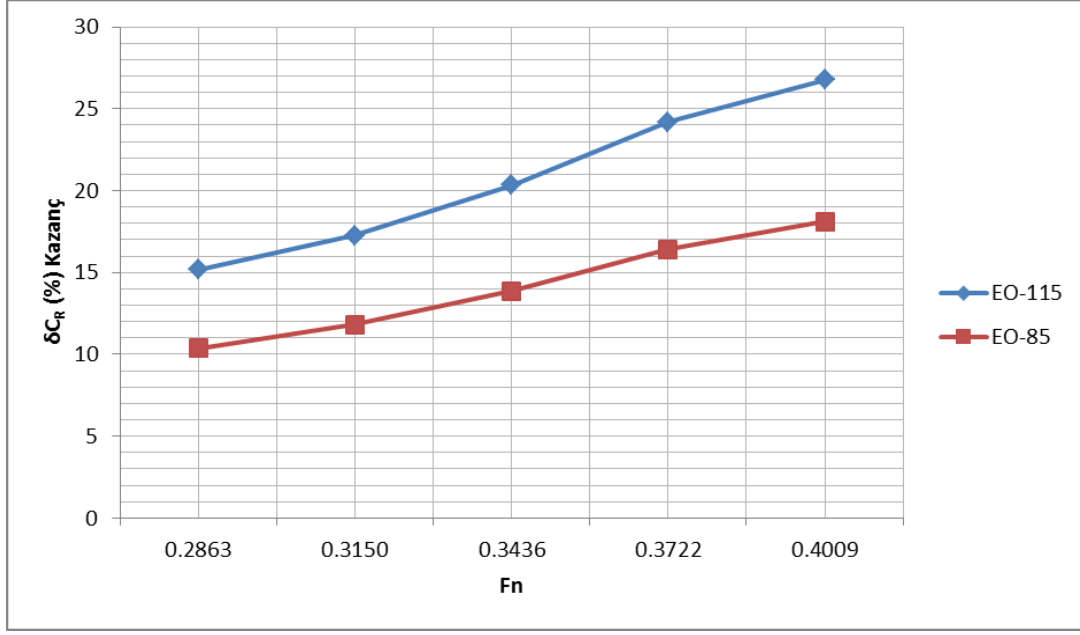
Şekil 5.10 Elips Kesitli Form C_R Kazanç Çizelgesi



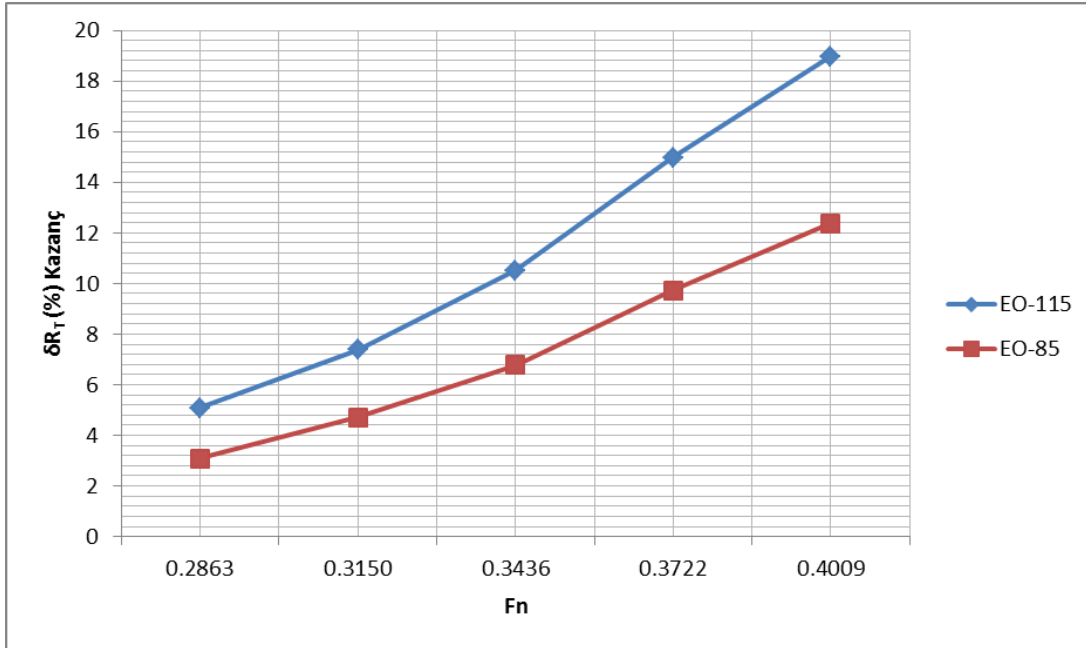
Şekil 5.11 Elips Kesitli Form R_T Kazanç Çizelgesi

Çizelge 5.11 Dairesel Kesitli Yumrubaş Formları Direnç Çizelgesi

Yumrubaş Tipi		F_n	C_R	R_T	δC_R	δR_T
EO-115			x1000	kN	%	%
	$\Delta (t) =$	399.368	0.2863	2.41019	18.1	15.16201
	$WSA (m^2) =$	310.392	0.3150	2.96951	24.57	17.26097
	$Z_B/T =$	0.3302	0.3436	3.50309	32.26	20.34431
	$V_{pr} =$	1.0819	0.3722	4.62928	45.56	24.20682
			0.4009	6.83444	70.51	26.7841
Yumrubaş Tipi		F_n	C_R	R_T	δC_R	δR_T
EO-85			x1000	kN	%	%
			0.2863	2.54651	18.48	10.36361
	$\Delta (t) =$	396.125	0.3150	3.16493	25.28	11.8161
	$WSA (m^2) =$	306.983	0.3436	3.78810	33.61	13.86372
	$Z_B/T =$	0.2441	0.3722	5.10523	48.38	16.41432
	$V_{pr} =$	0.4282	0.4009	7.64338	76.26	18.11809



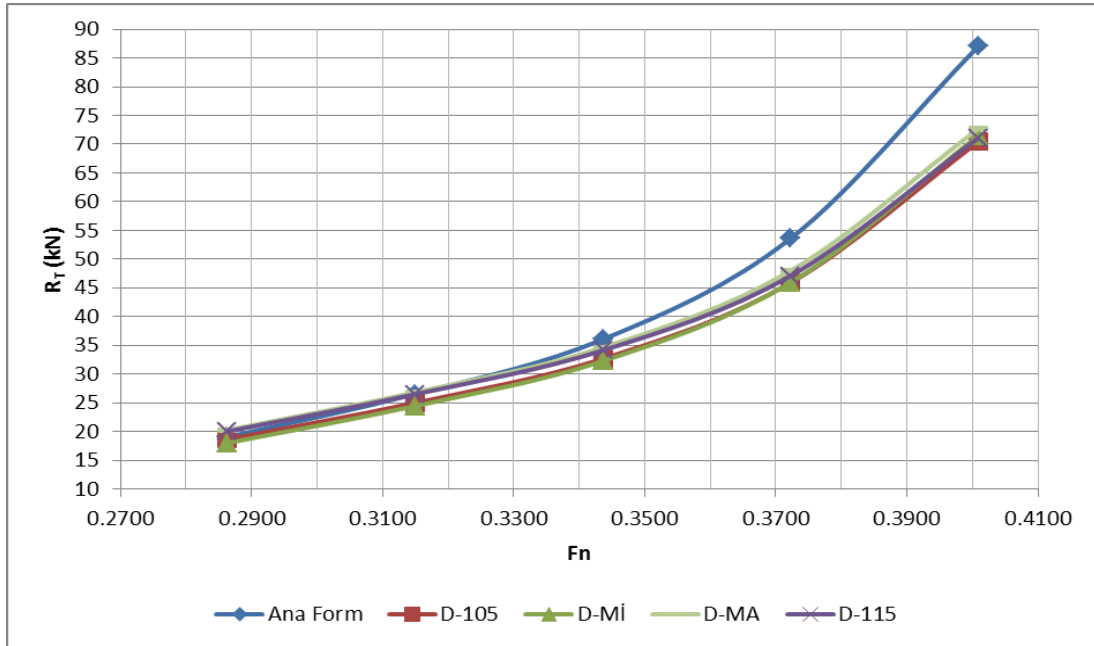
Şekil 5.12 Dairesel Kesitli Form C_R Kazanç Çizelgesi



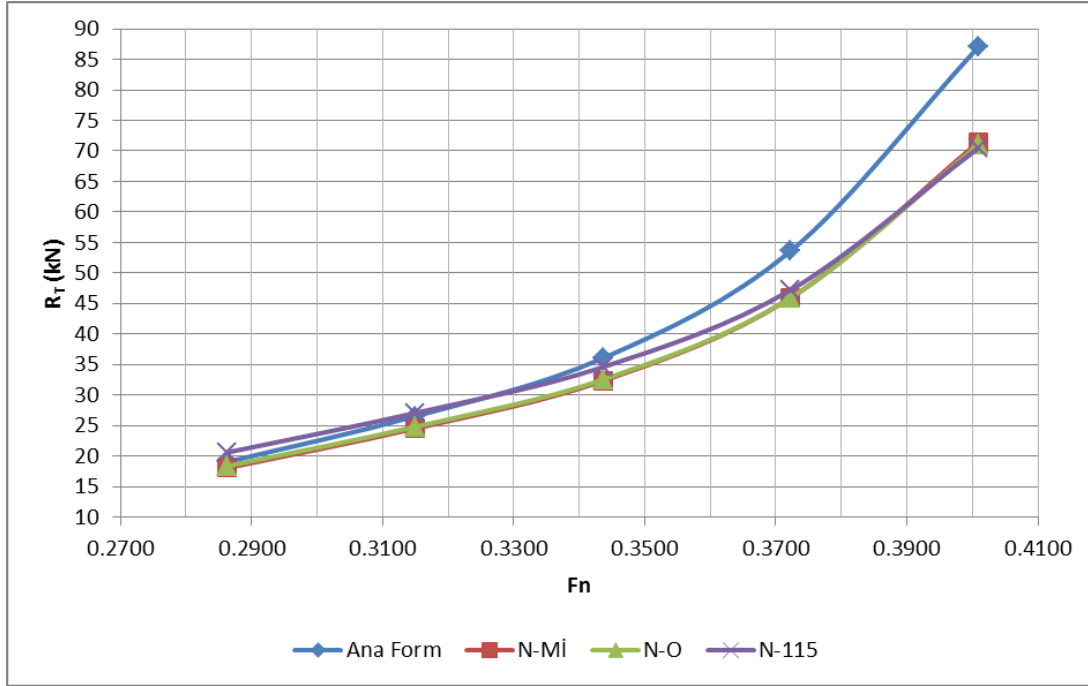
Şekil 5.13 Dairesel Kesitli Form R_T Kazanç Çizelgesi

Sonuçlara ve grafiklere bakıldığı zaman, seyir hızını temel aldığımızda (12knot, $Fn = 0.3436$), en olumlu direnç sonuçlarını dairesel ve elips kesitler vermiştir. Genel olarak tüm hızlarda kesitleri incelediğimiz zaman aynı şekilde en iyi sonuçları elips ve dairesel kesitli yumru başa sahip formlar olmuştur. Seyir hızında “EO-115” dairesel kesitli form ile toplam dirençte %10.51 kazanç sağlamıştır. Artık direnç açısından incelendiği zaman ise yine aynı form yaklaşık %20.34’lük kazanç

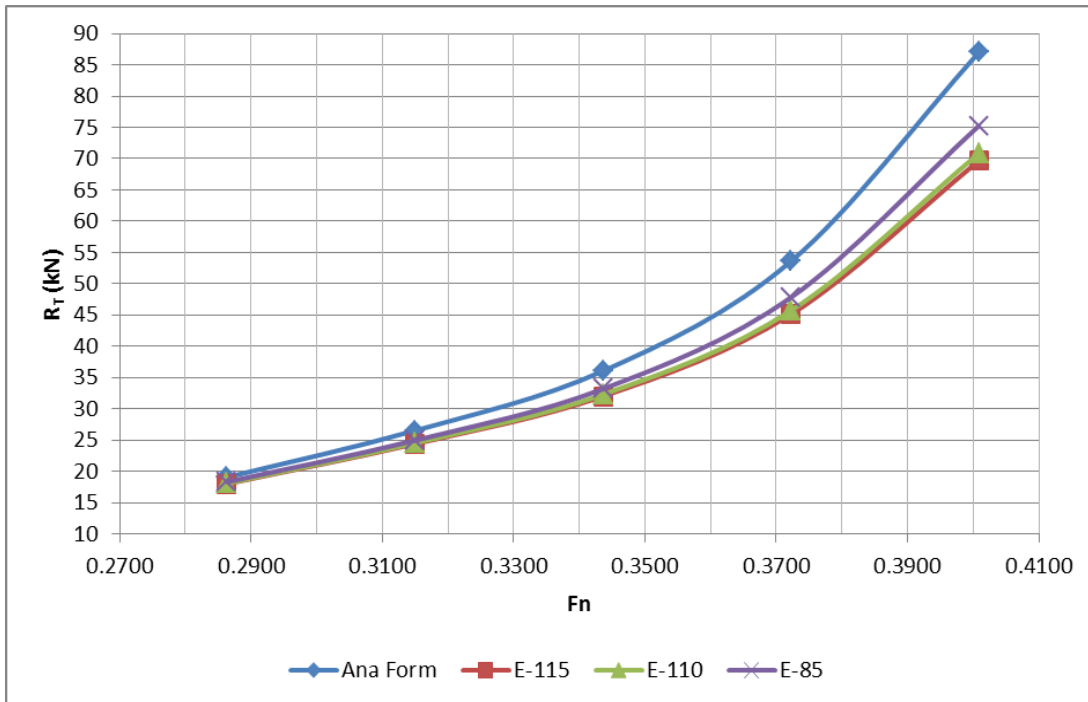
sağlamıştır. Bu durumun seyir hızında ve efektif güç üzerindeki iyileştirici etkisi açıkça görülmektedir. Aynı şekilde elips kesitli “E-115” formu, seyir hızında toplam direnç üzerinde %11.2’lik bir kazanç sağlamıştır. Yine aynı seyir hızında artık direnç katsayısı üzerinde ise %21.2’lik bir iyileşme oranıyla en iyi sonuçları vermiştir. Tüm değerler karşılaştırıldığı zaman en iyi değerleri elips ve dairesel kesitli formların verdiği çok açık bir biçimde gözükmemektedir. Nabla kesitli yumrubaşlar ise diğer formlarına göre direnç üzerine daha az etki etmiş ve en az iyileşmeyi sağlamışlardır. Ancak burada bahsedilmesi gereken diğer bir nokta ise maksimum hızdaki değerlerdir. Konu edilen tekne için maksimum hız 14 knot olarak belirlenmiştir. Burada belirtilmesi gereken önemli bir nokta dizayn hızında en kötü sonucu veren nabla formuna ait “N-115” yumrubaş formu, maksimum hız için toplam direnç üzerinde %19’a varan bir iyileşme sağlamıştır. Aynı şekilde artık direnç üzerinde ise yaklaşık %27 oranında bir kazanç sağlamış olup yüksek hızlar için nabla formu ön plana çıkmaktadır. İkinci olarak toplam direnç farklarına bakılırsa, aşağıdaki çizelgeler elde edilmektedir.



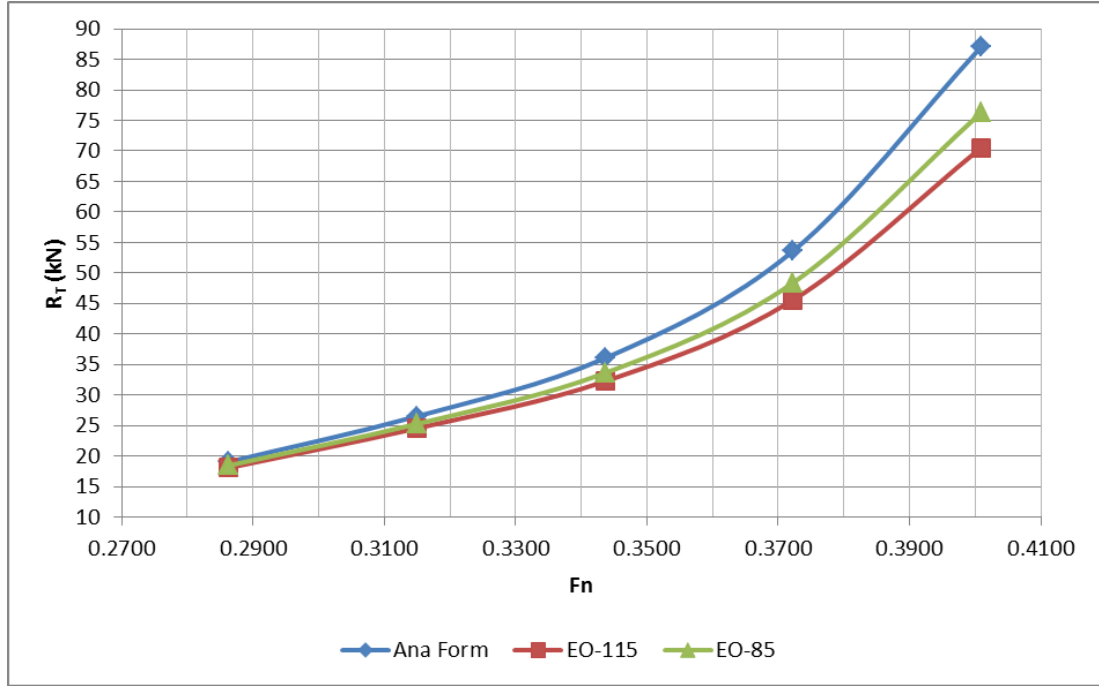
Şekil 5.14 Delta Kesitli Yumrubaş ve Ana Form Toplam Direnç Karşılaştırması



Şekil 5.15 Nabla Kesitli Yumrubaş ve Ana Form Toplam Direnç Karşılaştırması



Şekil 5.16 Elips Kesitli Yumrubaş ve Ana Form Toplam Direnç Karşılaştırması



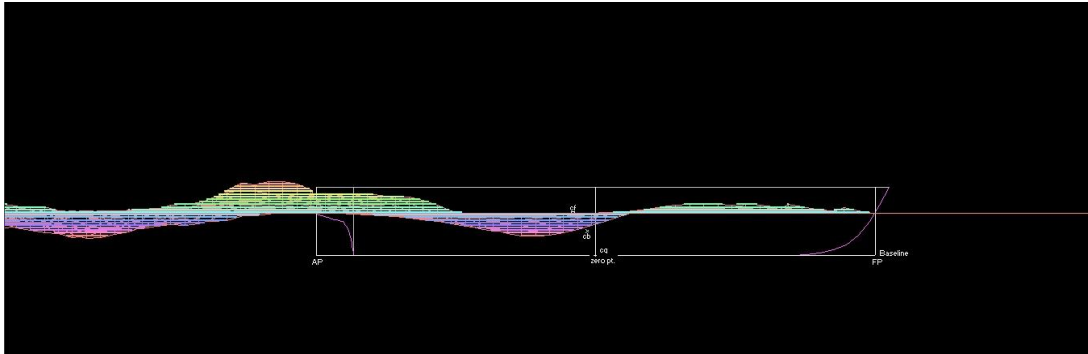
Şekil 5.17 Dairesel Kesitli Yumrubaş ve Ana Form Toplam Direnç Karşılaştırması

Yukarıdaki ikinci çizelge grubunu ele alıp incelediğimizde düşük hızlarda ($F_n = 0.29$) yumrubaşlar beklendiği şekilde direnç üzerinde çok fazla iyileşme sağlamamıştır. Özellikle N-115, D-115, D-MA toplam dirençte artışa sebep olmuştur. Diğer taraftan, yukarıda seçilen 12 yumrubaştan bahsedilen 3 tanesi dışında geriye kalanlar ise toplam direnç üzerinde en fazla %5lik bir iyileşme sağlamış ve düşük hızlarda yumrubaş uygulanmasının uygun olmadığı gösterilmiştir. Burada göz önüne almamız gereken diğer bir nokta ise, 10 - 14 knotluk yani $F_n = 0.2863 - 0.40$ aralığını iki ayrı aralıkta incelemek sonuçları daha sağlıklı karşılaştırmak ve yorumlamak açısından önemlidir. İlk olarak 10-12 knot aralığını değerlendirirsek, bu aralıkta yukarıda verilmiş olan çizelgelere da baktığımızda açık bir şekilde görülmektedir ki E-115 ve EO-115 en iyi sonuçları vermiştir. Ancak sıralama yapılırsa, delta kesitli (D-Mİ) ve son olarak nabla kesitli (N-Mİ) formları gelmektedir. Her ne kadar 10 knot için elde edilen iyileşme yukarıda bahsedildiği gibi çok düşük olsa da 12 knot dizayn hızına yaklaştıkça direnç üzerinde gözle görülür bir iyileşme meydana gelmektedir. Dizayn hızında ana form ile E-115 formu arasında toplam direnç farkı 4.04 kN olurken EO-115 formu ile 3.79 kN'lık bir fark oluşmuştur. Bunun sonucunda toplam güçte E-115 formu için 24.92 kW bu yaklaşık %11lik bir azalma ve EO-115 için 23.35 kW'lık bir iyileşme içinse %10.5lik azalış

gözlenmiştir. Yani toplam güç üzerinde yaklaşık %10-11 civarında bir iyileşme elde edilmiştir. Delta kesitli formlara baktığımız zaman $F_n = 0.3436$ için, D-Mİ formunda güçte %10.45’lik bir iyileşme gözlenmiştir. Nabla formlarından N-Mİ göz önüne alındığı zaman ise güçteki iyileşme %10 civarında olmuştur. İkinci olarak 13-14 knot hız aralığına bakacak olursak, E-115 en iyi sonuçları vermiştir. Devamında ise EO-115 ve N-115 formları gelmektedir. Yukarıda bahsedildiği gibi maksimum hız için, N-115 çok iyi sonuçlar vermiştir ve bu durum da güç üzerinde %19’luk bir kazanç sağlamıştır. Bu durumda söylenebilir ki, düşük hızlarda elips ve dairesel kesitler en iyi sonuçları vermiştir. Tüm hızlarda ise elips en iyi sonuçları vermektedir. Ancak, düşük hızlarda kötü sonuç veren nabla formu, maksimum hızda çok iyi iyileşme sağlamıştır.

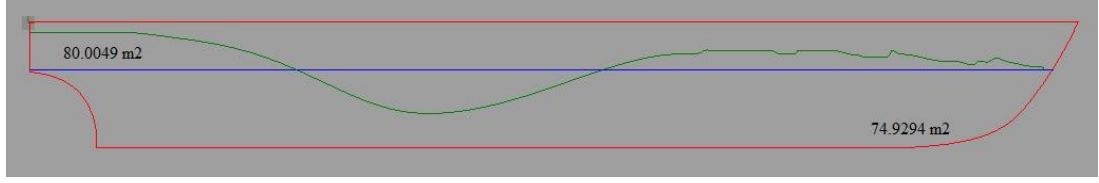
5.3.2 Dalga profili incelenmesi

Dirençten bahsederken yumrubaşın etkisinin dalga direnci üzerinde olduğunu belirtmiştik. Dolayısıyla modellenen formların dalga profillerinide incelemek yararlı olacaktır. Profiller çıkarılırkern “Maxsurf” programı kullanılmıştır.



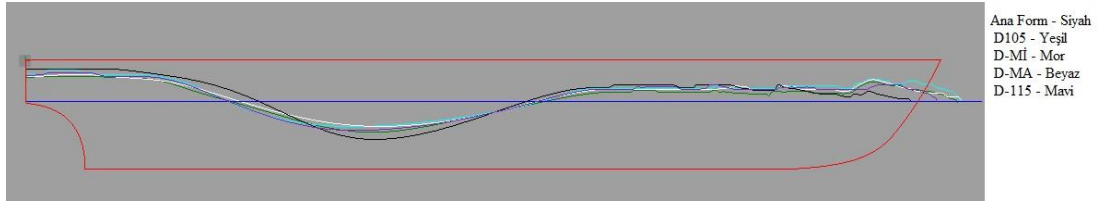
Şekil 5.18 Balıkçı Teknesi Ana Formu Dalga Profili

Şekilden de görüleceği gibi tekne etrafındaki dalga profili çıkarılmıştır. 12 knot hızda elde edilen bu dalga profilinin hem dalga direnci hem de sürtünme direncinin üzerinde etkisi olduğu aşıkardır. Yumrubaşı formları düşündüğümüzde yumrubaşın etkisinden dolayı ıslak alan artacak ve bunun sonucunda sürtünme direncinde bir artış beklenecektir. O halde, yumrubaş ile oluşan gemi boyunca ilerleyen yeni dalganın formu daha çok önem kazanacaktır. Hem dalga direnci değişecek hem de dalga profiline bağlı olarak sürtünme direnci etkilenecektir.

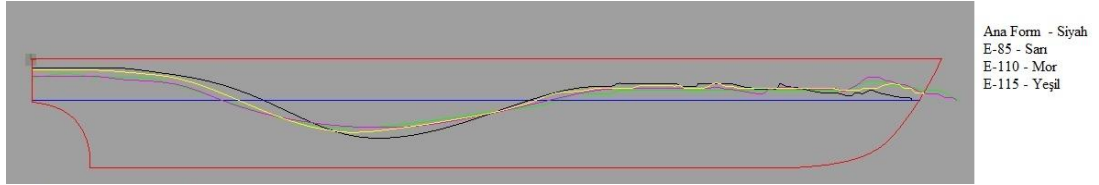


Şekil 5.19 Balıkçı Teknesi Ana Formu Dalga Profili Alanları

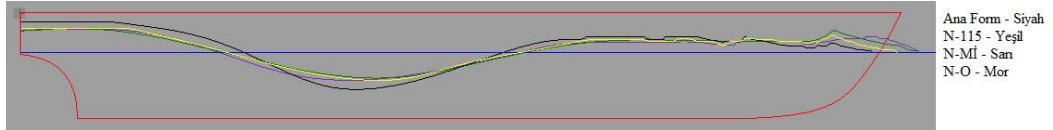
Bu bilgilerin ve elde edilenlerin doğrultusunda ana form dalga profili ile seçilmiş olan 12 adet yumrubaş formunun profilleri karşılaştırılmıştır.



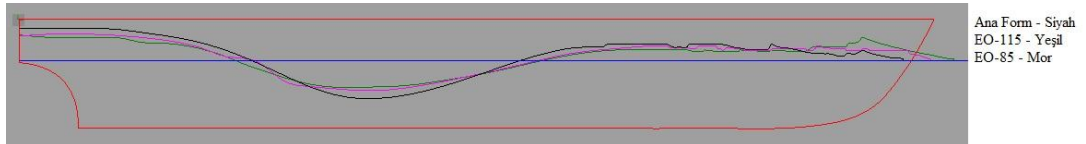
Şekil 5.20 Dairesel Kesitli Formların Dalga Profili ve Ana Form Dalga Profili Karşılaştırması



Şekil 5.21 Elips Kesitli Formların Dalga Profili ve Ana Form Dalga Profili Karşılaştırması



Şekil 5.22 Nabla Kesitli Formların Dalga Profili ve Ana Form Dalga Profili Karşılaştırması



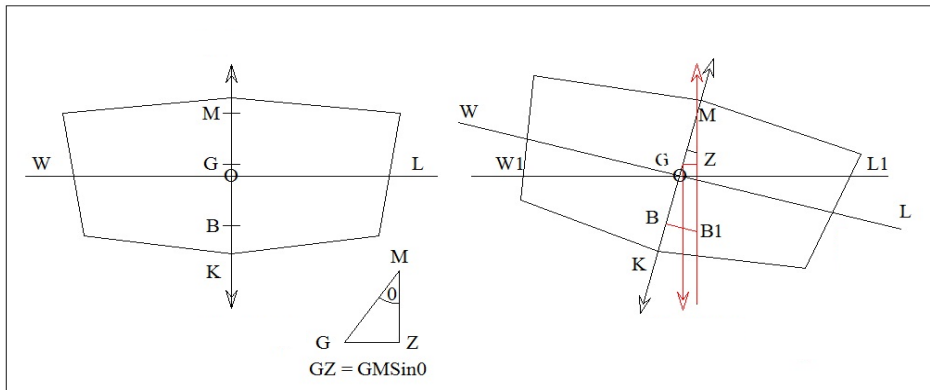
Şekil 5.23 Dairesel Kesitli Formların Dalga Profili ve Ana Form Dalga Profili Karşılaştırması

Dalga profillerine bakıldığı zaman görüldüğü gibi tekne boyunca oluşan dalga profili en yüksek değerlerine ana form üzerinde oluşur. Diğer formlara baktığımız zaman, bir önceki başlıkta elde edilen sayısal sonuçları destekler şekilde

olmuştur. Örnek olarak E-115 formunu incelediğimizde, yumrubaş beklendiği gibi baş dalgasını ileri taşımış ve gemi boyunca oluşan dalga'nın şiddetinde azalma meydana getirmiştir. Aynı şekilde, kötü sonuç verenler arasında D-115 formu incelendiğinde, dalga profilinin, ana formun dalga profiliyle yakın olduğu ve matematiksel sonuçlarda olduğu gibi direnç üzerindeki iyileşmeye etkisinin çok iyi olmadığı net bir şekilde görülmüştür. Dalga profilinin incelenmesi ile elde edilen matematiksel veriler bir nevi doğrulanmış ve kendi içinde kontrol edilmiş olmaktadır.

5.3.3 Yumrubaşlı formların stabiliteye etkisi

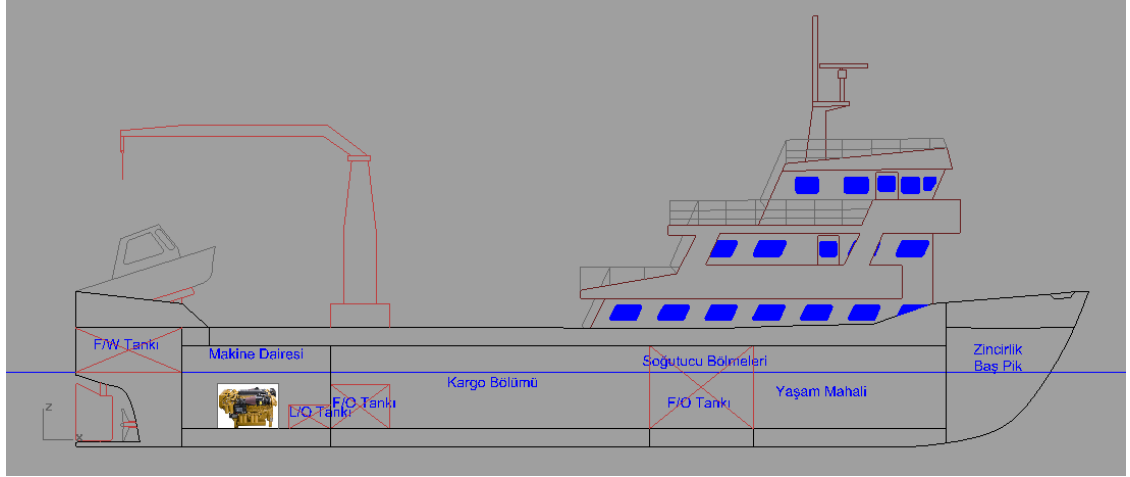
Bu bölüm ile ana form ve yumrubaşlı formlar arasındaki stabilite açısından ne kadar farklılık olduğunu göstermek ve Kratch[1]'in makalesinde belirttiği gibi yumrubaş eklenmesinin stabilite üzerindeki etkisinin göz ardı edilebilecek kadar küçük olup olmadığını göstermek üzerine yoğunlaşılacaktır. Her bir formun metasantr yüksekliği (KM), yüzme merkezi (KB) ve yaklaşık hesaplar olmak üzere ağırlık merkezleri (KG) hesaplanmıştır. Bahsedilmesi gereken diğer bir nokta ise karşılaştırma sırasında yukarıda direnç açısından seçilmiş 12 adet formun arasından dirençte iyileşme sağlayan 7 adet formun değerleri verilecektir. Bunun sebebi ise, direnç açısından en iyi olan formlar arasından stabilitenin en iyi olduğu formu seçmektir. Yani bu balıkçı formu için en uygun yumrubaş seçimini mümkün kılmaktır.



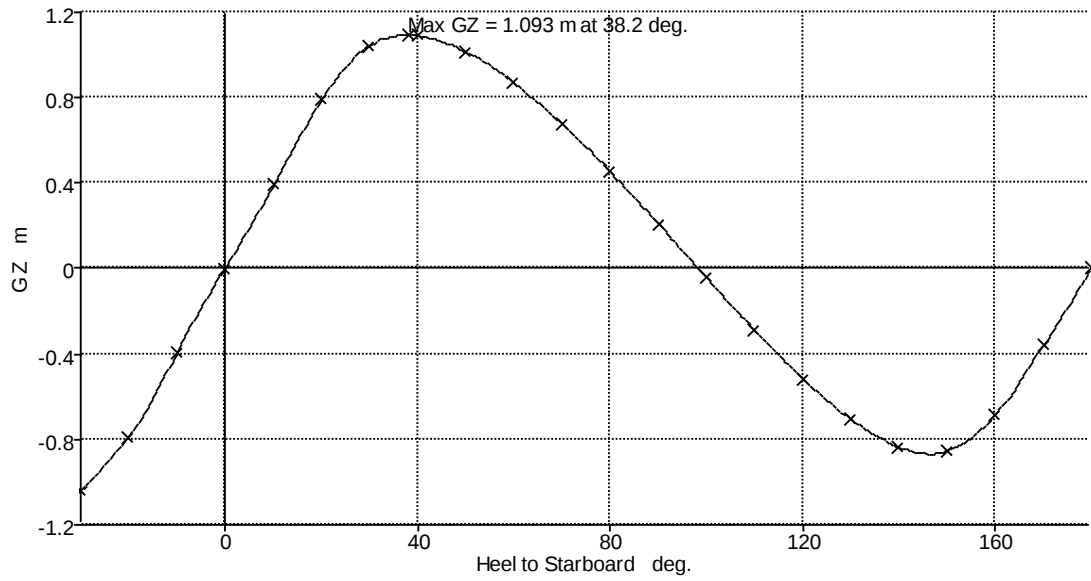
Şekil 5.24 Tekne Stabilitesi Parametreleri [20]

Başlangıç stabilitesi olarak GM değerleri göz önüne alınmış ve yukarıda bahsedilmiş olan diğer değerler de kendi içlerinde karşılaştırılarak stabilite yönünden inceleme yapılmıştır. GM ifadesini veren KB, BM ve KG değerleri incelenip, daha

sonra da stabilite eğrilerinden bahsedilecektir. KG değerleri projenin başında belirtilmediği için “ön dizayn” aşamasında projeye yardımcı olacak şekilde yerleşim planı ve bağlı olarak ağırlık dağılımı ve ilgili hesaplar yapıldıktan sonra stabilite analizine geçilmiştir.



Şekil 5.25 Profil Görünüşü Yerleşim Planı

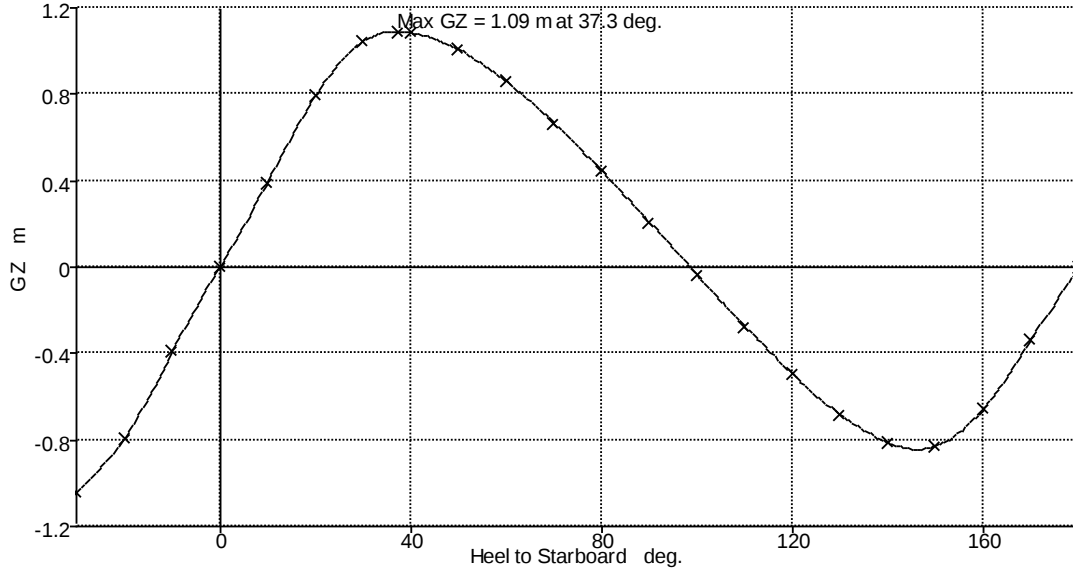


Şekil 5.26 Ana Form Stabilite Eğrisi

Ana form için stabilite eğrisi yukarıdaki şekilde verilmiş olup yine bu form için diğer yumrubaşlı formları kapsayan stabilite eğrileri aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.12 Ana Form Başlangıç Stabilite Değerleri

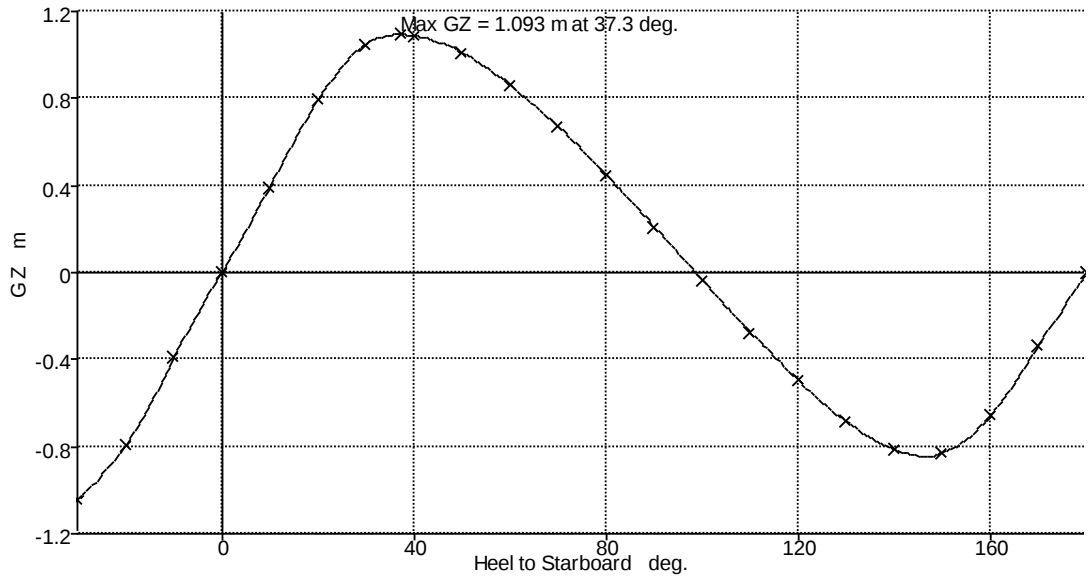
Deplasman	393.084	ton	WSA	297.679	m ²	BM	2.949	m
Su Hattı	2.5	m	KB	1.449	m	GM	2.278	m
L_{WL}	32.9	m	KG	2.12	m	KM	4.398	m



Şekil 5.27 D-105 Formu Stabilite Eğrisi

Çizelge 5.13 D-105 Formu Başlangıç Stabilite Değerleri

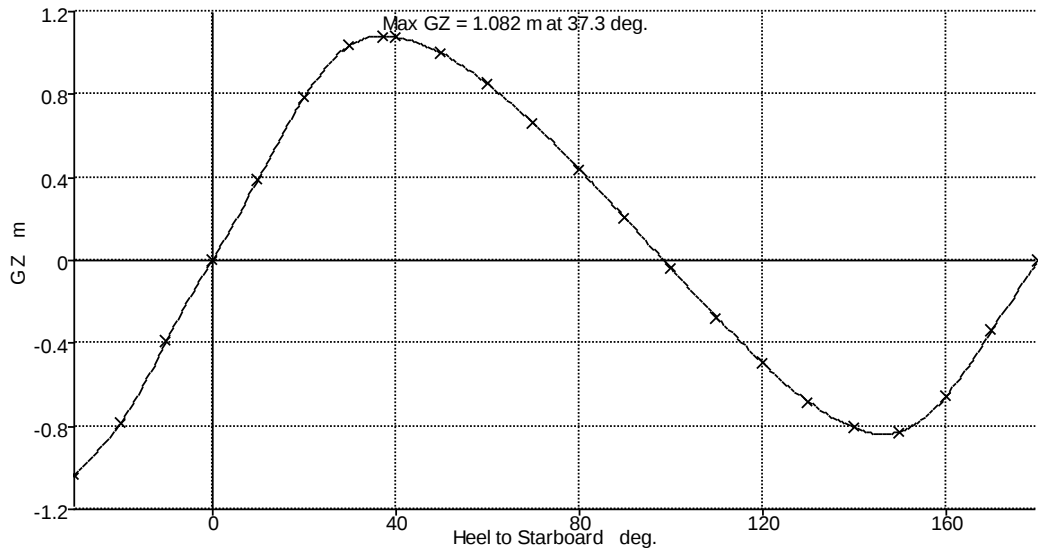
Deplasman	397.202	ton	WSA	309.705	m ²	BM	2.891	m
Su Hattı	2.5	m	KB	1.442	m	GM	2.231	m
L_{WL}	32.9	m	KG	2.102	m	KM	4.333	m



Şekil 5.28 D-Mİ Formu Stabilite Eğrisi

Çizelge 5.14 D-Mİ Formu Başlangıç Stabilite Değerleri

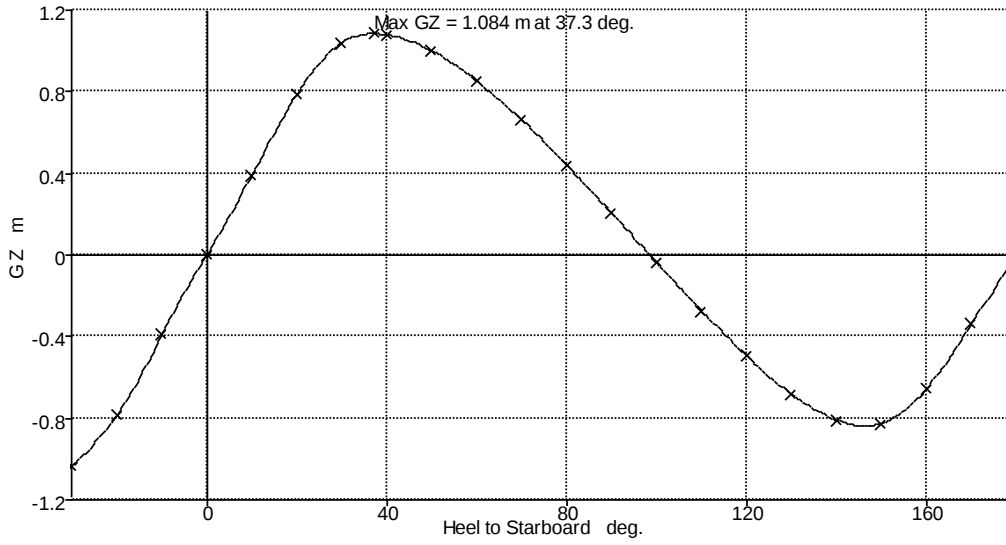
Deplasman	396.528 ton	WSA	307.552 m ²	BM	2.895 m
Su Hattı	2.5 m	KB	1.442 m	GM	2.235 m
L_{WL}	32.9 m	KG	2.102 m	KM	4.337 m



Şekil 5.29 E-115 Formu Stabilite Eğrisi

Çizelge 5.15 E-115 Formu Başlangıç Stabilite Değerleri

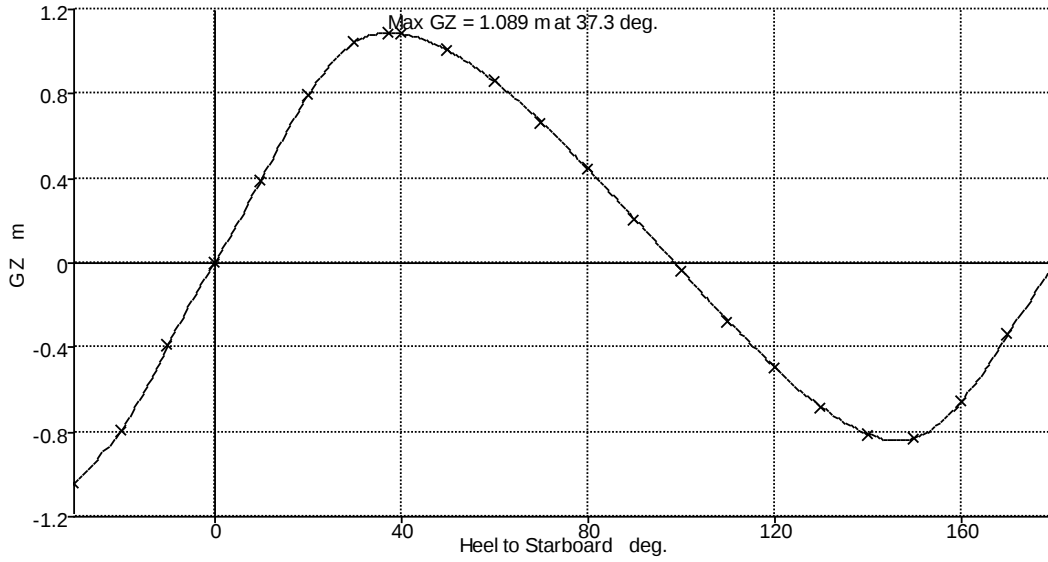
Deplasman	399.481 tonne	WSA	310.028 m ²	BM	2.874 m
Su Hattı	2.5 m	KB	1.441 m	GM	2.213 m
L_{WL}	32.9 m	KG	2.102 m	KM	4.315 m



Şekil 5.30 E-110 Formu Stabilite Eğrisi

Çizelge 5.16 E-110 Formu Başlangıç Stabilite Değerleri

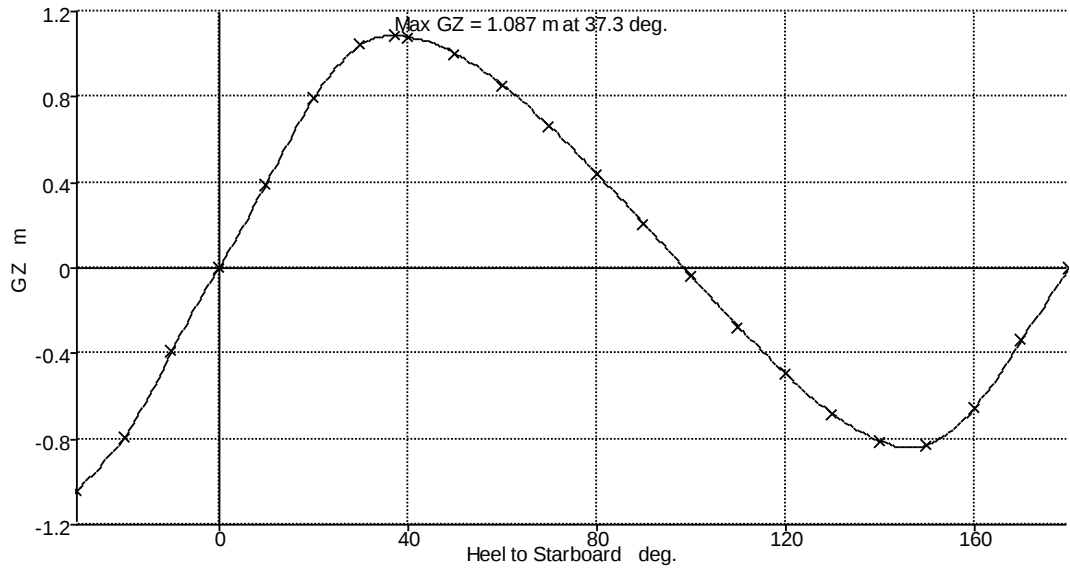
Deplasman	398.902 tonne	WSA	309.399 m ²	BM	2.878 m
Su Hattı	2.5 m	KB	1.441 m	GM	2.217 m
L_{WL}	32.9 m	KG	2.102 m	KM	4.319 m



Şekil 5.31 N-Mİ Formu Stabilite Eğrisi

Çizelge 5.17 N-Mİ Formu Başlangıç Stabilite Değerleri

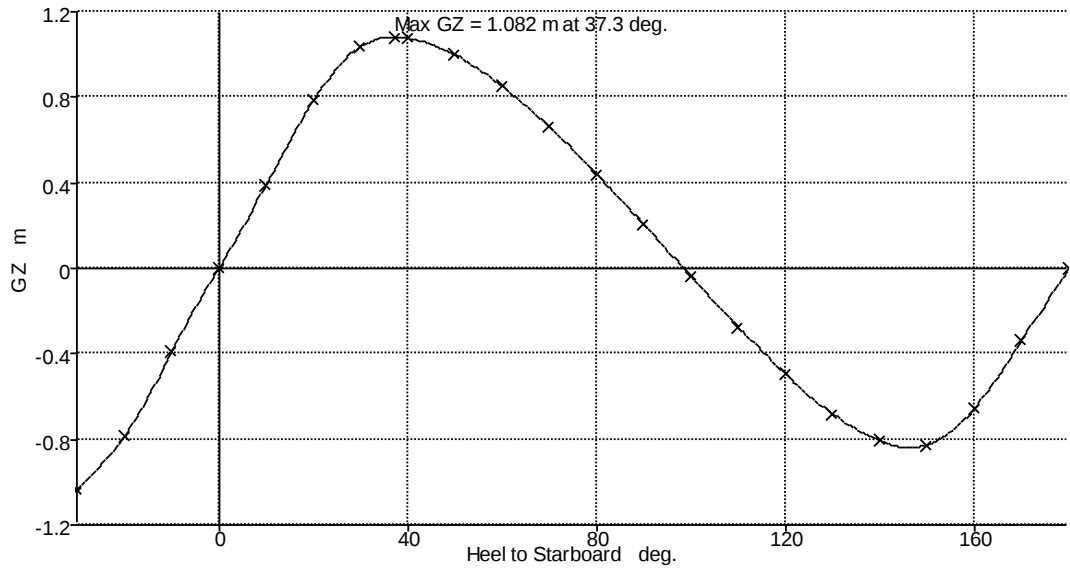
Deplasman	397.606 ton	WSA	308.13 m ²	BM	2.887 m
Su Hattı	2.5 m	KB	1.44 m	GM	2.2266 m
L_{WL}	32.9 m	KG	2.1004 m	KM	4.328 m



Şekil 5.32 N-O Formu Stabilite Eğrisi

Çizelge 5.18 N-O Formu Başlangıç Stabilite Değerleri

Deplasman	397.915	tonne	WSA	309.291	m ²	BM	2.885	m
Su Hattı	2.5	m	KB	1.44	m	GM	2.22024	m
L_{WL}	32.9	m	KG	2.10476	m	KM	4.325	m



Şekil 5.33 EO-115 Formu Stabilite Eğrisi

Çizelge 5.19 EO-115 Formu Başlangıç Stabilite Değerleri

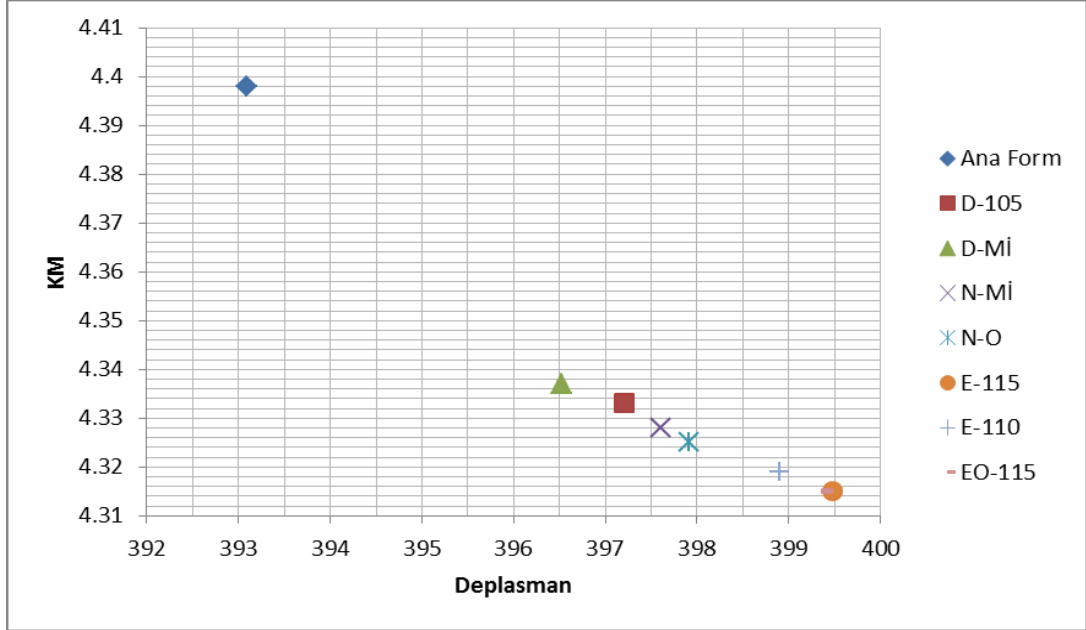
Deplasman	399.368	tonne	WSA	310.392	m ²	BM	2.875	m
Su Hattı	2.5	m	KB	1.44	m	GM	2.2134	m
L_{WL}	32.9	m	KG	2.102	m	KM	4.315	m

Çizelge 5.20 Seçilen Formların Stabilite Parametreleri

	Deplasman (t)	KM (m)	GM (m)	BM (m)	KG (m)	KB (m)
Ana Form	393.084	4.398	2.278	2.949	2.120	1.449
D-105	397.202	4.333	2.231	2.891	2.102	1.442
D-Mİ	396.528	4.337	2.235	2.895	2.102	1.442
N-Mİ	397.606	4.328	2.227	2.887	2.100	1.440
N-O	397.915	4.325	2.220	2.885	2.105	1.440
E-115	399.481	4.315	2.213	2.874	2.102	1.441
E-110	398.902	4.319	2.217	2.878	2.102	1.441
EO-115	399.368	4.315	2.213	2.875	2.102	1.440

En temel halde, bir geminin stabilitesinin iyi olması için metasantr yüksekliğinin fazla olması yani KM ve buna bağlı olarak GM değerinin yüksek olması beklenir. Böyle olması sonucunda doğrultucu moment kolu daha yüksek olacaktır ve yalpaya karşı koyma direnci artacaktır. Aynı şekilde bu durumu sağlamak için daha düşük KG değerleri de aranır. Bu bakış altında stabilite eğrileri ve elde edilen değerler incelenmiştir. Beklenildiği gibi yumrubaş eklenmesi ile KG değerlerinde düşüş yaşanmıştır. KG değerlerine bakıldığı zaman en düşük değerine N-Mİ formunda ulaşmıştır ve bu düşüş yaklaşık 2 cm civarında olmuştur. Diğer formlarda ise bu değer 1.5-1.8 cm arasında değişmektedir. 2 cm'lik bu değişme yaklaşık %0.94'lük bir yüzdeye denk gelmektedir ve stabilite üzerindeki etkisi çok düşük olmaktadır. Aynı şekilde ikinci olarak KM değerlerine baktığımız zaman,

yumrubaş formlarında KM değerlerinde düşüş gözlenmektedir. En büyük düşüş değeri 8 cm civarında olup E115 ve EO115 formlarında olmuştur. En iyi sonucu ise yaklaşık 6 cm'lik düşüş ile D-Mİ formu vermiştir. Stabilité eğrilerinde ise 1-2° değerlerinden fazla olmayan değişimler gözlenmiştir.

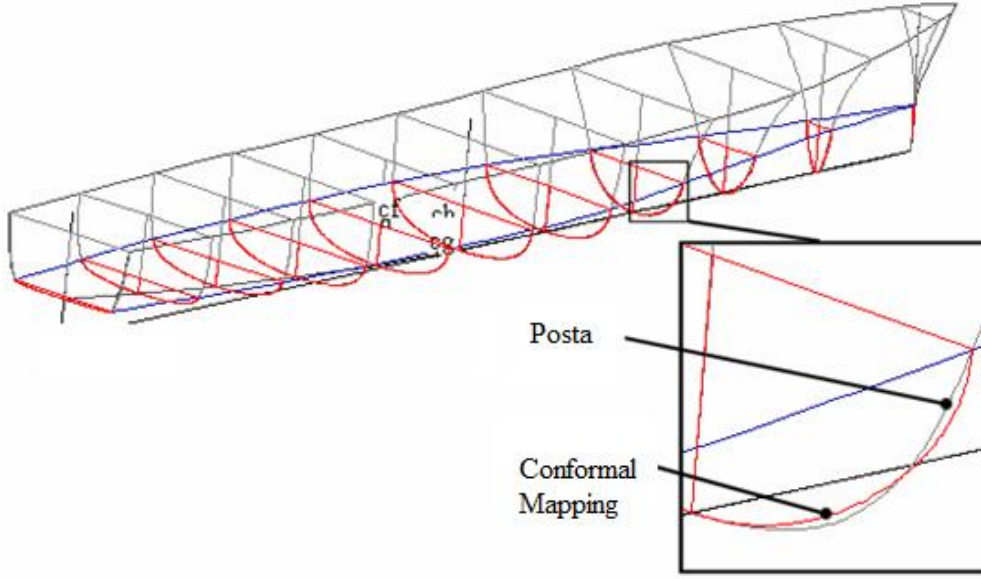


Şekil 5.34 KM-Deplasman Dağılımı

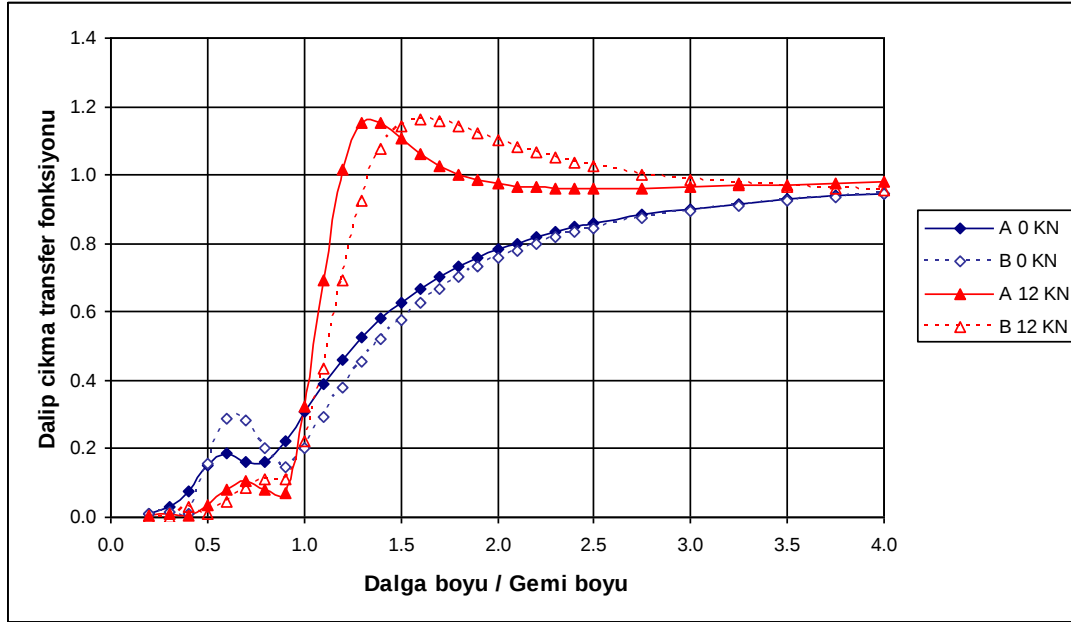
Kısaca, yumrubaşlı formlarda, yumrubaşsız formlara göre az da olsa stabilité de azalma meydana gelmiştir. Yumrubaşlı formlar ana forma göre az miktarda olsa da daha kötü sonuçlar vermiştir. Ancak, en iyi formu seçmek gerekirse, D-Mİ formu diğer formlara göre stabilité açısından daha iyi sonuçlar vermiştir. En kötü form ise EO-115 formu olmuştur.

5.3.4 Yumrubaşlı formların denizciliğe etkisi

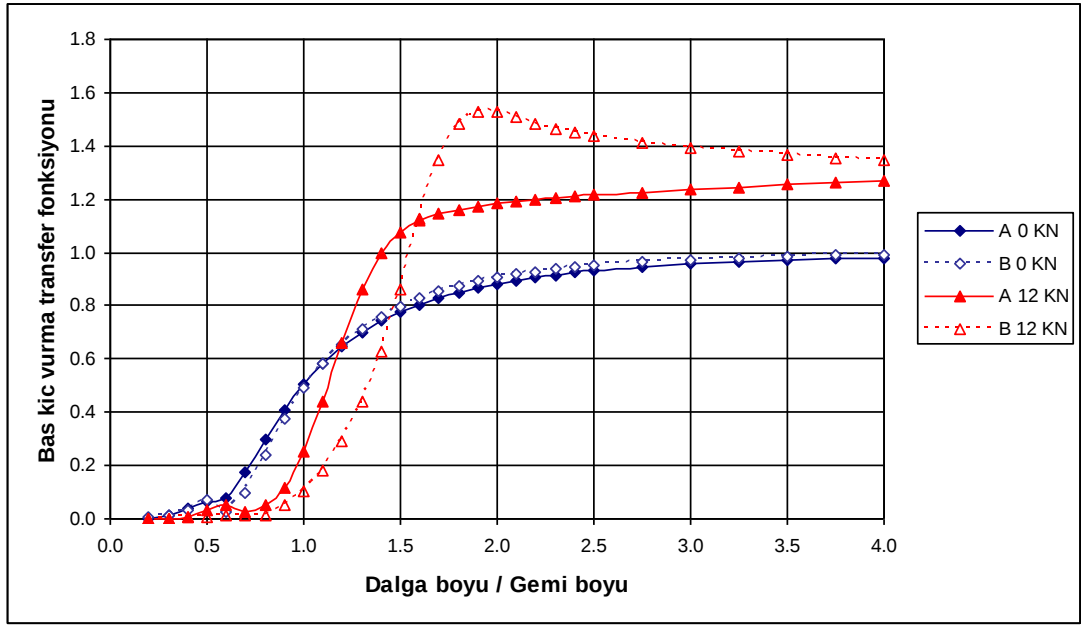
Hesaplara ve karşılaştırmalara geçmeden belirtmek gerekir ki bu bölümde yapılmış olan hesaplar İÇTAG I243 projesindeki sonuçlara göre doğrulukları kontrol edilmiştir. Bu çalışma içinde “Maxsurf” programı denizcilik hesapları için kullanılmıştır. Ancak belirtilmesi gerekli olan husus, dalıp çıkma (heave) sonuçları beklenenden daha yüksek çıkmıştır. Bu durumu ise şu şekilde açıklayabiliriz. Aşağıdaki şekil 5.34’te de görüldüğü gibi Maxsurf gemi kesitlerini göz önüne alırken kullandığı yöntem ile ilgili olarak gemi formunu tam olarak modelleyememektedir. Hesaplamalar sırasında meydana gelmiş olan farklılıkların sebebini bu şekilde açıklayabiliriz.



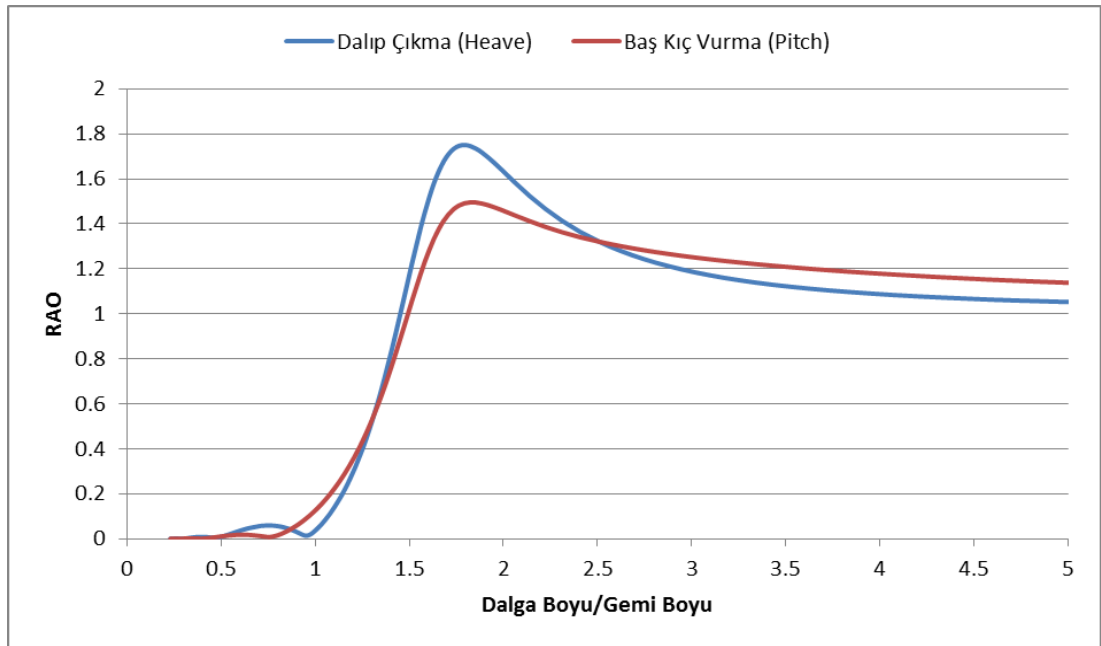
Şekil 5.35 Maxsurf Mapping Uygulaması



Şekil 5.36 İÇTAG I243 Projesi Ana Form (B) Dalıp Çıkma Değerleri [3]



Şekil 5.37 İÇTAG I243 Projesi Ana Form (B) Baş Kıç Vurma Değerleri [3]



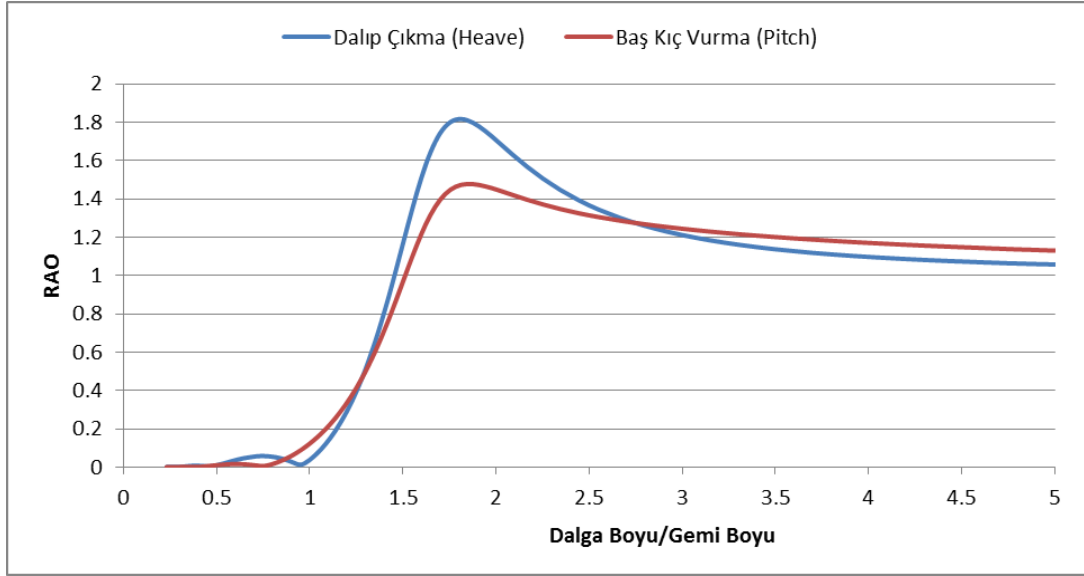
Şekil 5.38 Ana Form için Dalıp Çıkma ve Baş Kıç Vurma Değerleri

Çizelge 5.21 Ana Form Denizcilik Parametreleri

	m_0	Birim	RMS	Biri m	Karakteristik Değerler	
Periyot	5.496	s	--		--	
Karakteristik Dalga Yüksekliği	2.5	m	--		--	
Dalga İlerleme Yönü	180	deg	--		--	
Gemi Hızı	12	kts	--		--	
Deplasman	385.77	m ³	--		--	
	3					
Baş-Kıç Vurma Jirasyon	8.425	m	--		--	
Dalga Spektrumu	0.391	m ²	0.625	m	1.25	m
Karşılaşma Spektrumu	0.391	m ²	0.625	m	1.25	m
Ek Direnç	29.835	kN	--		--	
Dalıp Çıkma Hareketi	0.274	m ²	0.524	m	1.047	m
Baş-Kıç Vurma Hareketi	8.48	deg ²	2.91	deg	5.83	deg
Dalıp Çıkma Hızı	0.785	m ² /s ²	0.886	m/s	1.772	m/s
Baş Kıç Vurma Hızı	0.0081	(rad/s) ²	0.0903	rad/s	0.18067	rad/s
	6		4			
Dalıp Çıkma İvmesi	2.383	m ² /s ⁴	1.544	m/s ²	3.087	m/s ²
				2		
Baş Kıç Vurma İvmesi	0.0278	(rad/s/s)	0.1668	rad/s	0.33365	rad/s/s)
	3	^{^2}	3	/s		

Görüldüğü gibi baş kıç vurma değerleri için sonuçlar yakın elde edilmiş olsa da dalıp çıkma durumu için konuştuğumuzda beklenenden daha yüksek çıkmıştır. Daha hassas hesaplamalar bu çalışmada incelenmeyecektir, ancak ileride yapılacak olan çalışmalarda bir odak noktası olacağı kesindir.

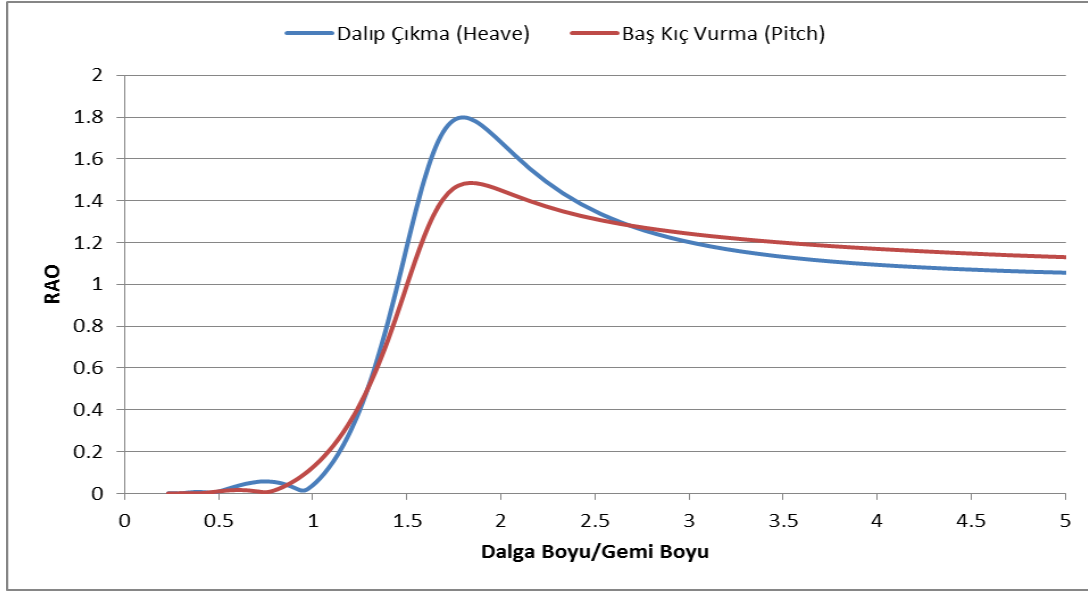
Bu bilgiler ışığında, stabilite bölümünde de seçilmiş olan 7 adet formun incelemesi yapılacaktır. Referans [3]'te detaylı bir şekilde açıklandığı gibi karakteristik dalga yüksekliği $H_{1/3} = 2.5$ m ve periyot olarak $T_Z = 5.5$ s alınmıştır. Yapılan hesaplamalarda ITTC (2 Parametrelili) spektrum kullanılmıştır ve en iyi sonuca ulaşmaya çalışılmıştır. Aşağıda diğer formların dalıp çıkma ve baş kıç vurma transfer fonksiyon değerleri verilmiştir.



Şekil 5.39 D-105 için Dalıp ıkma ve Baş Kık Vurma Değerleri

Çizelge 5.22 D-105 Denizcilik Parametreleri

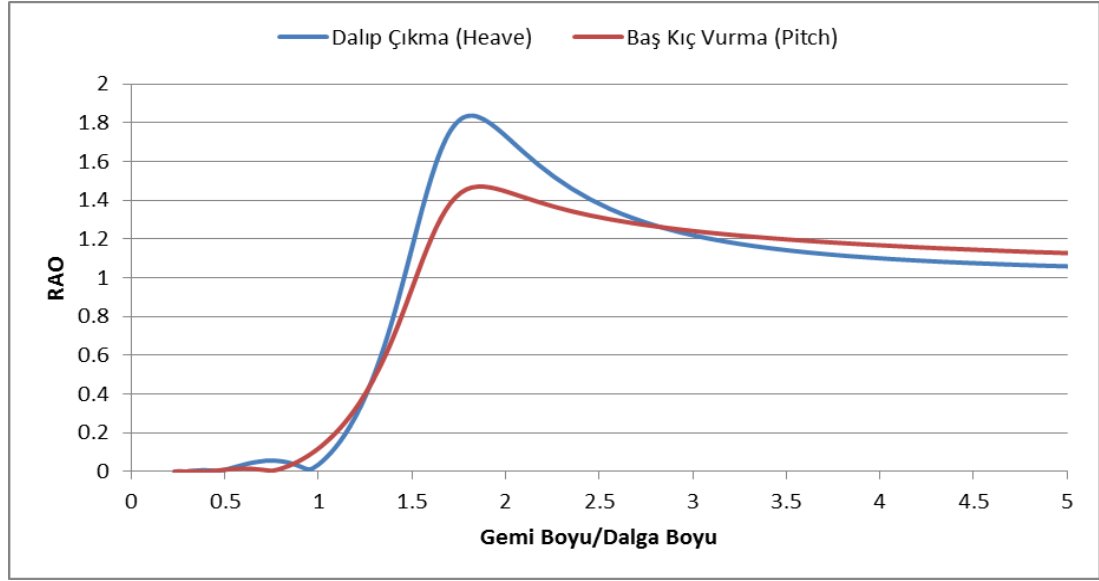
	m_0	Birim	RMS	Biri m	Karakteristik Değerler
Periyot	5.496	s	--		--
Karakteristik Dalga Yüksekliği	2.5	m	--		--
Dalga İlerleme Yönü	180	deg	--		--
Gemi Hızı	12	kts	--		--
Deplasman	386.70	m^3	--		--
	3				
Baş-Kık Vurma Jirasyon	8.524	m	--		--
Dalga Spektrumu	0.391	m^2	0.625	m	1.25 m
Karşılaşma Spektrumu	0.391	m^2	0.625	m	1.25 m
Ek Direnç	30.593	kN	--		--
Dalıp ıkma Hareketi	0.285	m^2	0.534	m	1.067 m
Baş-Kık Vurma Hareketi	7.97	deg^2	2.82	deg	5.65 deg
Dalıp ıkma Hızı	0.812	m^2/s^2	0.901	m/s	1.802 m/s
Baş Kık Vurma Hızı	0.0076	$(rad/s)^2$	0.0874	rad/s	0.1749 rad/s
	5		5		
Dalıp ıkma İvmesi	2.456	m^2/s^4	1.567	m/s^2	3.134 m/s^2
Baş Kık Vurma İvmesi	0.0260	$(rad/s/s)$	0.1613	rad/s	0.32271 rad/s/s
	4	2	6	/s	



Şekil 5.40 D-Mİ için Dalıp Çıkma ve Baş Kıç Vurma Değerleri

Çizelge 5.23 D-Mİ Denizcilik Parametreleri

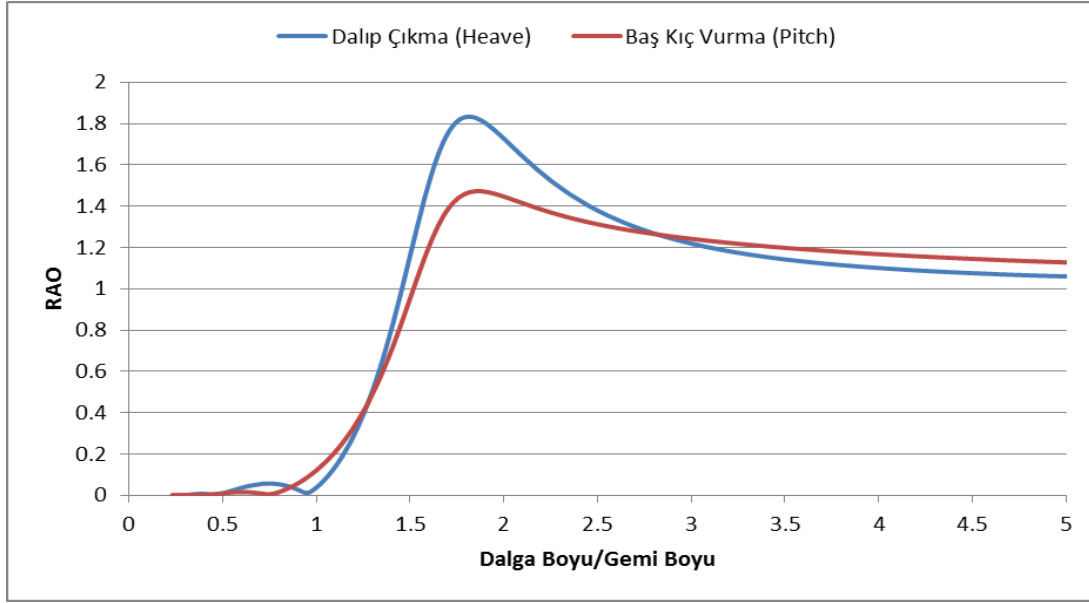
	m_0	Birim	RMS	Biri m	Karakteristik Değerler
Periyot	5.496	s	--	--	--
Karakteristik Dalga Yüksekliği	2.5	m	--	--	--
Dalga İlerleme Yönü	180	deg	--	--	--
Gemi Hızı	12	kts	--	--	--
Deplasman	386.69 9	m ³	--	--	--
Baş-Kıç Vurma Jirasyon	8.453	m	--	--	--
Dalga Spektrumu	0.391	m ²	0.625	m	1.25 m
Karşılaşma Spektrumu	0.391	m ²	0.625	m	1.25 m
Ek Direnç	30.681	kN	--	--	--
Dalıp Çıkma Hareketi	0.283	m ²	0.532	m	1.063 m
Baş-Kıç Vurma Hareketi	8.22	deg ²	2.87	deg	5.73 deg
Dalıp Çıkma Hızı	0.809	m ² /s ²	0.9	m/s	1.799 m/s
Baş Kıç Vurma Hızı	0.0079 3	(rad/s) ²	0.0890 4	rad/s	0.17807 rad/s
Dalıp Çıkma İvmesi	2.46	m ² /s ⁴	1.568	m/s ²	3.137 m/s ²
Baş Kıç Vurma İvmesi	0.0271 2	(rad/s/s) ²	0.1646 9	rad/s /s	0.32937 rad/s/s



Şekil 5.41 E-115 için Dalıp Çıkma ve Baş Kıç Vurma Değerleri

Çizelge 5.24 E-115 Denizcilik Parametreleri

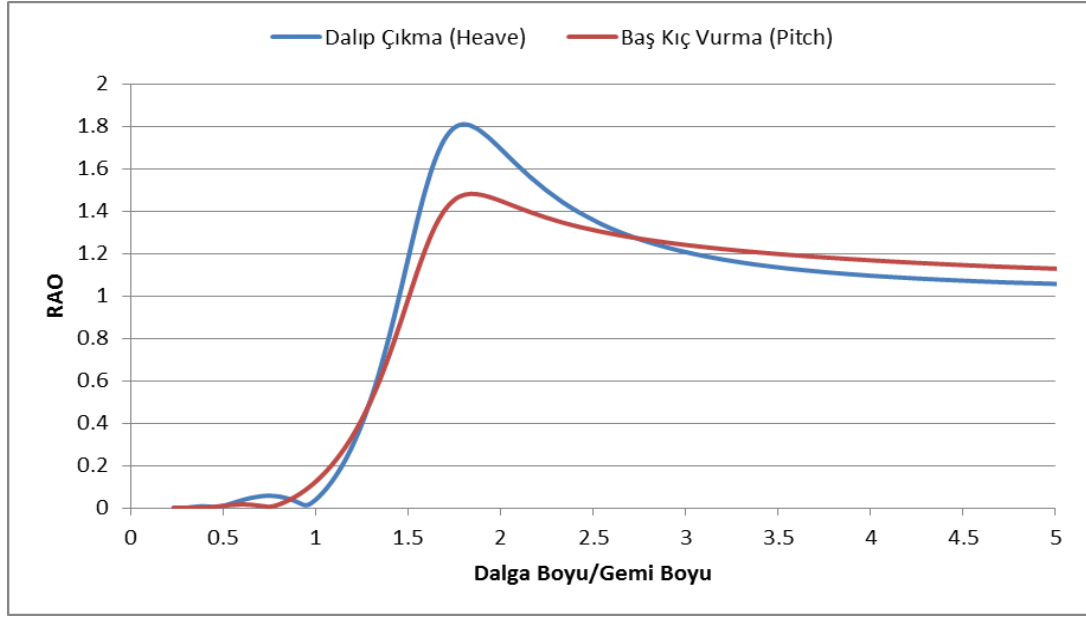
	m_0	Birim	RMS	Biri m	Karakteristik Değerler
Periyot	5.496	s	--		--
Karakteristik Dalga Yüksekliği	2.5	m	--		--
Dalga İlerleme Yönü	180	deg	--		--
Gemi Hızı	12	kts	--		--
Deplasman	388.63	m ³	--		--
	1				
Baş-Kıç Vurma Jirasyon	8.553	m	--		--
Dalga Spektrumu	0.391	m ²	0.625	m	1.25 m
Karşılaşma Spektrumu	0.391	m ²	0.625	m	1.25 m
Ek Direnç	30.592	kN	--		--
Dalıp Çıkma Hareketi	0.288	m ²	0.537	m	1.074 m
Baş-Kıç Vurma Hareketi	7.77	deg ²	2.79	deg	5.58 deg
Dalıp Çıkma Hızı	0.819	m ² /s ²	0.905	m/s	1.809 m/s
Baş Kıç Vurma Hızı	0.0074	(rad/s) ²	0.0861	rad/s	0.17233 rad/s
	2		6		
Dalıp Çıkma İvmesi	2.466	m ² /s ⁴	1.57	m/s ²	3.141 m/s ²
				2	
Baş Kıç Vurma İvmesi	0.0251	(rad/s/s)	0.1586	rad/s	0.31722 rad/s/s)
	6	²	1	/s	



Şekil 5.42 E-110 için Dalıp Çıkma ve Baş Kıç Vurma Değerleri

Çizelge 5.25 E-110 Denizcilik Parametreleri

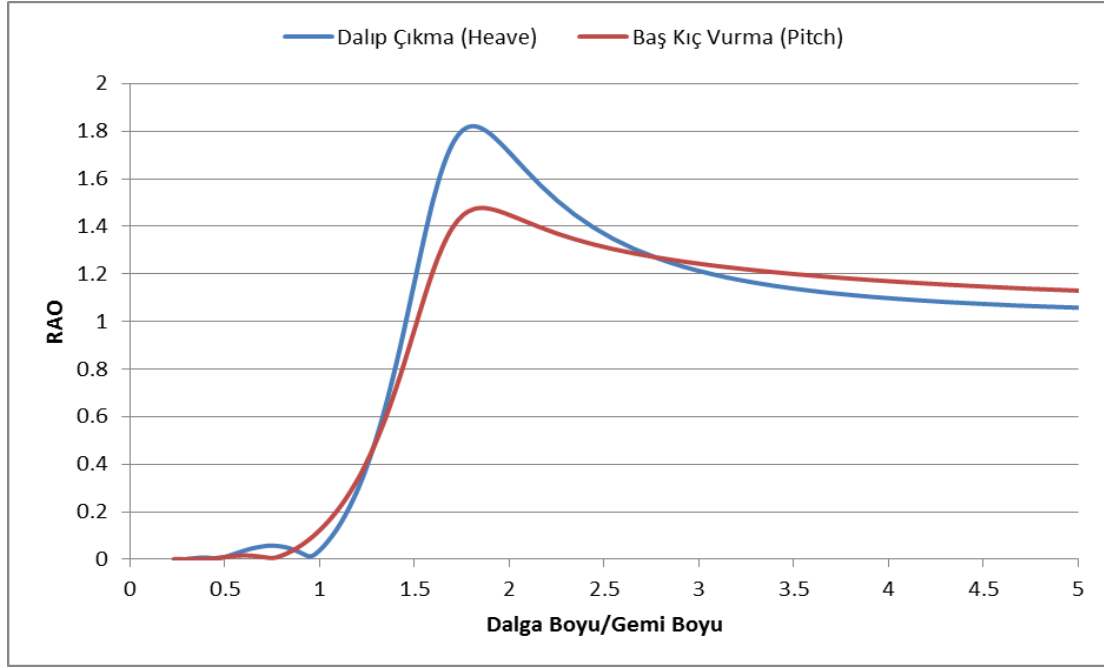
	m_0	Birim	RMS	Biri m	Karakteristik Değerler
Periyot	5.496	s	--		--
Karakteristik Dalga Yüksekliği	2.5	m	--		--
Dalga İlerleme Yönü	180	deg	--		--
Gemi Hızı	12	kts	--		--
Deplasman	388.42	m ³	--		--
	3				
Baş-Kıç Vurma Jirasyon	8.537	m	--		--
Dalga Spektrumu	0.391	m ²	0.625	m	1.25 m
Karşılaşma Spektrumu	0.391	m ²	0.625	m	1.25 m
Ek Direnç	30.601	kN	--		--
Dalıp Çıkma Hareketi	0.288	m ²	0.536	m	1.073 m
Baş-Kıç Vurma Hareketi	7.82	deg ²	2.8	deg	5.59 deg
Dalıp Çıkma Hızı	0.818	m ² /s ²	0.904	m/s	1.809 m/s
Baş Kıç Vurma Hızı	0.0074	(rad/s) ²	0.0864	rad/s	0.17297 rad/s
	8		9		
Dalıp Çıkma İvmesi	2.466	m ² /s ⁴	1.57	m/s ²	3.141 m/s ²
				2	
Baş Kıç Vurma İvmesi	0.0253	(rad/s/s)	0.1593	rad/s	0.31862 rad/s/s
	8	²	1	/s	



Şekil 5.43 N-Mİ için Dalıp Çıkma ve Baş Kıç Vurma Değerleri

Çizelge 5.26 N-Mİ Denizcilik Parametreleri

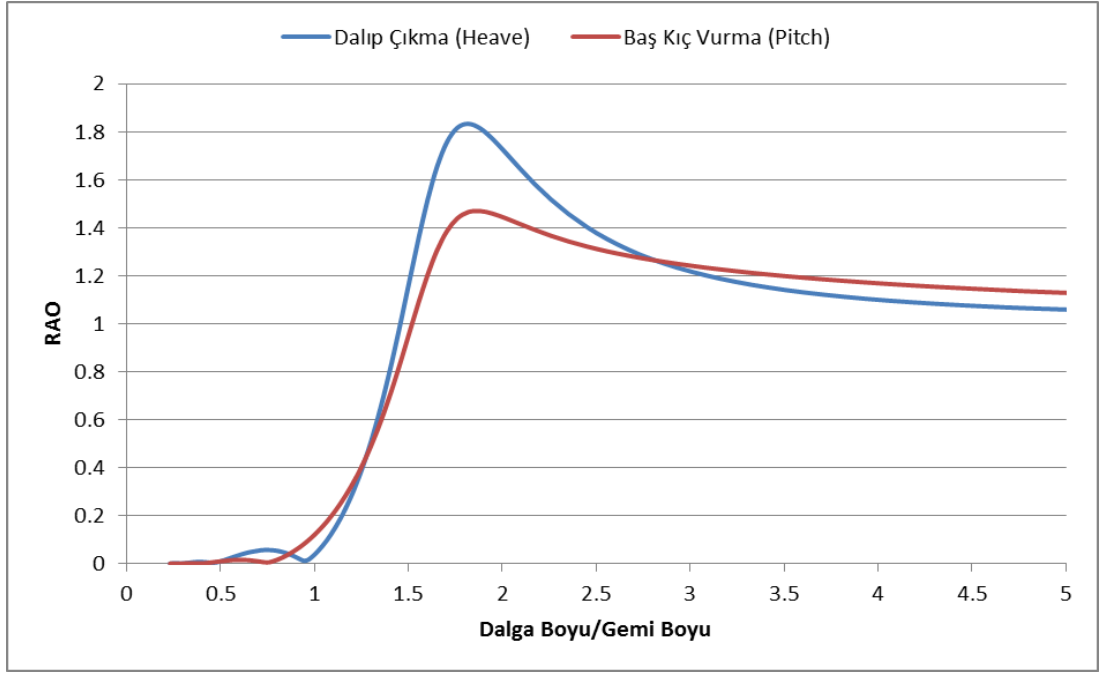
	m_0	Birim	RMS	Biri m	Karakteristik Değerler
Periyot	5.496	s	--		--
Karakteristik Dalga Yüksekliği	2.5	m	--		--
Dalga İlerleme Yönü	180	deg	--		--
Gemi Hızı	12	kts	--		--
Deplasman	387.56	m ³	--		--
	9				
Baş-Kıç Vurma Jirasyon	8.453	m	--		--
Dalga Spektrumu	0.391	m ²	0.625	m	1.25 m
Karşılaşma Spektrumu	0.391	m ²	0.625	m	1.25 m
Ek Direnç	30.694	kN	--		--
Dalıp Çıkma Hareketi	0.285	m ²	0.533	m	1.067 m
Baş-Kıç Vurma Hareketi	8.12	deg ²	2.85	deg	5.7 deg
Dalıp Çıkma Hızı	0.814	m ² /s ²	0.902	m/s	1.804 m/s
Baş Kıç Vurma Hızı	0.0078	(rad/s) ²	0.0884	rad/s	0.17687 rad/s
	2		4		
Dalıp Çıkma İvmesi	2.469	m ² /s ⁴	1.571	m/s ²	3.143 m/s ²
				2	
Baş Kıç Vurma İvmesi	0.0267	(rad/s/s)	0.1634	rad/s	0.32684 rad/s/s)
	1	²	2	/s	



Şekil 5.44 N-O için Dalıp Çıkma ve Baş Kıç Vurma Değerleri

Çizelge 5.27 N-O Denizcilik Parametreleri

	m_0	Birim	RMS	Biri m	Karakteristik Değerler
Periyot	5.496	s	--		--
Karakteristik Dalga Yüksekliği	2.5	m	--		--
Dalga İlerleme Yönü	180	deg	--		--
Gemi Hızı	12	kts	--		--
Deplasman	387.66	m ³	--		--
	2				
Baş-Kıç Vurma Jirasyon	8.511	m	--		--
Dalga Spektrumu	0.391	m ²	0.625	m	1.25 m
Karşılaşma Spektrumu	0.391	m ²	0.625	m	1.25 m
Ek Direnç	30.619	kN	--		--
Dalıp Çıkma Hareketi	0.286	m ²	0.535	m	1.069 m
Baş-Kıç Vurma Hareketi	7.95	deg ²	2.82	deg	5.64 deg
Dalıp Çıkma Hızı	0.814	m ² /s ²	0.902	m/s	1.805 m/s
Baş Kıç Vurma Hızı	0.0076	(rad/s) ²	0.0873	rad/s	0.1747 rad/s
	3		5		
Dalıp Çıkma İvmesi	2.463	m ² /s ⁴	1.569	m/s ²	3.138 m/s ²
				2	
Baş Kıç Vurma İvmesi	0.0259	(rad/s/s)	0.1611	rad/s	0.32228 rad/s/s
	7	²	4	/s	



Şekil 5.45 EO-115 için Dalıp Çıkma ve Baş Kıç Vurma Değerleri

Çizelge 5.28 EO-115 Denizcilik Parametreleri

	m_0	Birim	RMS	Biri m	Karakteristik Değerler
Periyot	5.496	s	--	--	--
Karakteristik Dalga Yüksekliği	2.5	m	--	--	--
Dalga İlerleme Yönü	180	deg	--	--	--
Gemi Hızı	12	kts	--	--	--
Deplasman	388.64	m ³	--	--	--
	7				
Baş-Kıç Vurma Jirasyon	8.553	m	--	--	--
Dalga Spektrumu	0.391	m ²	0.625	m	1.25 m
Karşılaşma Spektrumu	0.391	m ²	0.625	m	1.25 m
Ek Direnç	30.588	kN	--	--	--
Dalıp Çıkma Hareketi	0.287	m ²	0.536	m	1.072 m
Baş-Kıç Vurma Hareketi	7.78	deg ²	2.79	deg	5.58 deg
Dalıp Çıkma Hızı	0.817	m ² /s ²	0.904	m/s	1.807 m/s
Baş Kıç Vurma Hızı	0.0074	(rad/s) ²	0.0862	rad/s	0.17246 rad/s
	4		3		
Dalıp Çıkma İvmesi	2.461	m ² /s ⁴	1.569	m/s ²	3.138 m/s ²
				2	
Baş Kıç Vurma İvmesi	0.0252	(rad/s/s)	0.1587	rad/s	0.31758 rad/s/s)
	1	²	9	/s	

Hesaplanan bu değerleri karşılaştırdığımız zaman, dalıp çıkma fonksiyonu için en yüksek değerlere N-O, E-115, E-110 ve EO-115 değerlerinde ulaşmaktayız. Elips ve dairesel formlar dalıp çıkmayı kötü yönte etkilemekte olup ana form ile aralarında E-110 ve EO-115 için yaklaşık %4.7 ve E-115 için %4.96'lık bir artış meydana gelmiştir. Diğer açıdan, en iyi sonuçları ise D-Mİ ve N-Mİ formları vermiştir. D-Mİ için ana form ile yaklaşık %2.76 ve N-Mİ için %3.3'lük bir artış gözlenmiştir. Yumrubaşlı formlar her ihtimal dahilinde dalıp çıkma üzerindeki etkisi kötü yönde olmuştur. İkinci olarak baş kıç vurma hareketindeki RAO'ler incelendiğinde; değerlere görölmüştür ki, yumrubaşın kullanılması baş kıç vurma etkisini azaltıcı bir rol oynamaktadır. Beklenildiği gibi ana forma göre diğer formlardan daha düşük değerler elde edilmiştir. En iyi sonucu ise E-115 ve E-110 formları vermektedir. Ana form ile aralarında E-115 için %1.6 ve E-110 için %1.7 olacak şekilde azalma gözlenmiştir. Aynı şekilde EO-115 formu da bu açıdan iyi sonuçlar vermiştir. En az azalma ise D-Mİ formunda gözlenmiş olup %0.62 civarında olmaktadır.

Her ne kadar dalıp çıkma RAO fonksiyonu temel alınan projenin değerleri ile farklı sonuçlar ile değerlendirilmiş olsa da, yapılan hesaplar kendi içinde tutarlı olup mertebe bakımından yaklaşım olarak uygundur. Bu durumun sebebi ise hem bu çalışmada yapılmış hesaplar hem de kullanılan programın yeterli hassasiyette hesap yapmamış olmasından kaynaklanmakta olup, ancak karşılaştırma açısından genel bir fikir vermektedir.

Hesaplamalar ve grafikler göstermiştir ki, yumrubaş kullanılması ile beklenildiği gibi baş kıç vurma hareketi üzerinde iyileşmeler gözlenmiştir. Bu hareket üzerinde en iyi sonuçları E-110 ve E-115 formları vermiştir. İkinci olarak, dalıp çıkma hareketi ise yumrubaşın eklenmesi ile artmış ve ana forma göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. Her yumrubaş formu dalıp çıkma üzerinde negatif etki yaratmış ve seçilen formlar arasından en az negatif etkiyi ise D-Mİ ve N-Mİ formları göstermiştir.

6. SONUÇLAR

Bu çalışma ile Türk Tipi açık deniz balıkçı teknesi üzerinde yumrubaş uygulamaları incelenmiştir. Bu inceleme dizayn hızı temel olacak şekilde direnç, stabilite ve denizcilik hesaplarını kapsayacak şekilde yapılmış olup balıkçı tekneleri için yumrubaş uygulanmasının etkinliğine bakılmış ve elde edilen yumrubaşlı formlar arasından en iyi tek bir formun seçilmesi amaçlanmıştır. Her bir inceleme konusu için farklı yumrubaş türleri farklı sonuçlar vermiştir. Gerek direnç, gerek stabilite, gerekse denizcilik hesaplarında olsun farklı tipteki yumrubaşların etkileri beklendiği gibi farklı sonuçlar vermiştir. İlk aşamada direnç hesapları yapılmış olup en iyi ve en kötü formlar seçilmiştir. Diğer formlar bu değerlerin arasında kalacağı için karşılaştırmaya eklenmemiş ancak her bir formun hesapları daha sonraki çalışmalara ışık tutması amacıyla saklanmıştır. En iyi ve en kötü karşılaştırılması ve kazançlar direnç açısından belirlenmiş ve grafik ve çizelgelerle bu kazanç net bir şekilde ortaya konmuştur. Stabilite yönünden ise direnç için seçilen en iyi formlar arasında karşılaştırma yapılmıştır. Bu karşılaştırma yapılırken sadece en iyi direnç sonuçlarının alınmasındaki sebep her bir inceleme konusunda en iyi sonucu veren yumrubaşı bulmaktır. Ayrıca seçilen 7 adet yumrubaş formu arasından stabilite değerlendirmesi de gerçekleştirilmiştir. Denizcilik açısından ise, stabilite değerlendirmesi ile aynı düşünce çerçevesinde inceleme ve de aynı 7 adet form üzerinde karşılaştırma yapılmıştır.

Dizayn hızı yani 12 knot hız için direnç açısından en iyi sonucu E-115 ve hemen ardından D-Mİ formları vermiştir.

Stabilite açısından karşılaştırma yapıldığı zaman en iyi sonucu veren form D-Mİ formu olmuştur.

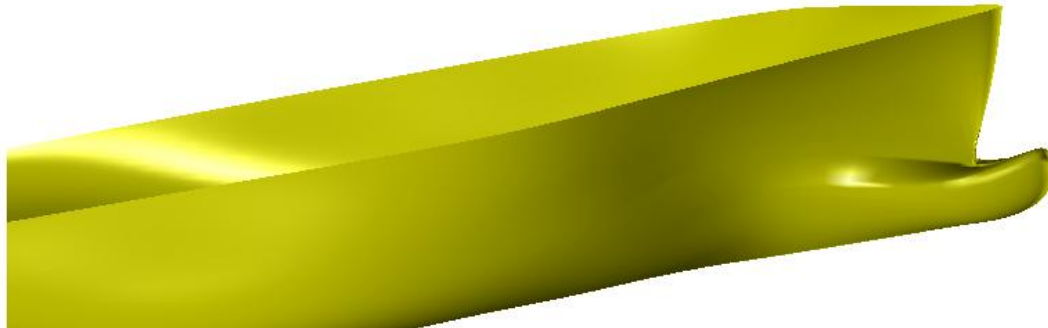
Denizcilik açısından grafik ve hesaplamaları incelendiğinde net bir şekilde dalıp çıkma için D-Mİ ve baş kış vurma için E-115 en iyi sonuçları verdiği görülmüştür.

Çok basit bir ifadeyle Çizelge 5.29'a bakıldığında karşılaştırma daha net gözlemlenebilir. Bu çizelge koyu renkler en iyi sonuçları ifade ederken, renk açıldıkça elde edilen değerlerin daha kötü olduğunu belirtmektedir. Aşağıdaki çizelgede yeşil renkler direnç, mavi renkler stabilite, kırmızı renkler dalıp çıkma ve mor baş kış vurmaya ifade eder. En koyu renk en iyi sonuç verildiğini belirtmektedir. 3 farklı renk tonu kullanılmıştır ve renk tonu açıldıkça elde edilen sonucun diğer forma göre daha kötü olduğunu göstermektedir.

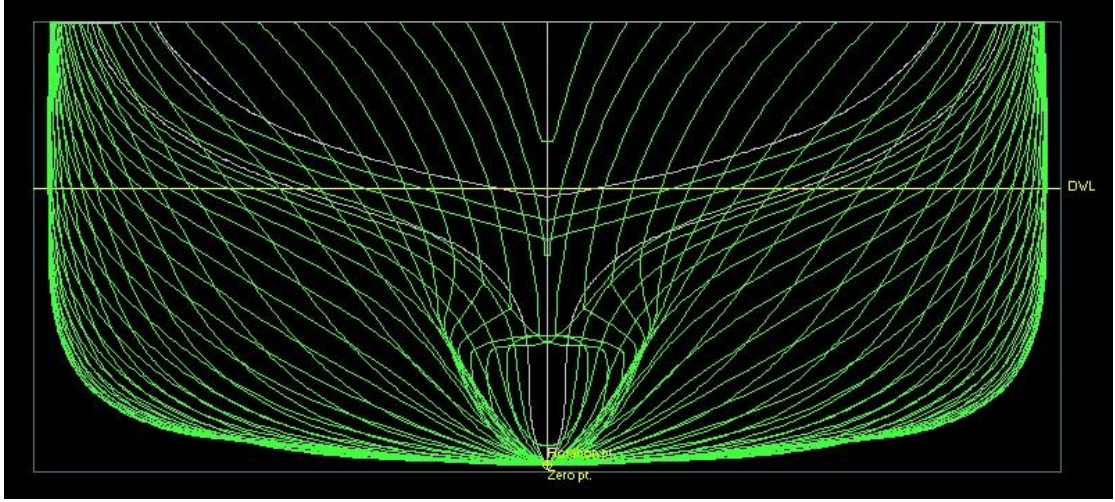
Çizelge 6.1 Genel Karşılaştırma

	Direnç	Stabilite	Denizcilik Dalıp Çıkma	Baş Kış Vurma
D-105				
D-Mİ				
E-115				
E-110				
N-Mİ				
N-O				
EO-115				

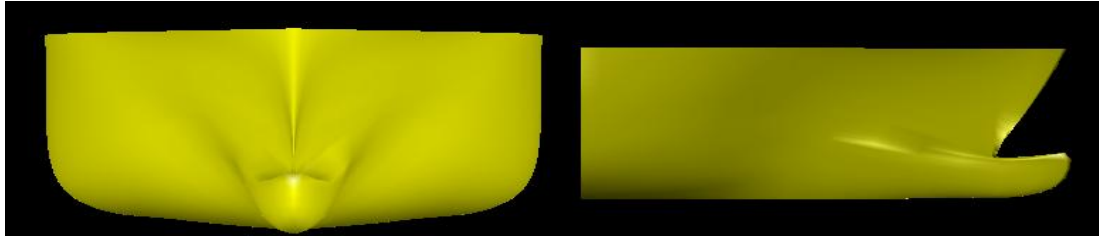
Genel olarak baktığımız zaman D-Mİ ve E-115 formları dikkat edilmesi gereken, göz önüne alınması gereken formlar olarak ortaya çıkmaktadır. Toplamda en çok inceleme alanında en iyi sonuçları veren D-Mİ formu en uygun form olarak seçilmiştir. Direnç ve denizcilik açısından E-115 ön plana çıksa da stabilite açısından kötü sonuçlar verdiği için D-Mİ formunu daha iyi olarak nitelendirebiliriz. Yukarıdaki çizelgeyi de inceledğimiz zaman en çok alanda en iyi sonuçları D-Mİ formu verdiği net bir şekilde gözlemlenir.



6.1 D-Mİ Formu



Şekil 6.2 D-Mİ En kesitleri Resmi



Şekil 6.3 D-Mİ Render Resmi

6.1 Öneriler ve Gelecekte Yapılması Planan Çalışmalar

Bu çalışma ile elde edilen sonuçları geliştirmek, yumrubaş optimizasyonunu ve yumrubaş seçimini daha güçlü ve detaylı hale getirmek mümkündür. Özellikle yumrubaş ile kaide hattı arasındaki açının değişmesine bağlı olarak yumrubaşlı formların üzerinde inceleme yapılabilirdi. Ancak zaman kısıtlılığı nedeniyle daha sonraki aşamalarda bu çalışmanın yapılması planlanmıştır. İkinci olarak, denizcilik hesapları ve stabilite üzerine detaylı araştırma ve analiz de bir sonraki çalışmanın konusu olarak ele alınacaktır.

Son olarak, sadece baş formunda yumrubaş uygulanması değil, kış formunda da uygulama yapılarak oluşan dalga profilinin değişimi incelenmesi de öneri olarak yerini almıştır.

Bu bahsedilen çalışmalar ve planlanan uygulamalar bu tezin kapsamında detaylı olarak incelenmek istenmiş ancak hem vakit hem de kaynak yetersizliğinden dolayı bu hususun gerçekleştirilebilme olanağı bulunamamıştır. Ancak, doktora

alışması olarak hem daha gl bir program kullanılması hemde detaylı CFD analizleri ile zayıf kalan noktalar üzerine eğilerek bu eksiklikler kapatılabilir. Bunun yanı sıra yeni form geliştirilerek hem baş hem de kıta yumrubaş formunun uygulanmasının incelenmesi bu konun daha faydalı ve pratikte uygulanabilir olmasına olanak sağlayacaktır.

Bu alışma ile açık deniz tipi amacı ile tasarlanmış olan balıki formuna uygulanan yumrubaşlar arasından yapılan incelemeyle bir form belirlenmiş ve kısa vadede ilk amaç gerçekleştirilmiş olmuştur.

KAYNAKLAR

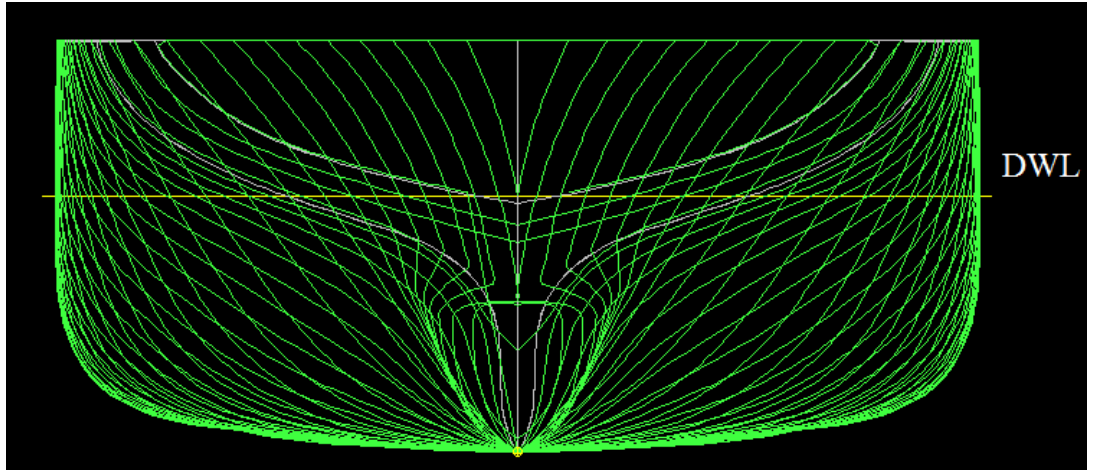
- [1] **Kratch, A. M.**, (1978), “Design of Bulbous Bows”, *SNAME Transactions*, Vol. 86, pp. 197-217.
- [2] **Ventura, M.** “Ship Design I Lecture Notes”, *Centre for Marine Technology and Engineering*, <http://www.mar.ist.utl.pt>.
- [3] **Kukner, A., Sarioz K., et al.** (2006), “Açık Deniz Tipi Balıkçı Teknesi Formu Dizaynı ve Deneysel Değerlendirmesi, İÇTAG I243”, TÜBİTAK Araştırma Projesi Sonuç Raporu.
- [4] **Alvarino, Ricardo; Azpíroz, Juan José e Meizoso, Manuel** (1997), “El Proyecto Básico del Buque Mercante”, Fondo Editorial de Ingeniería Naval, Colegio de Ingenieros Navales.
- [5] **Holtrop, J. ve Mennen, G.,G.,J.**, (1982), “An Approximate Power Prediction Method”, *International Shipbuilding Progress*, Vol. 89.
- [6] **Holtrop, J. ve Mennen, G.,G.,J.**, (1984), “A Statistical Reanalysis of Resistance and Propulsion Data”, *International Shipbuilding Progress*, Vol. 31
- [7] **Baykal, R. ve Dikilli, C.**, (2002), “Gemilerin Direnci ve Makina Gücü”, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, İstanbul.
- [8] **Ferreiro, L. D.**, (2011), “The Social History of the Bulbous Bow”, *Technology and Culture*, Vol. 52.
- [9] **Ozden, H.** “Çok Amaçlı Kullanımlı Klasik Tekne Tasarımları”, Ege Üniversitesi, İzmir.
- [10] **Fujimami N.**, “Fishing Boats of the World”, Part V-Design of Small Boats, pp. 425-531.
- [11] < http://www.the-blueprints.com/blueprints/ships/battleshipsus/6821/view/uss_bb-28_delaware/ >, alındığı tarih: 19.01.2013
- [12] **Sharma R., Sha O. P.**, (2005), “Hydrodynamic Design of Integrated Bulbous Bow/Sonar Dome for Naval Ships”, *Defence Science Journal*, Vol. 55, No. 1., pp. 21-36.
- [13] **Kafalı K.**, (1999), “Gemi Formunun Hidrodinamik Dizaynı” İTÜ Vakfı Yayınları.

- [14] **Schneekluth H., Bertram V.**, (1998), “Ship Design for Efficiency & Economy”, Butterworth-Heinemann.
- [15] **Bohyun Y.**, (1974), “A Simple Design Theory and Method for Bulbous Bows of Ships”, *Journal of Ship Research*, Vol. 18, No.3, pp 141-152.
- [16] <<http://www.scribd.com/doc/46575425/2-193-suryo-adji-ch07>> alındığı tarih: 25.02.2013
- [17] <www.boatdesign.net/forums/attachments/hydrodynamics-aerodynamics/75408d1350807506-bow-wave-kelvin-wave-kelvin-wave-pressure-point.jpg> alındığı tarih: 26.04.2013
- [18] Su Ürünleri İstatistikleri 2011, TÜİK.
- [19] T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Su Ürünleri İstatistikleri, Ocak 2013.
- [20]<http://2.bp.blogspot.com/_DKp3O3AE5Ic/TCgOrC6P6JI/AAAAAAAAAXs/r9FUeIx59_Y/s1600/stable.jpg> alındığı tarih: 26.04.2013

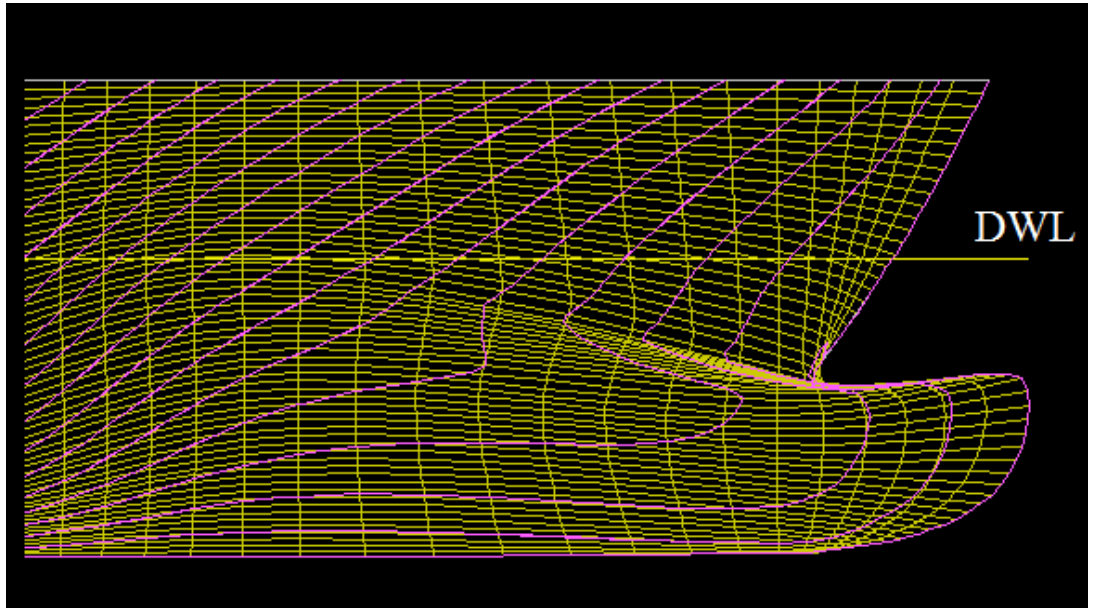
EKLER

EK A

Bu bölümde hesapları yapılan yumrubaşı formların en kesit, profil ve render resimleri verilmiştir.



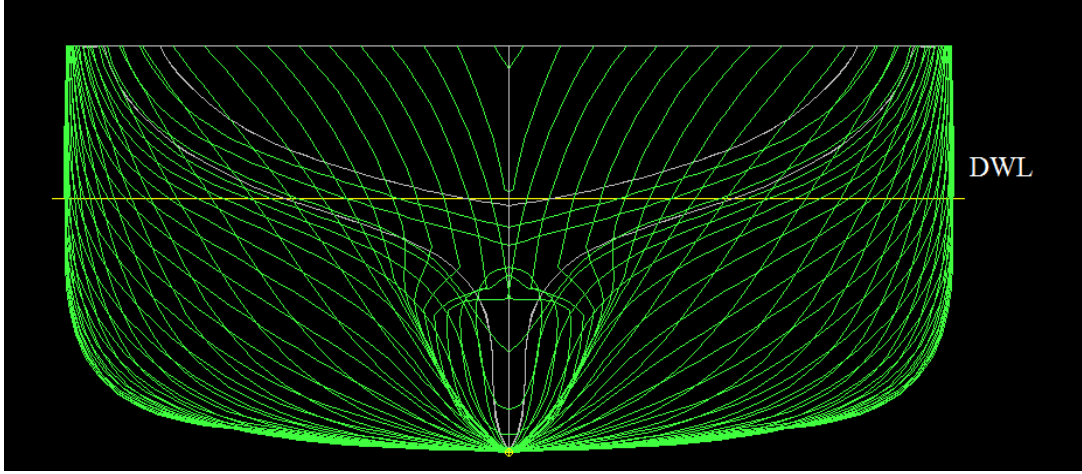
Şekil A.1 DO Endaze Planı



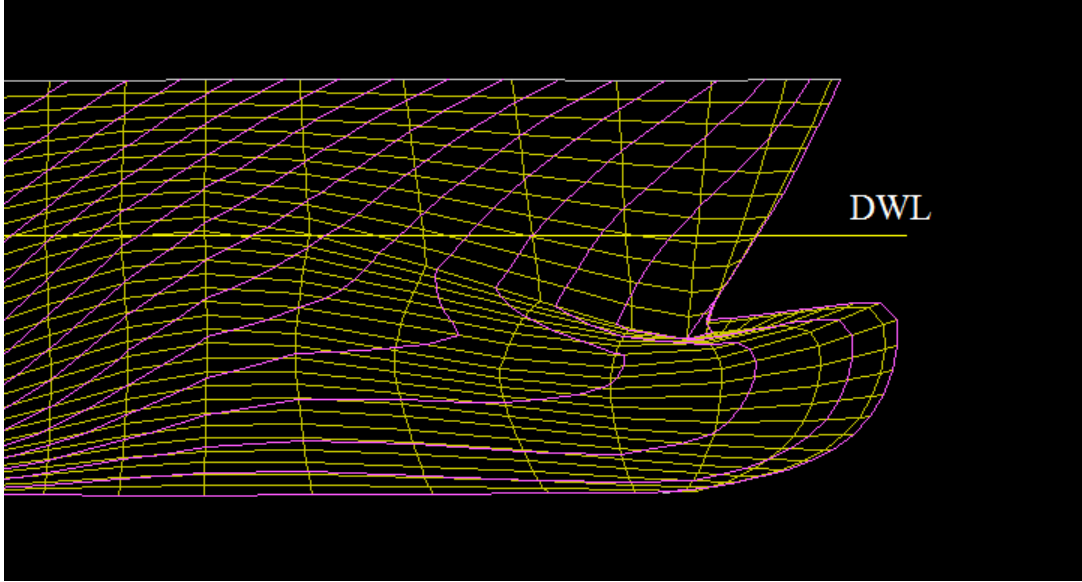
Şekil A.2 DO – Profil Görünüşü ve Batok Hatları



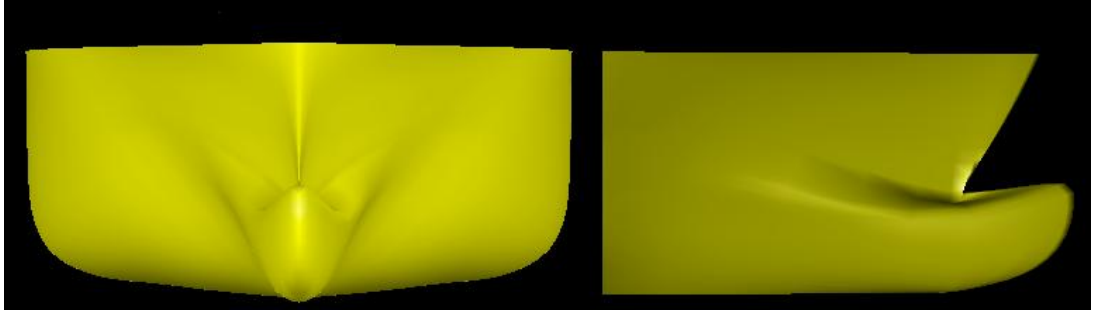
Şekil A.3 DO Render Görüntüleri



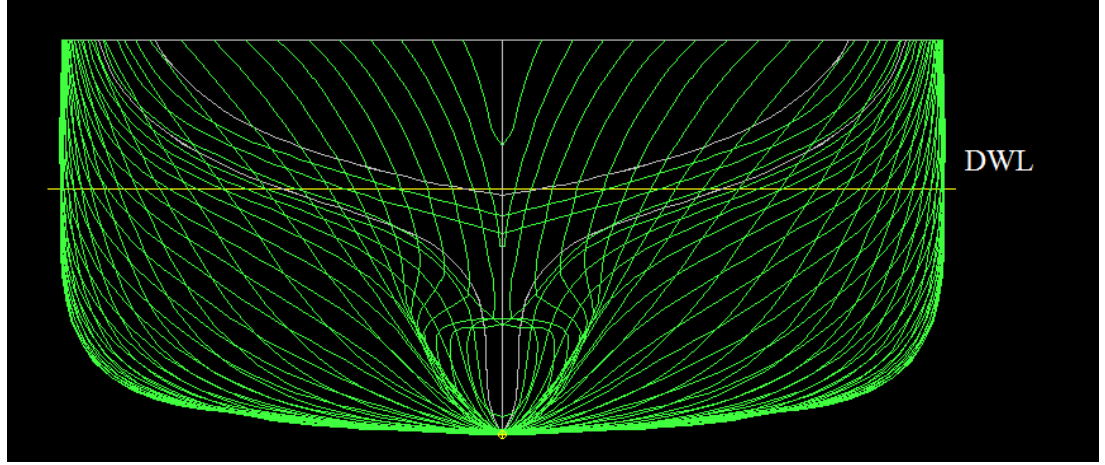
Şekil A.4 D-MA Endaze Resmi



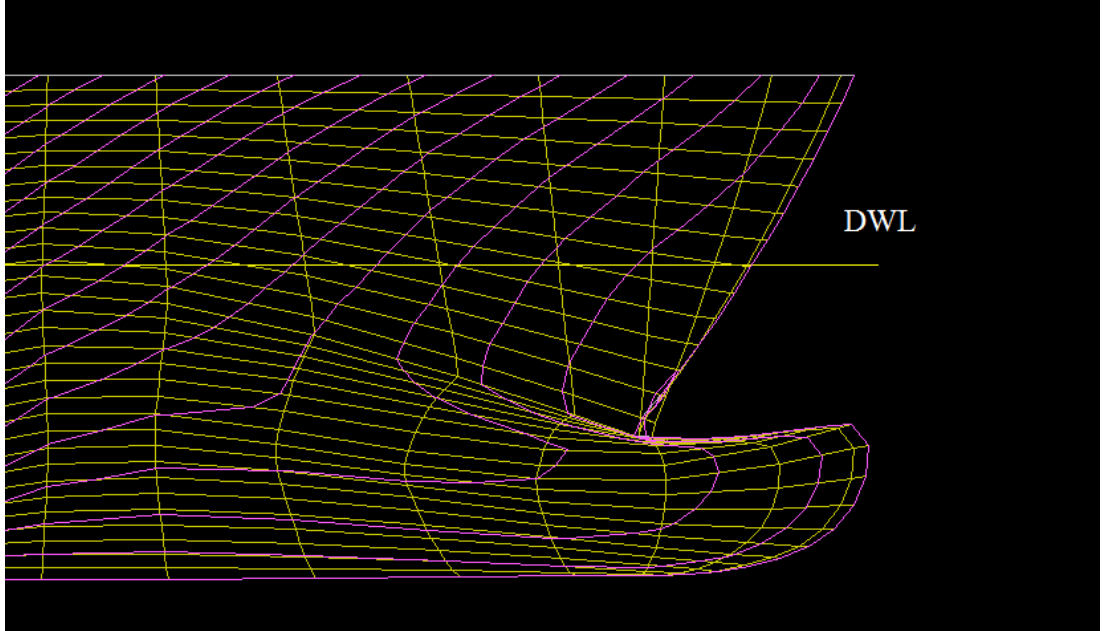
Şekil A.5 D-MA Profil Resmi ve Batok Hatları



Şekil A.6 D-MA Render Görüntüleri



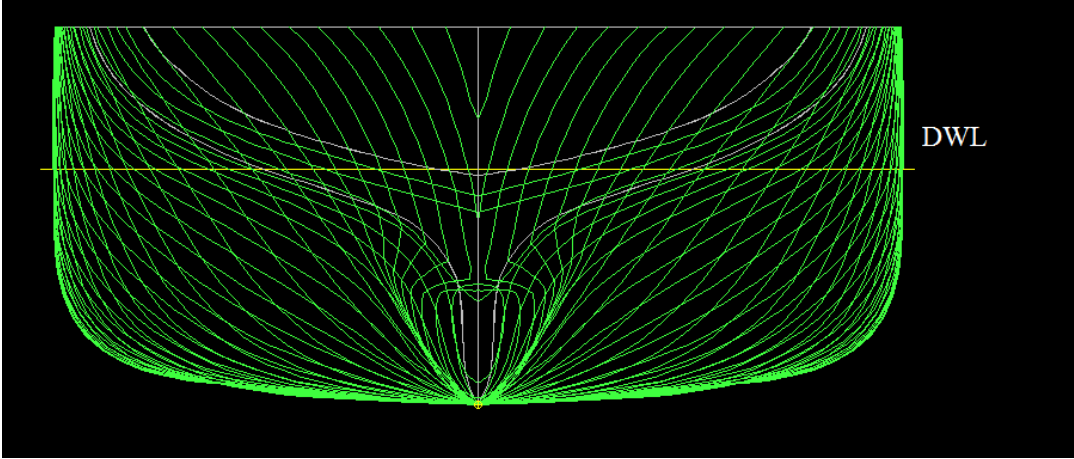
Şekil A.7 D-Mİ Endaze Resmi



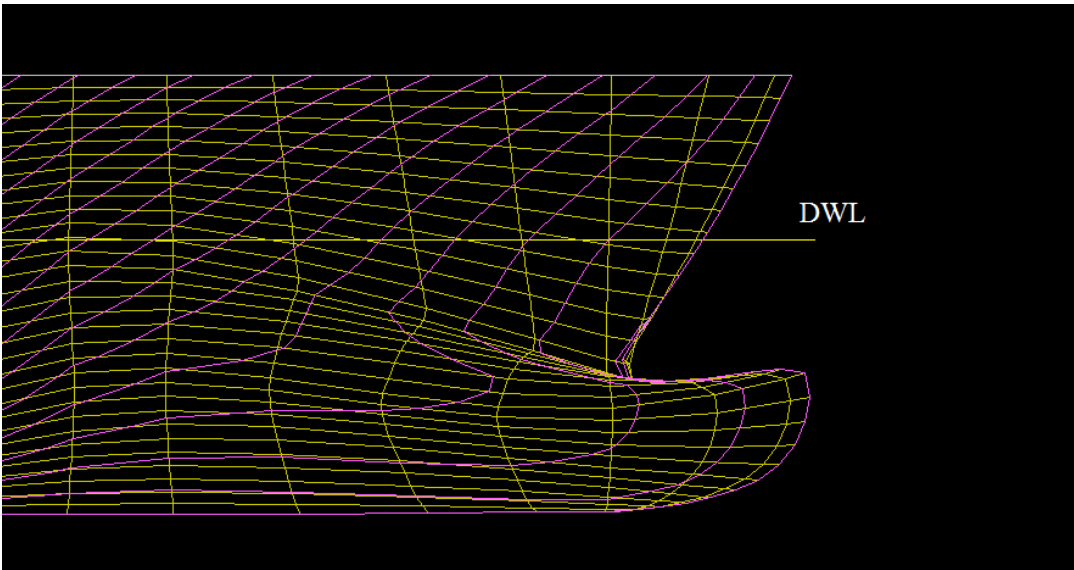
Şekil A.8 D-Mİ Profil Resmi ve Batok Hatları



Şekil A.9 D-Mİ Render Resmi



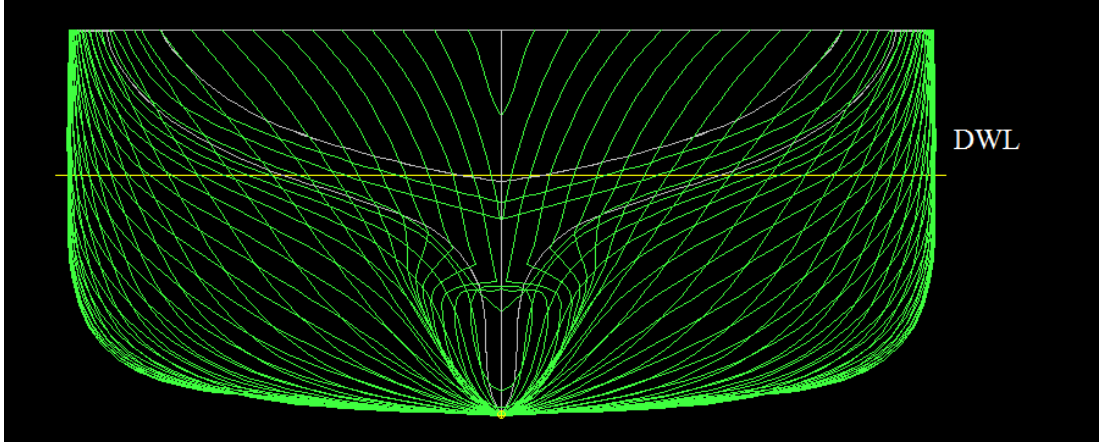
Şekil A.10 D85 Endaze Resmi



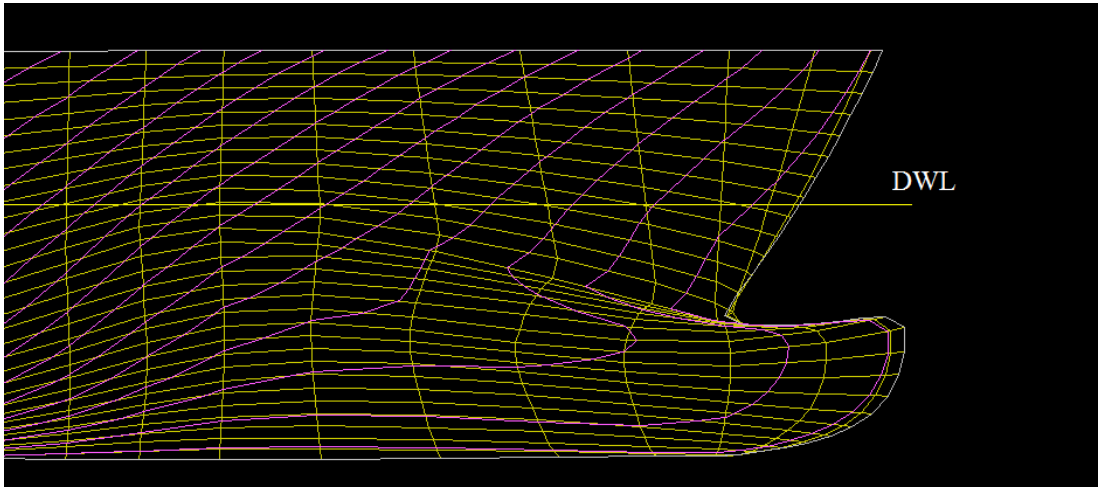
Şekil A.11 D85 Profil Resmi ve Batok Hatları



Şekil A.12 D85 Render Resmi



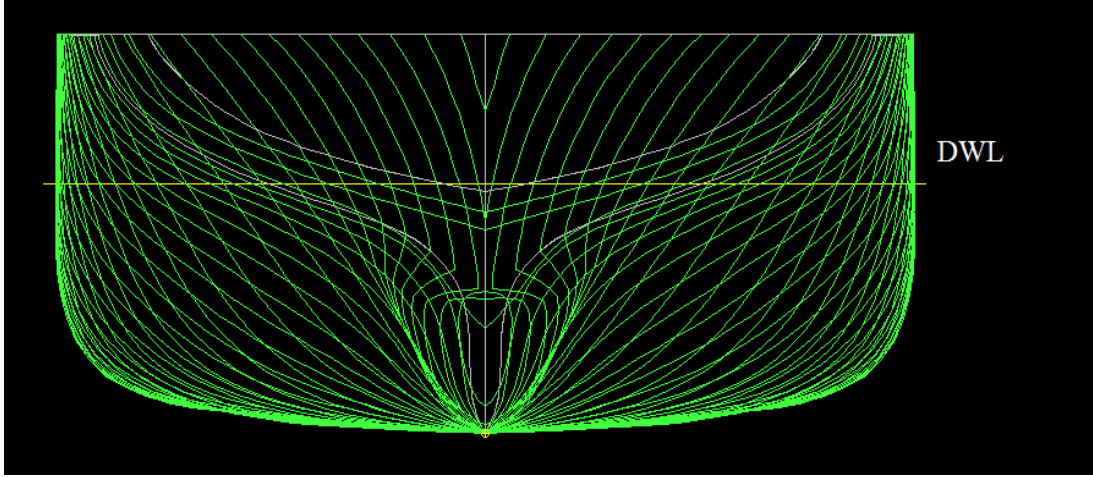
Şekil A.13 D90 Endaze Resmi



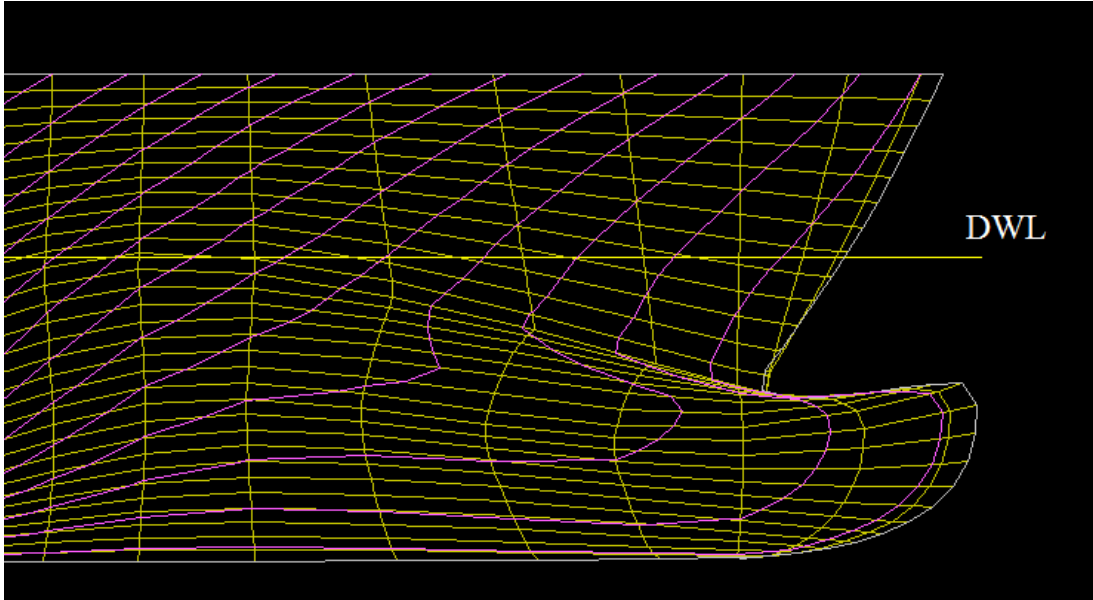
Şekil A.14 D90 Profil Resmi ve Batok Hatları



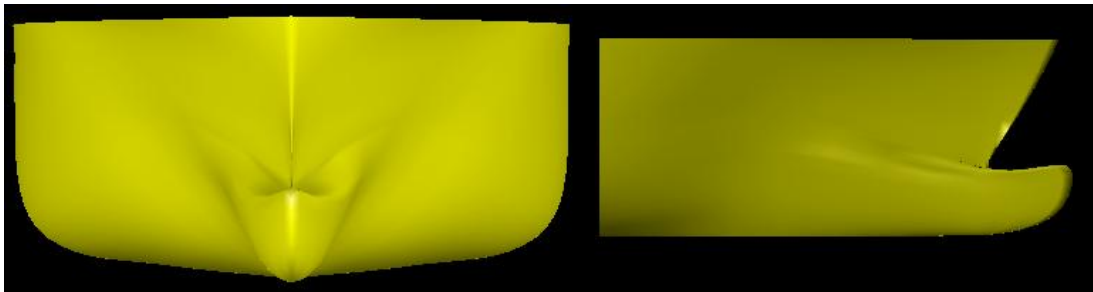
Şekil A.15 D90 Render Resmi



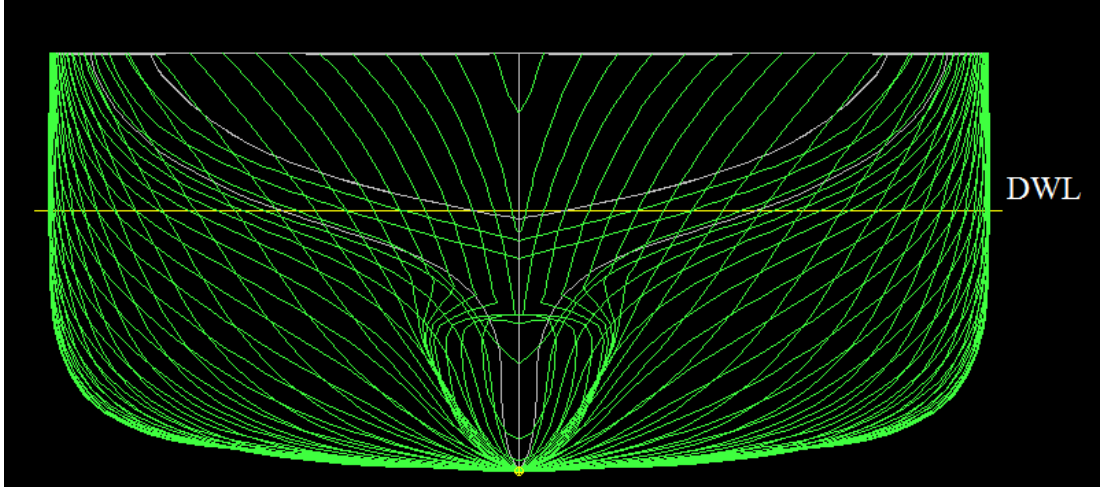
Şekil A.16 D95 Endaze Resmi



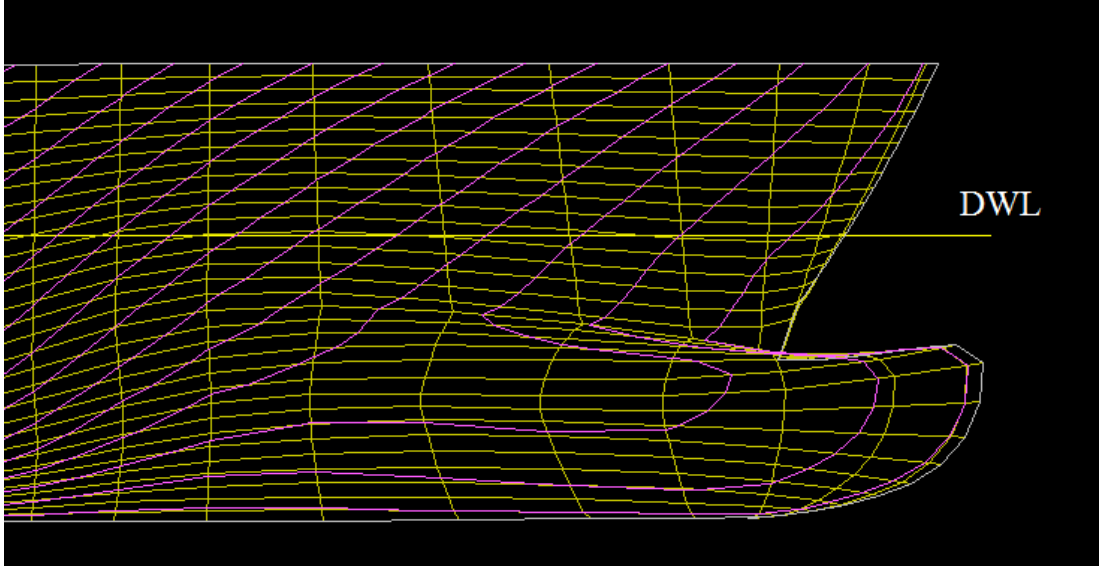
Şekil A.17 D95 Profil Resmi ve Batok Hatları



Şekil A.18 D95 Render Resmi



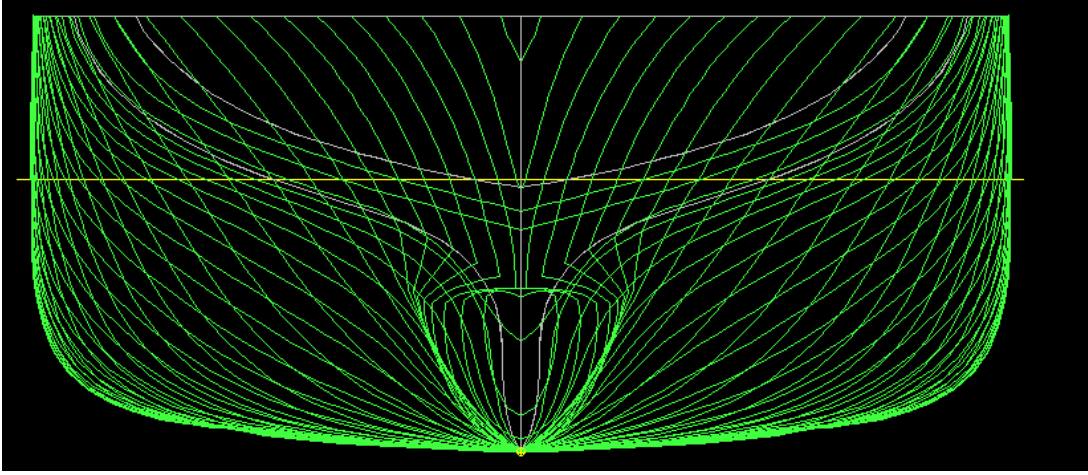
Şekil A.19 D105 Endaze Resmi



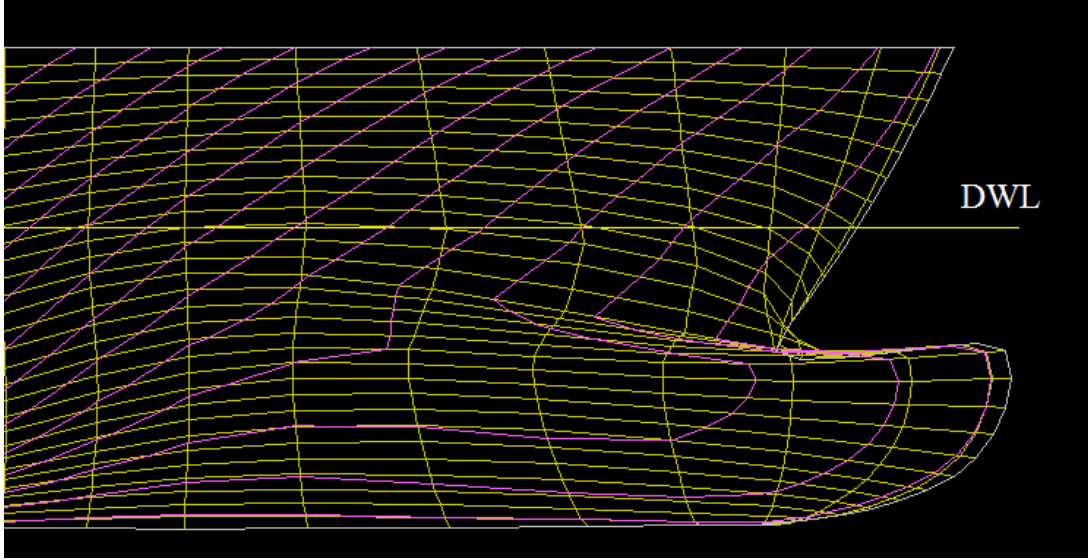
Şekil A.20 D105 Profil Resmi ve Batok Hatları



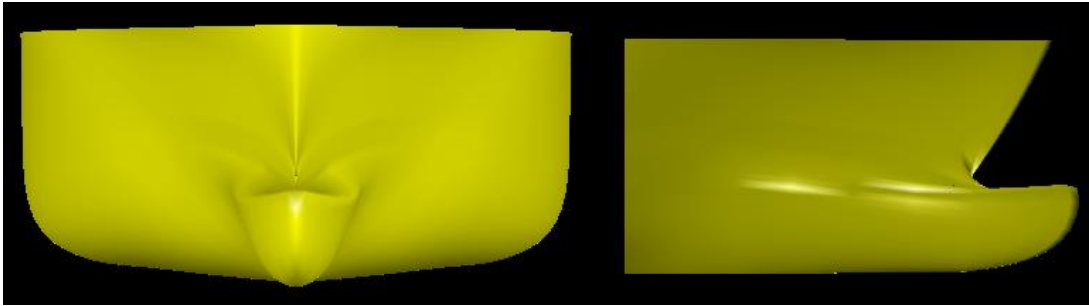
Şekil A.21 D105 Render Resmi



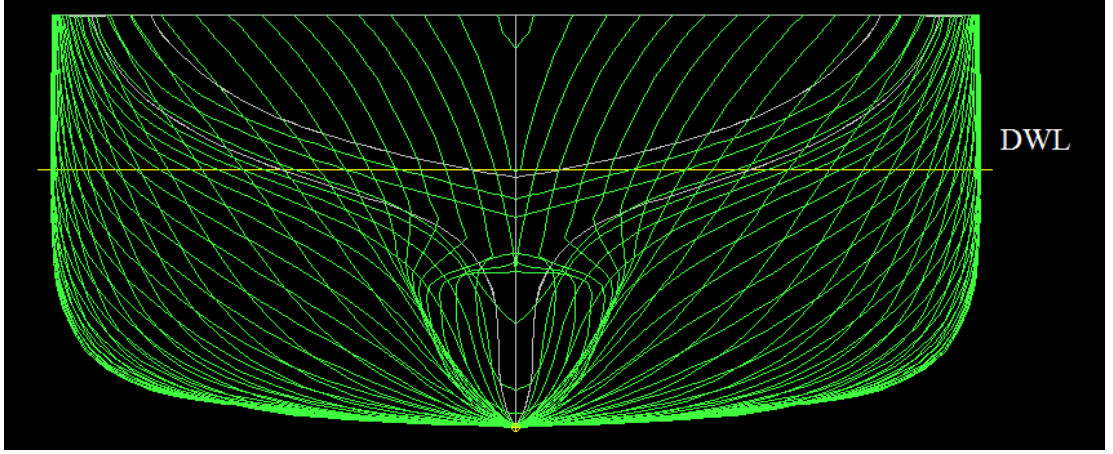
Şekil A.22 D110 Endaze Resmi



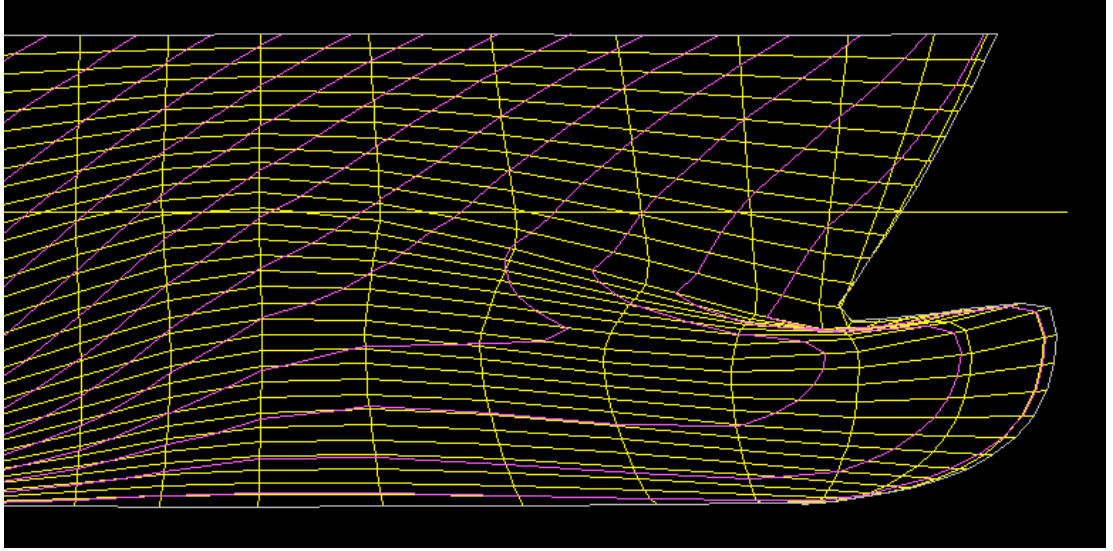
Şekil A.23 D110 Profil Resmi ve Batok Hatları



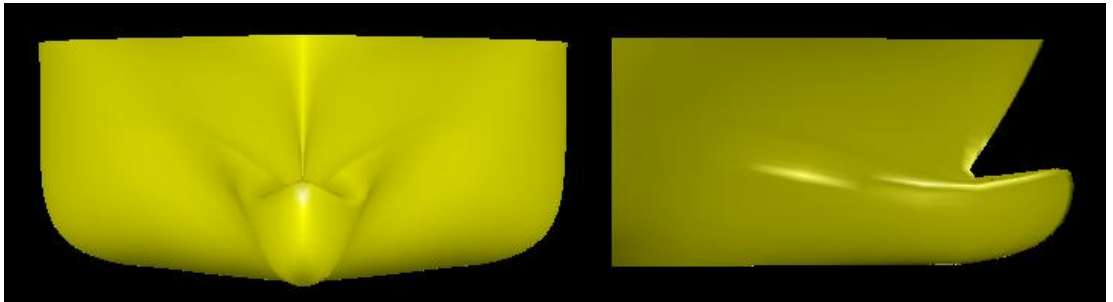
Şekil A.24 D110 Render Resmi



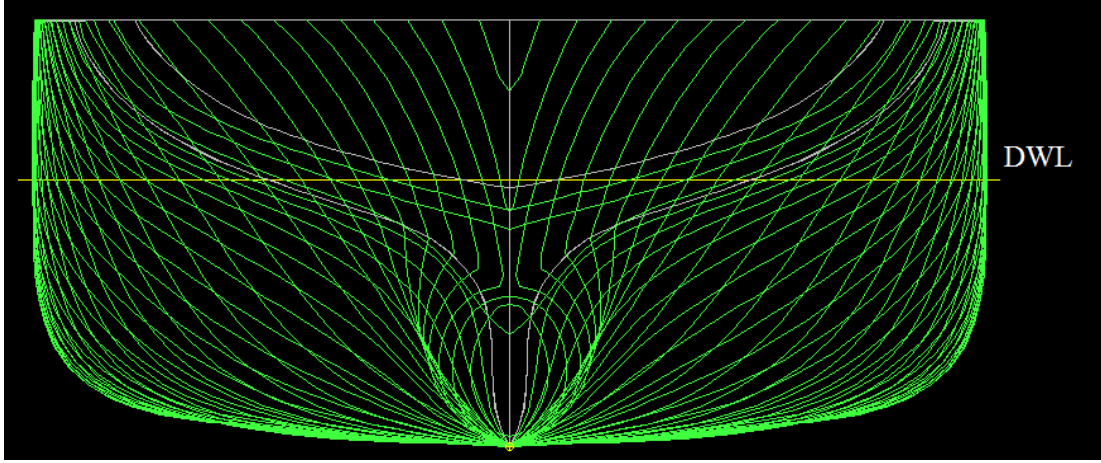
Şekil A.25 D115 Endaze Resmi



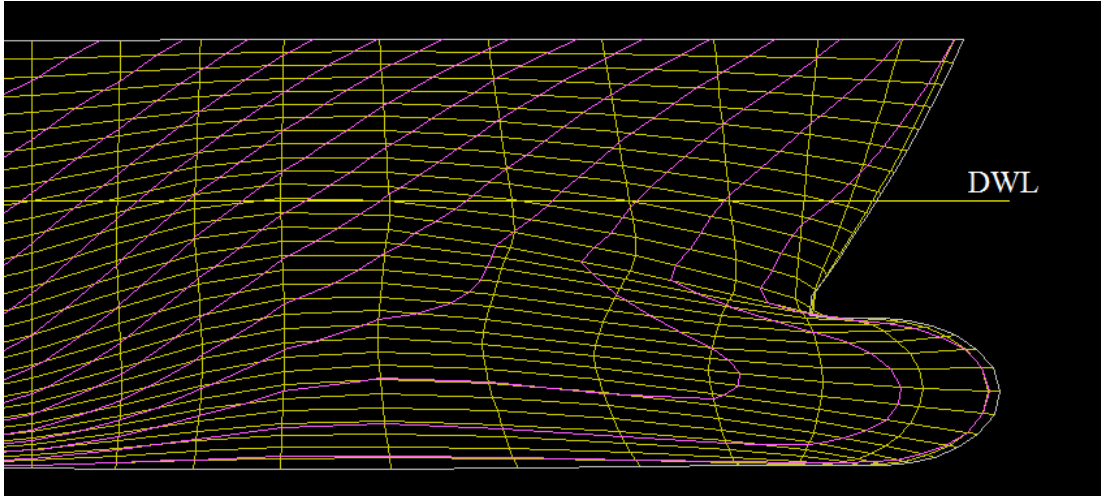
Şekil A.26 D115 Profil Resmi ve Batok Hatları



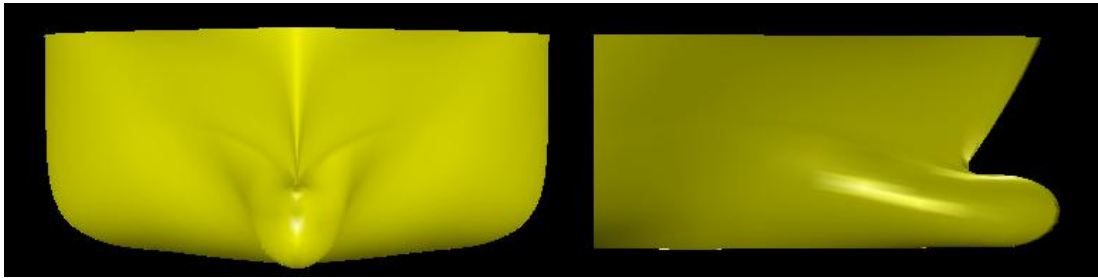
Şekil A.27 D115 Render Resmi



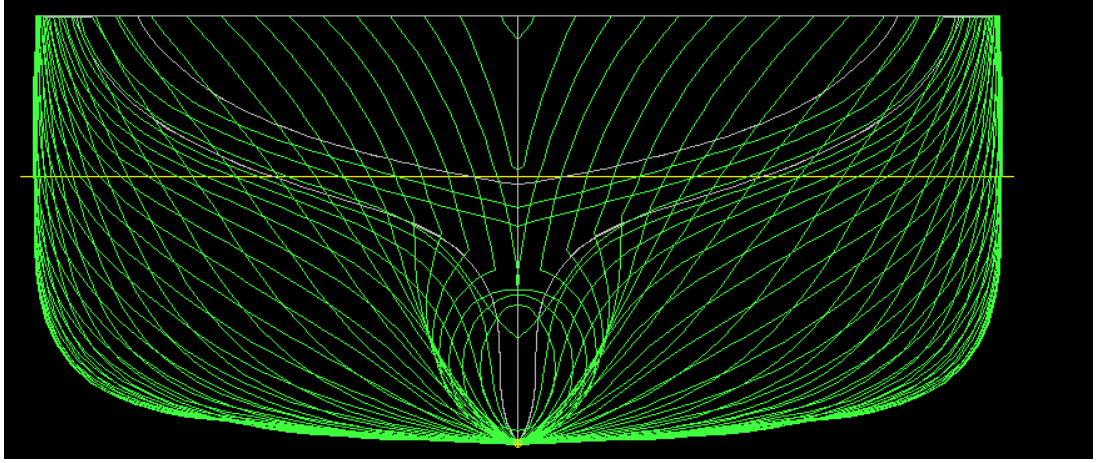
Şekil A.28 E-O Endaze Resmi



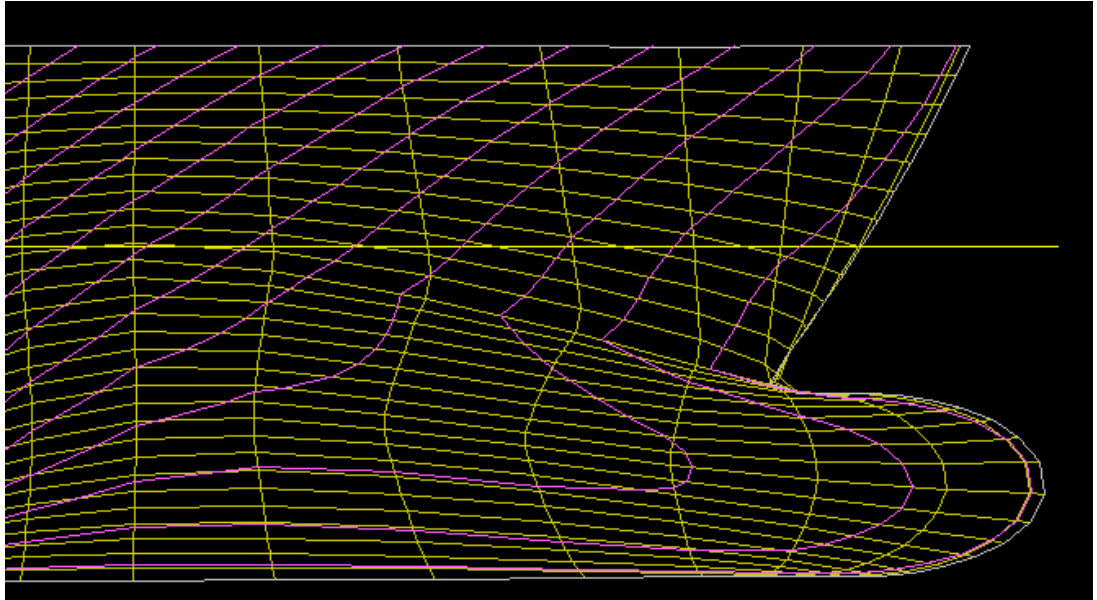
Şekil A.29 E-O Profil Resmi ve Batok Hatları



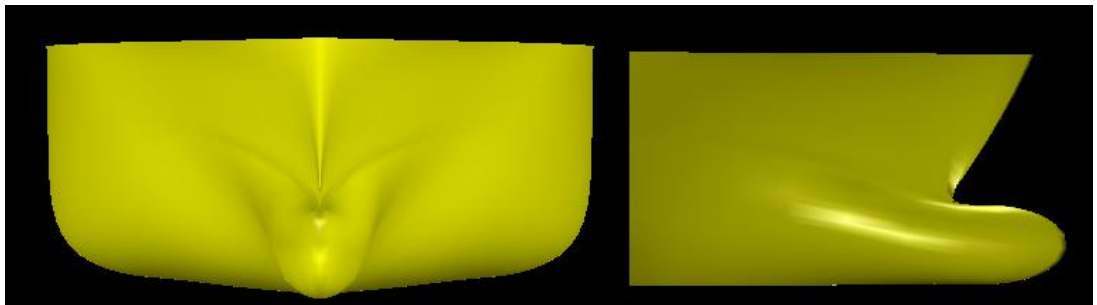
Şekil A.30 E-O Render Resmi



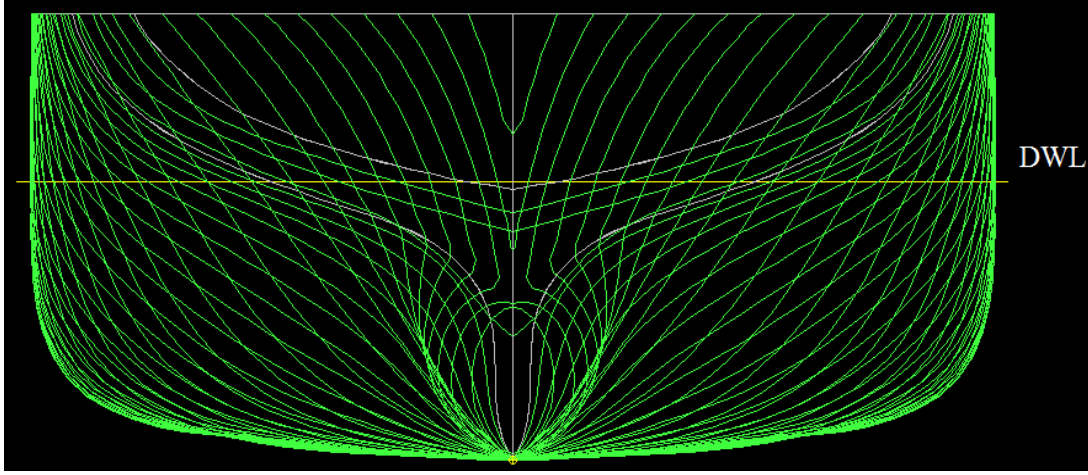
Şekil A.31 E-MA Endaze Resmi



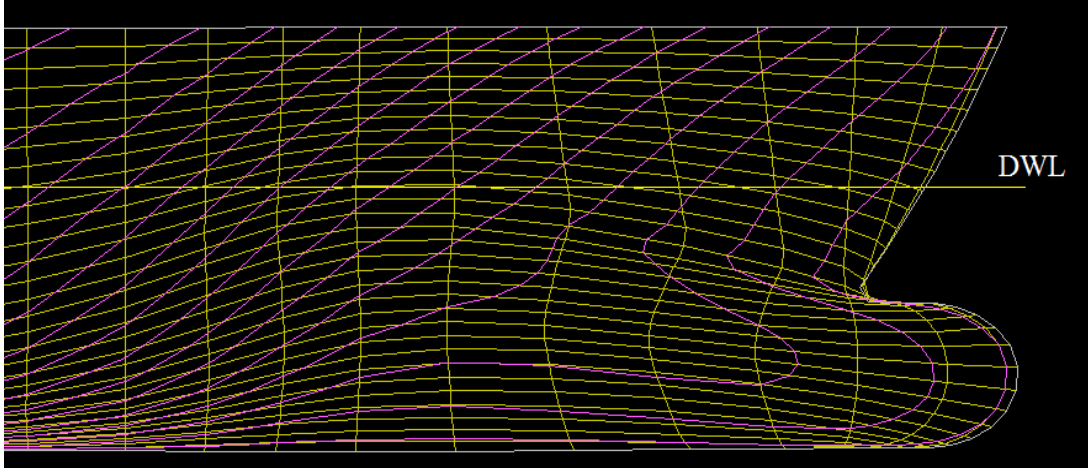
Şekil A.32 E-MA Profil Resmi ve Batok Hatları



Şekil A.33 E-MA Render Resmi



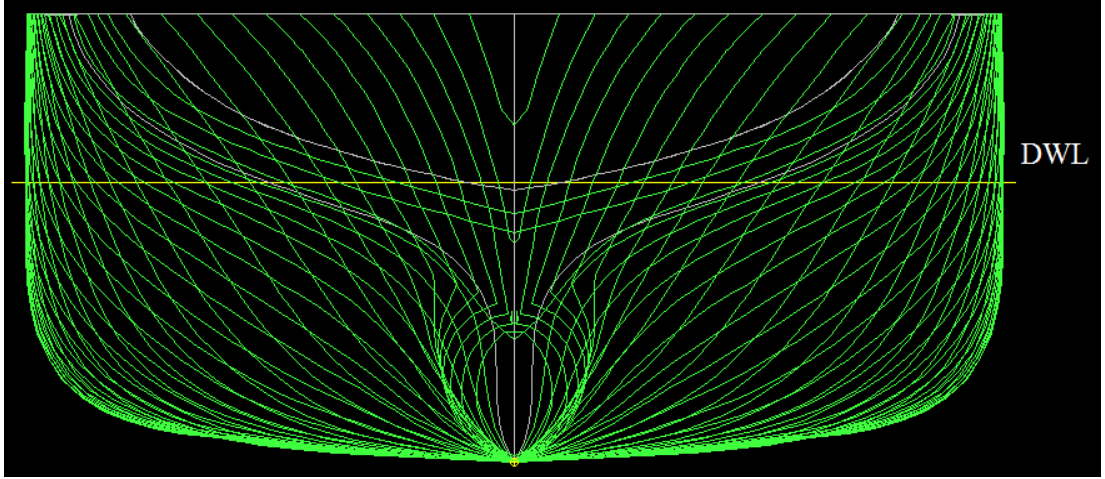
Şekil A.34 E-Mİ Endaze Resmi



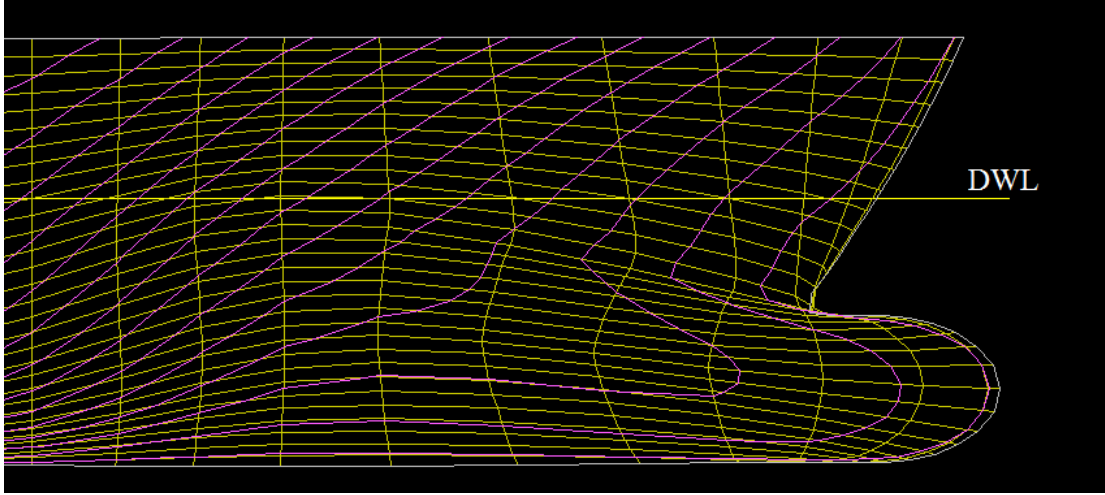
Şekil A.35 E-Mİ Profil Resmi ve Batok Hatları



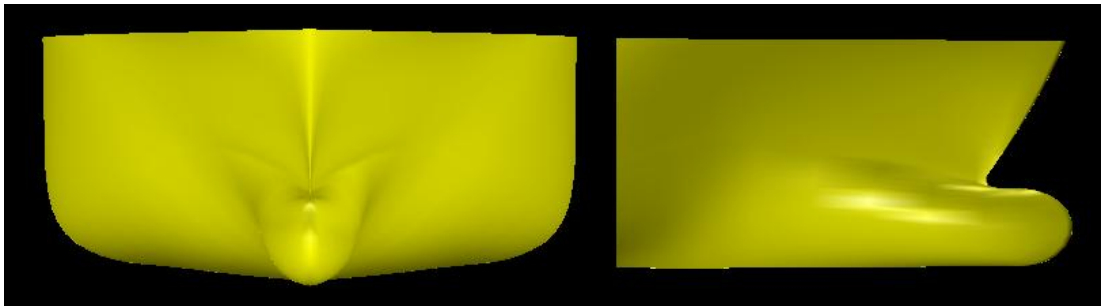
Şekil A.36 E-Mİ Render Resmi



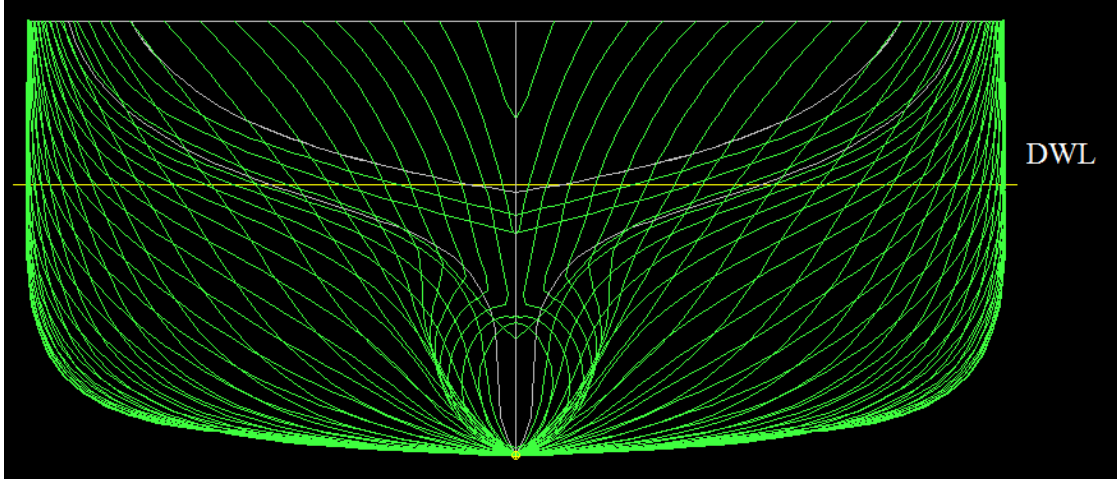
Şekil A.37 E85 Endaze Resmi



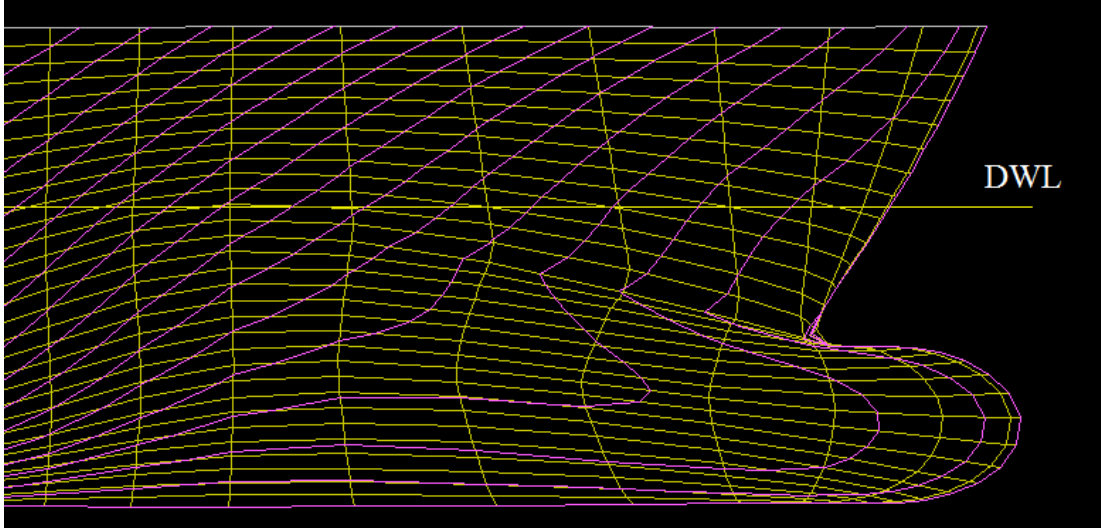
Şekil A.38 E85 Profil Resmi ve Batok Hatları



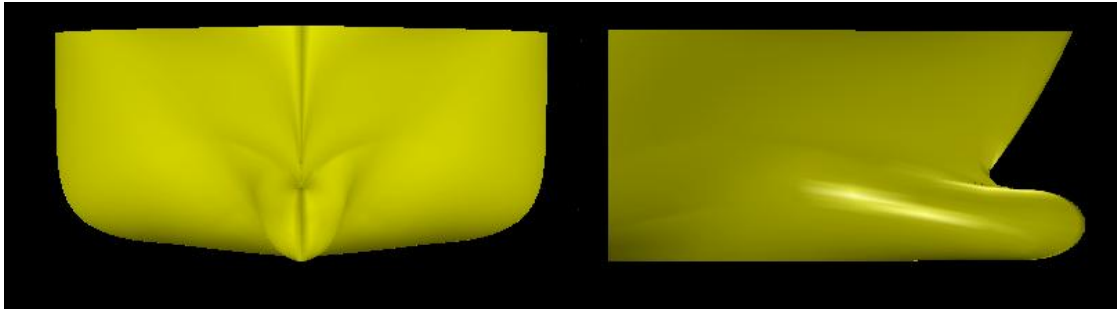
Şekil A.39 E-Mİ Render Resmi



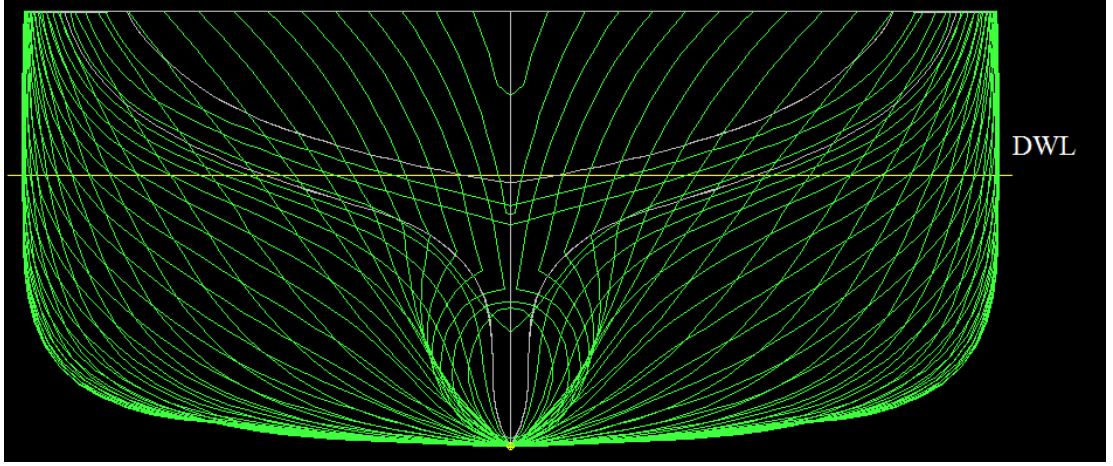
Şekil A.40 E90 Endaze Resmi



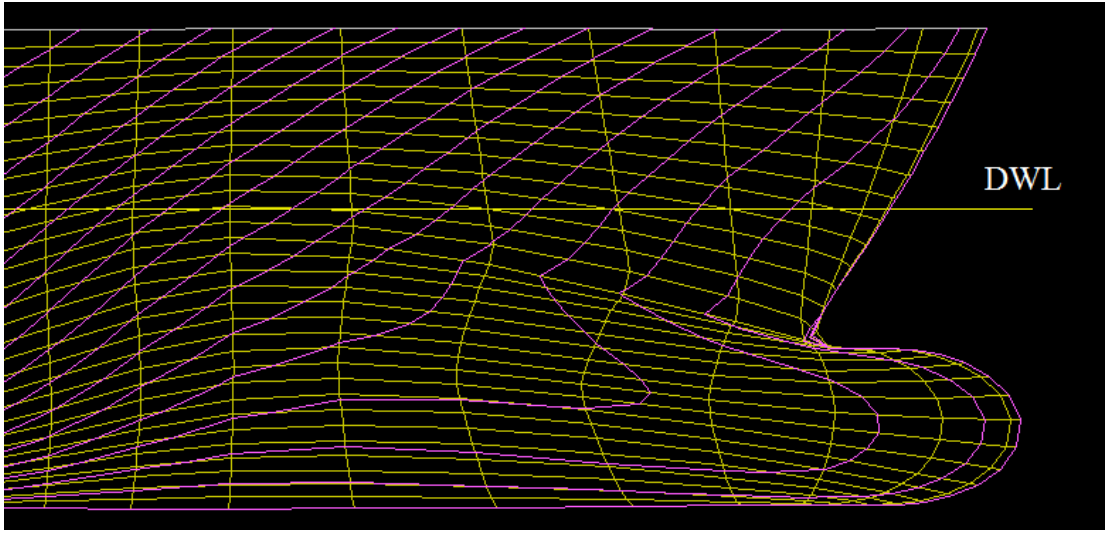
Şekil A.41 E90 Profil Resmi ve Batok Hatları



Şekil A.42 E90 Render Resmi



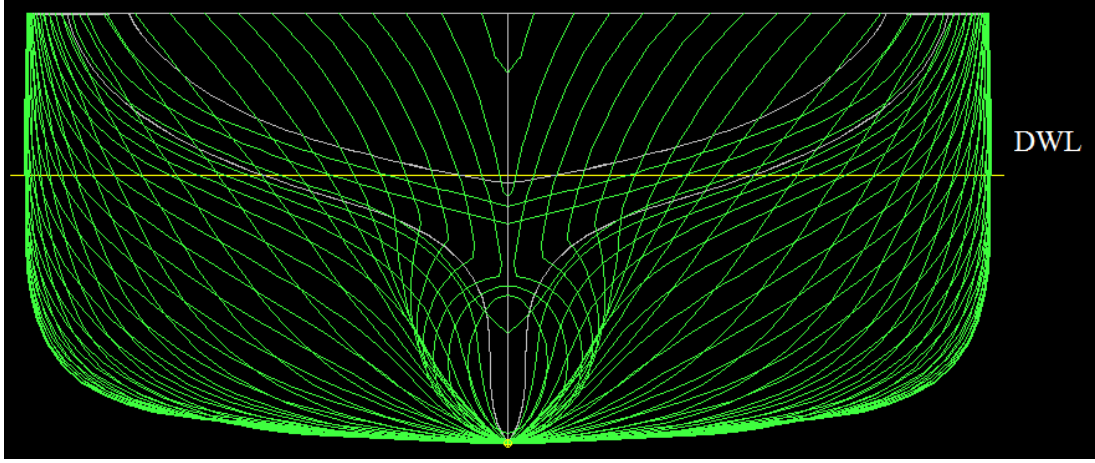
Şekil A.43 E95 Endaze Resmi



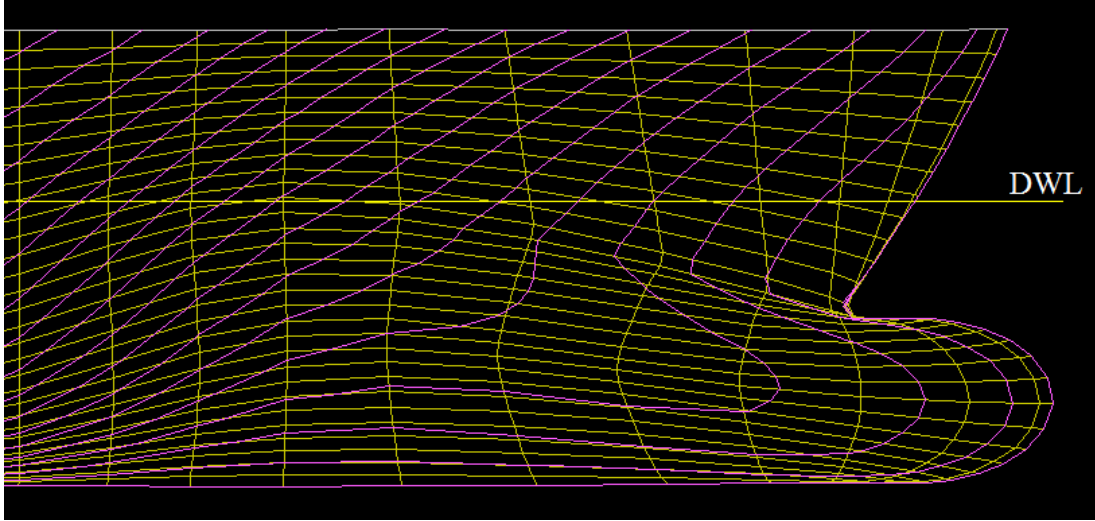
Şekil A.44 E95 Profil Resmi ve Batok Hatları



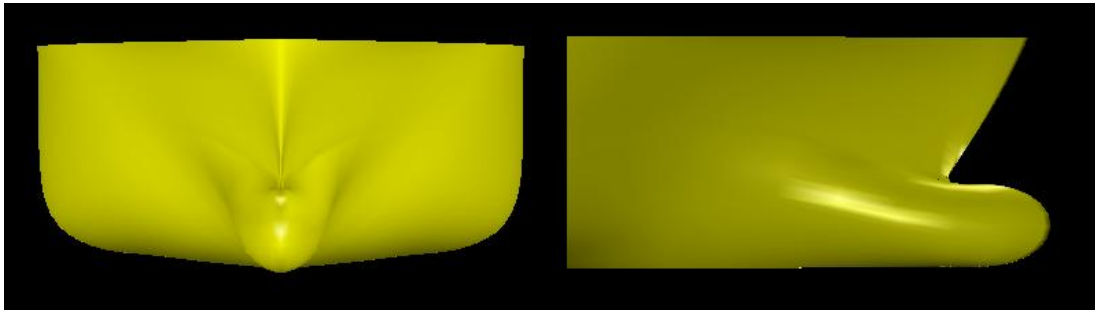
Şekil A.45 E95 Render Resmi



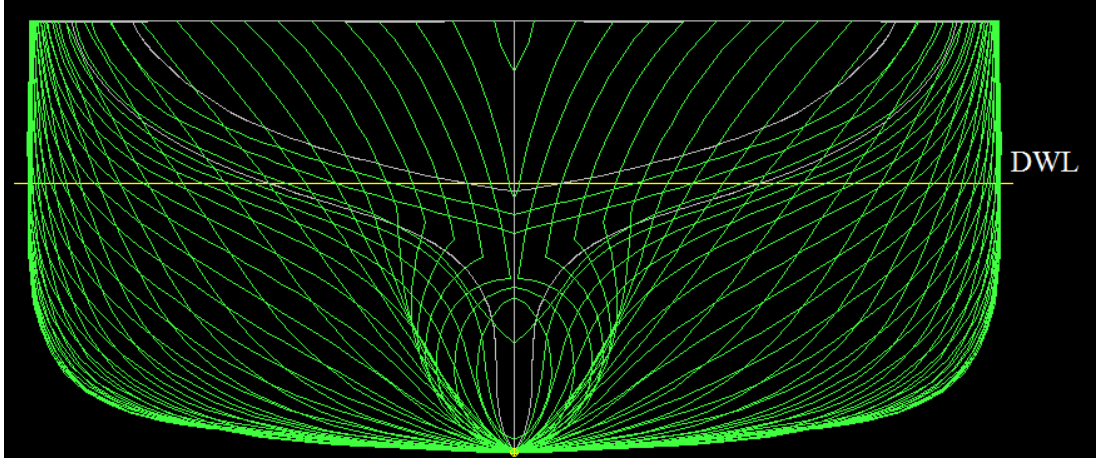
Şekil A.46 E105 Endaze Resmi



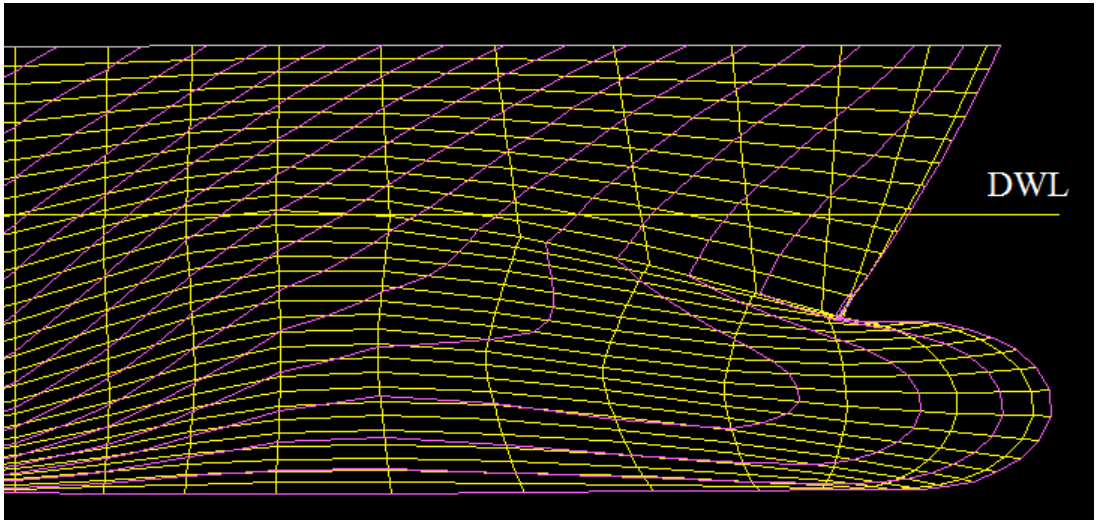
Şekil A.47 E105 Profil Resmi ve Batok Hatları



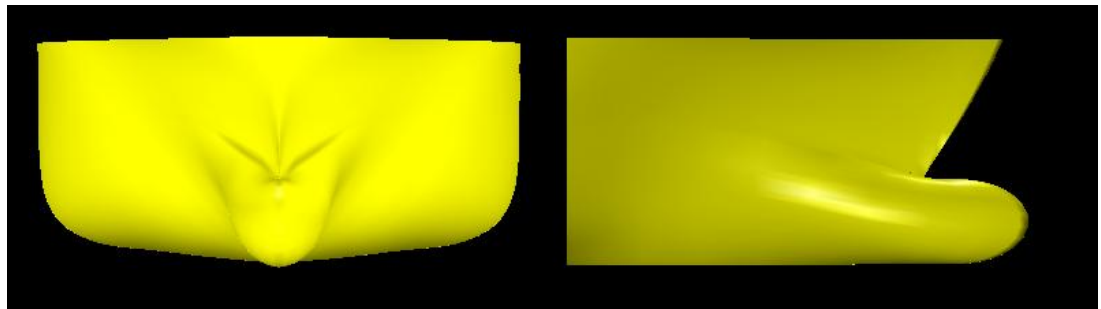
Şekil A.48 E105 Render Resmi



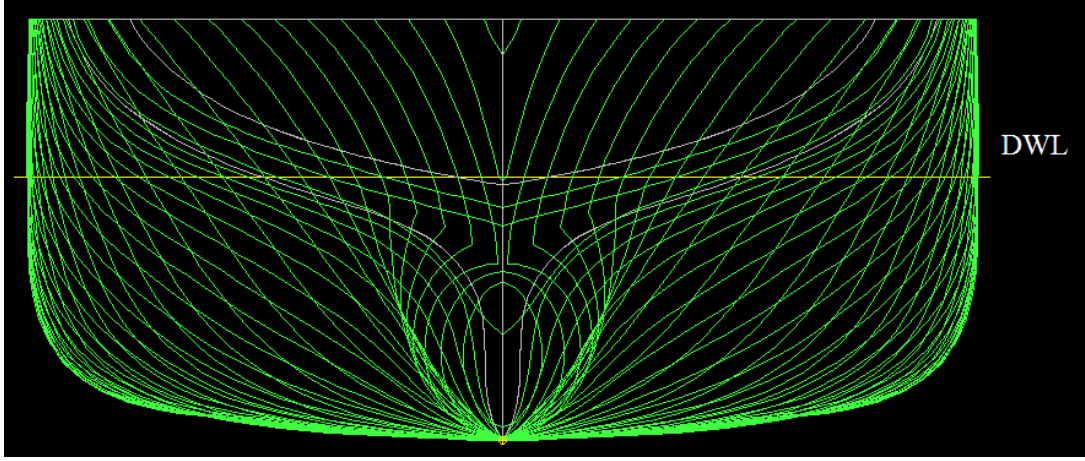
Şekil A.49 E110 Endaze Resmi



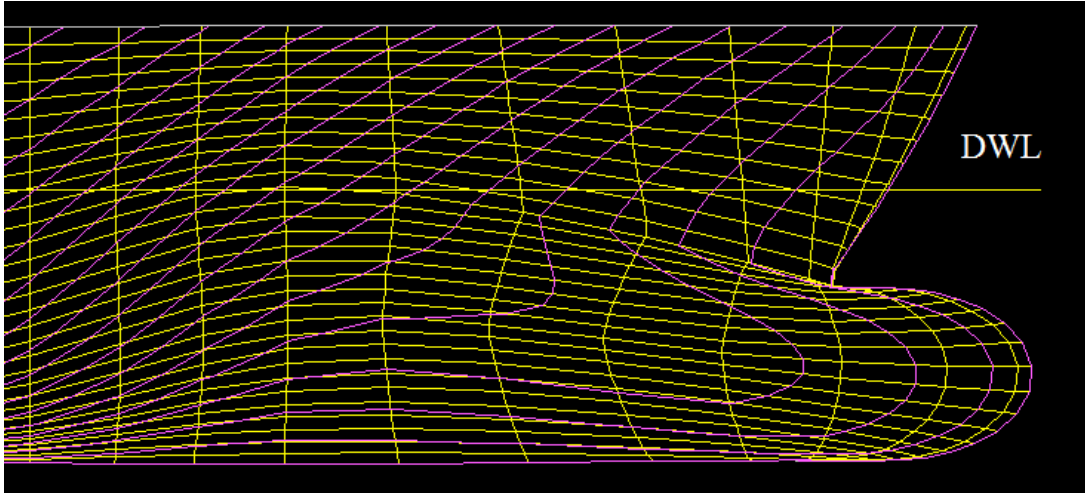
Şekil A.50 E110 Profil Resmi ve Batok Hatları



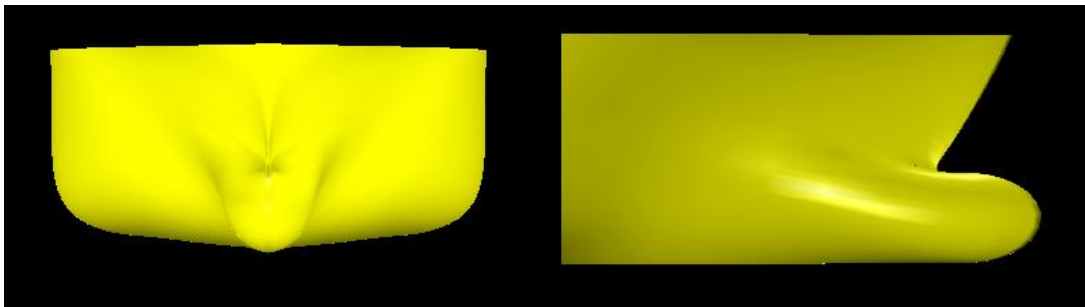
Şekil A.51 E110 Render Resmi



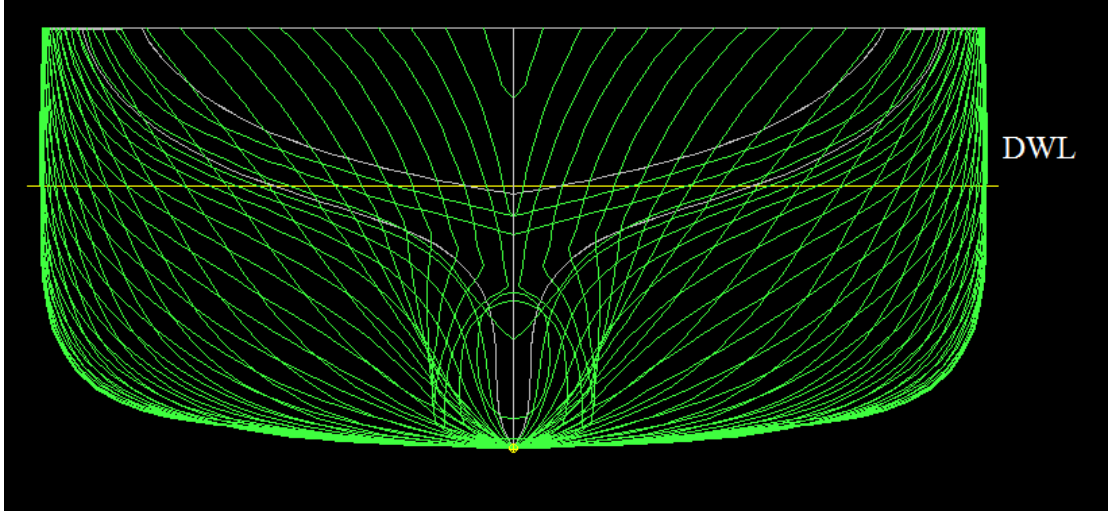
Şekil A.52 E115 Endaze Resmi



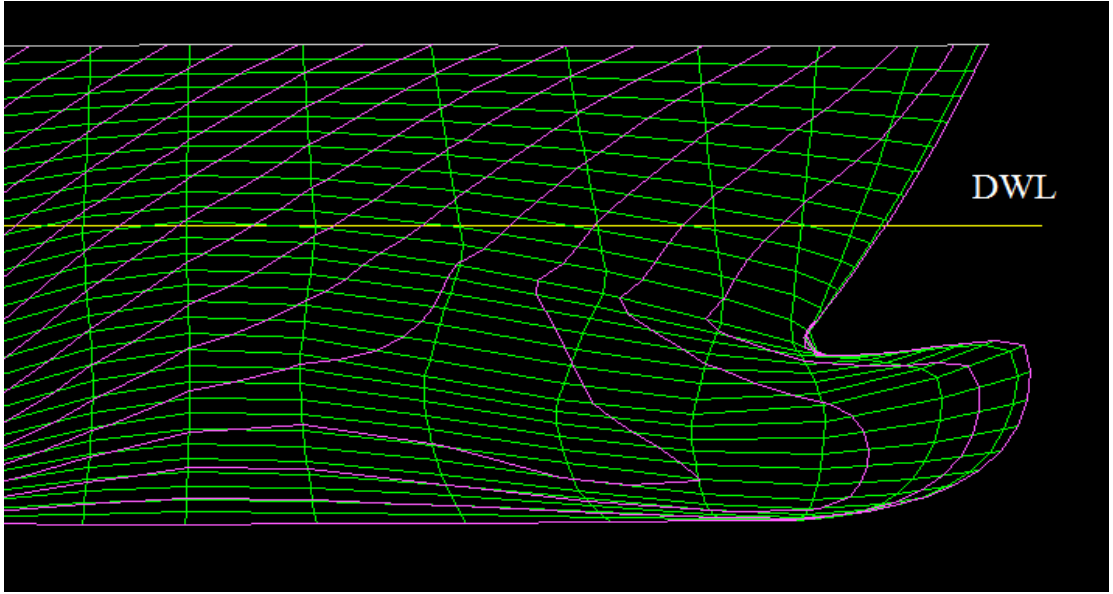
Şekil A.53 E115 Profil Resmi ve Batok Hatları



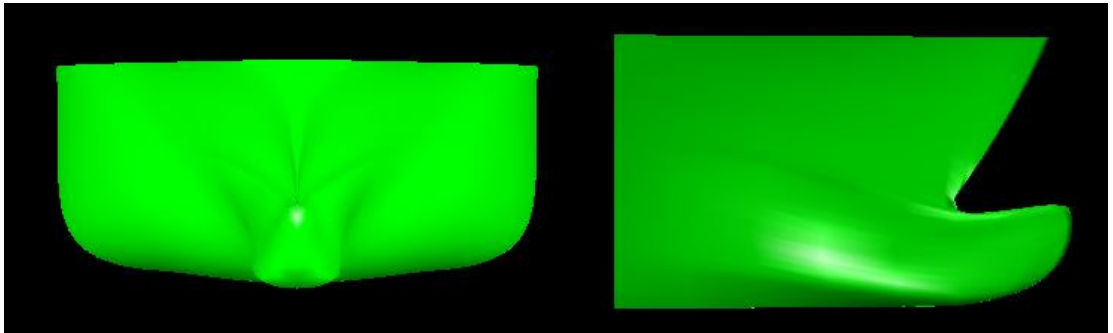
Şekil A.54 E115 Render Resmi



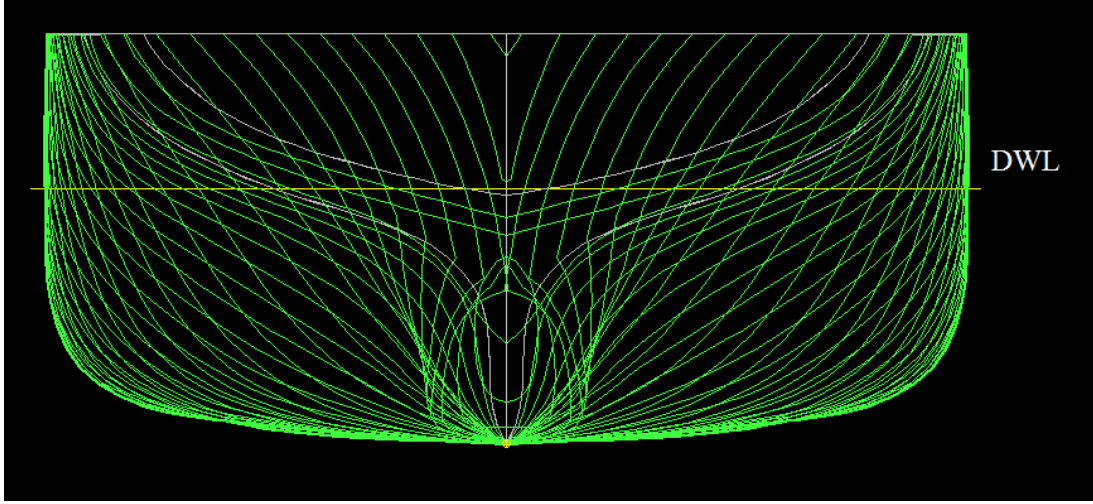
Şekil A.55 N-O Endaze Resmi



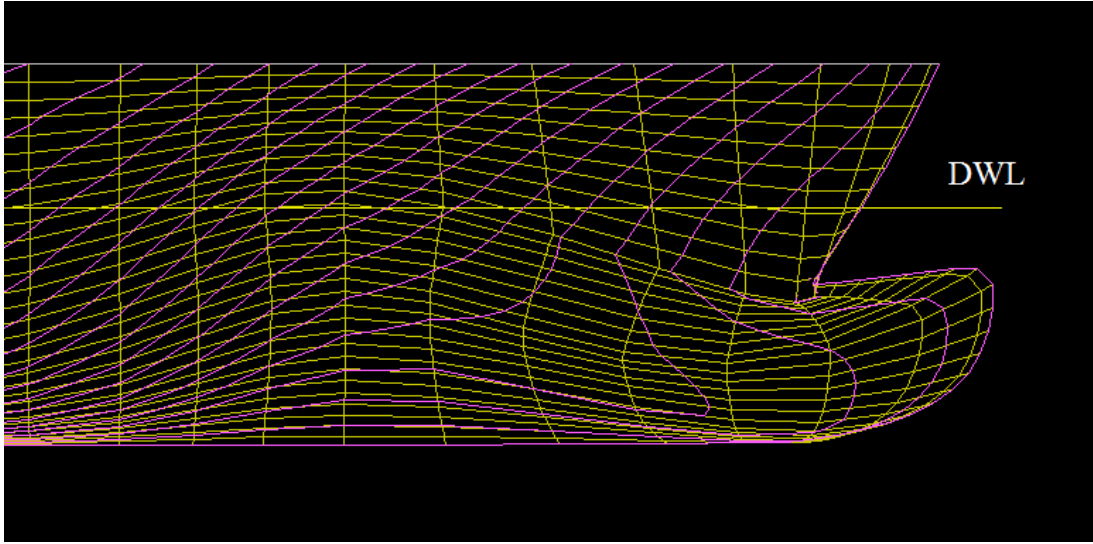
Şekil A.56 N-O Profil Resmi ve Batok Hatları



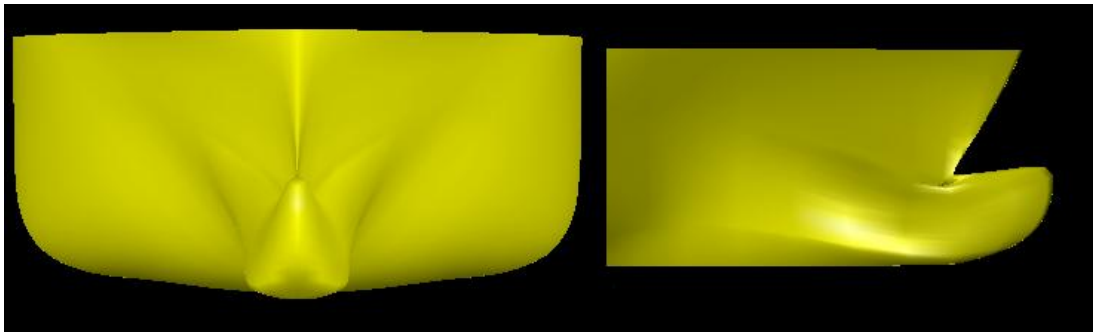
Şekil A.57 N-O Render Resmi



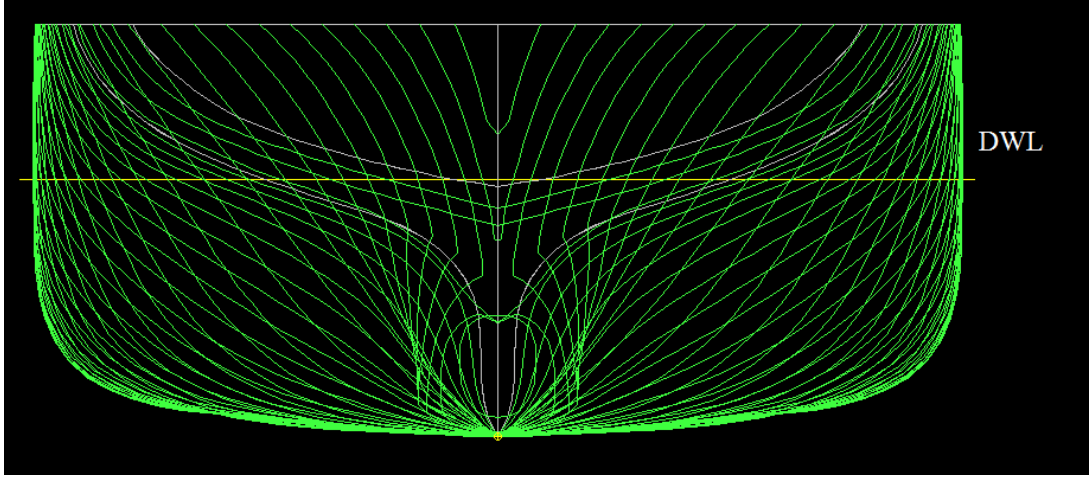
Şekil A.58 N-MA Endaze Resmi



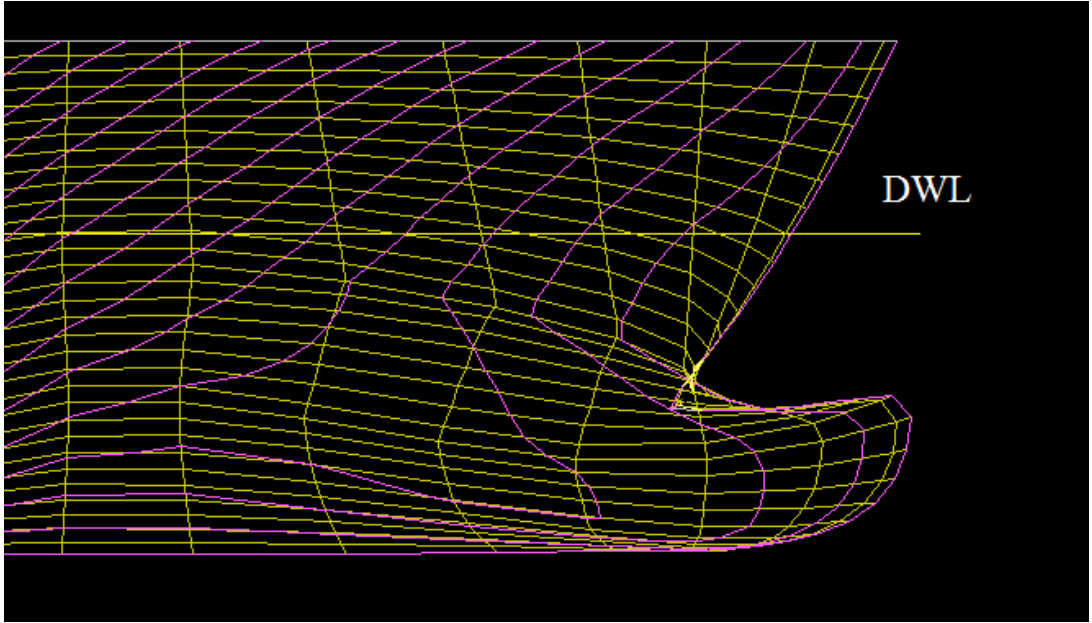
Şekil A.59 N-MA Profil Resmi ve Batok Hatları



Şekil A.60 N-MA Render Resmi



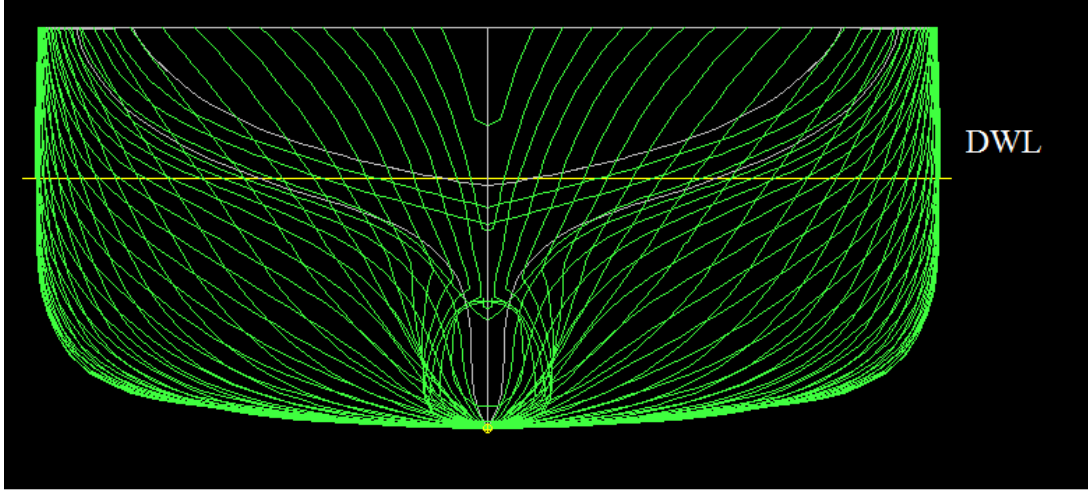
Şekil A.61 N-Mİ Endaze Resmi



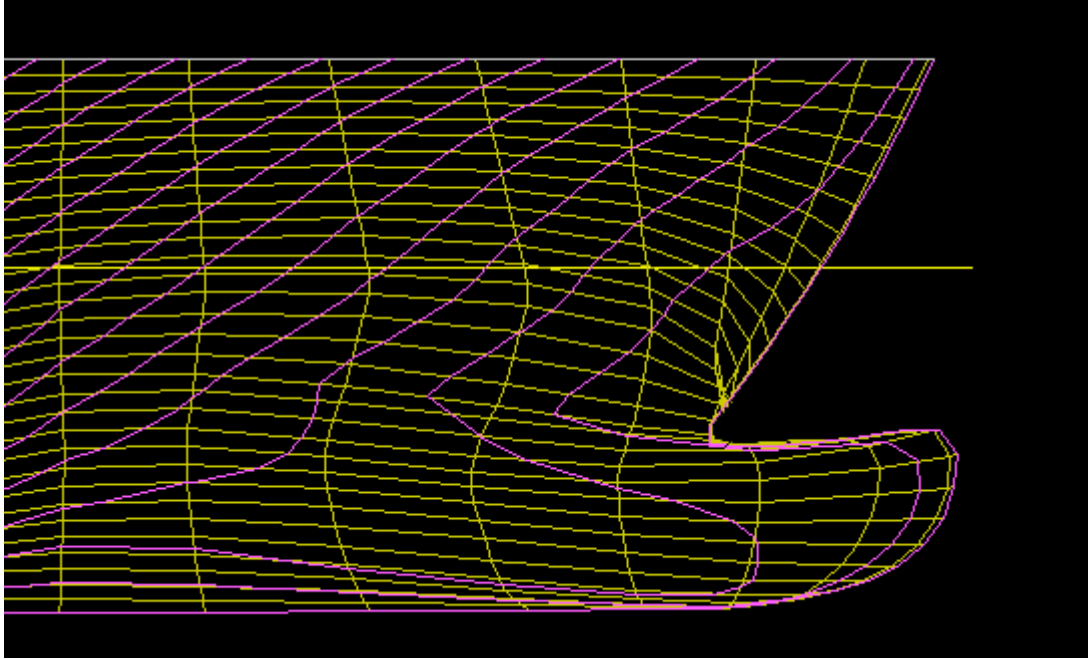
Şekil A.62 N-Mİ Profil Resmi ve Batok Hatları



Şekil A.63 N-Mİ Render Resmi



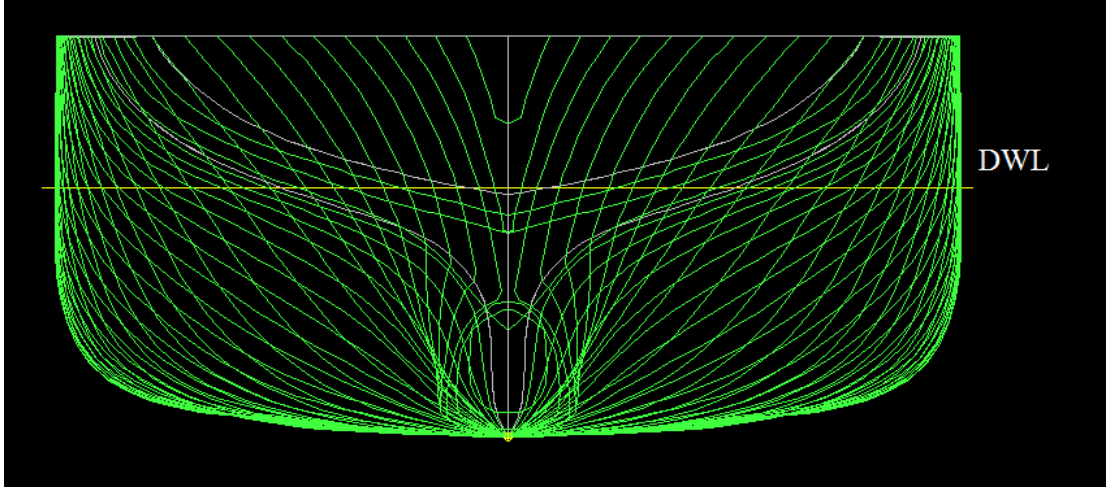
Şekil A.64 N85 Endaze Resmi



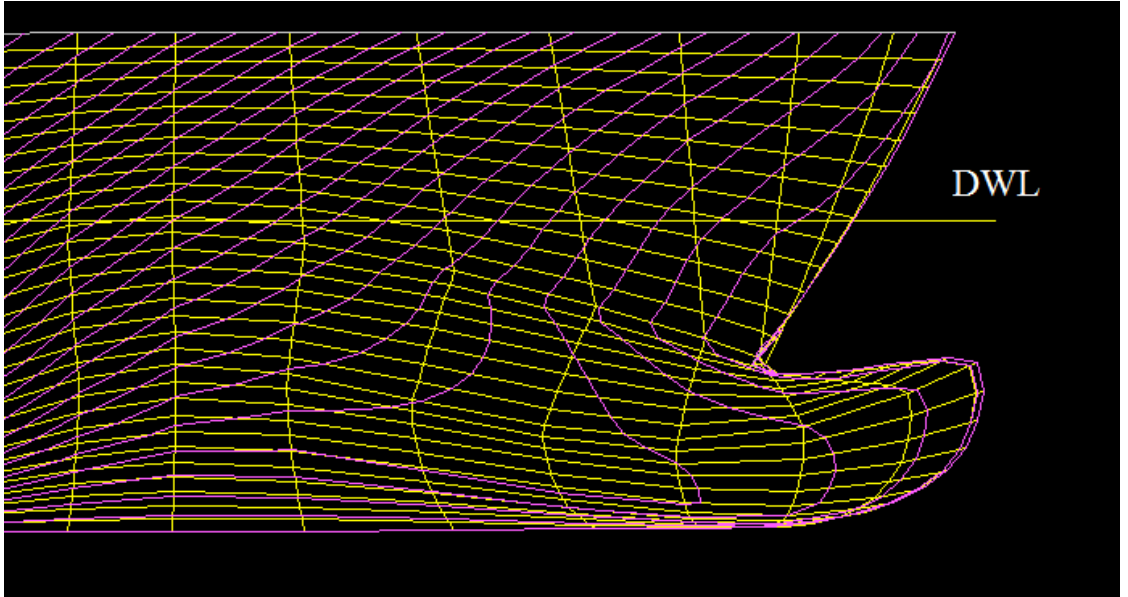
Şekil 4.68 A.65 Profil Resmi ve Batok Hatları



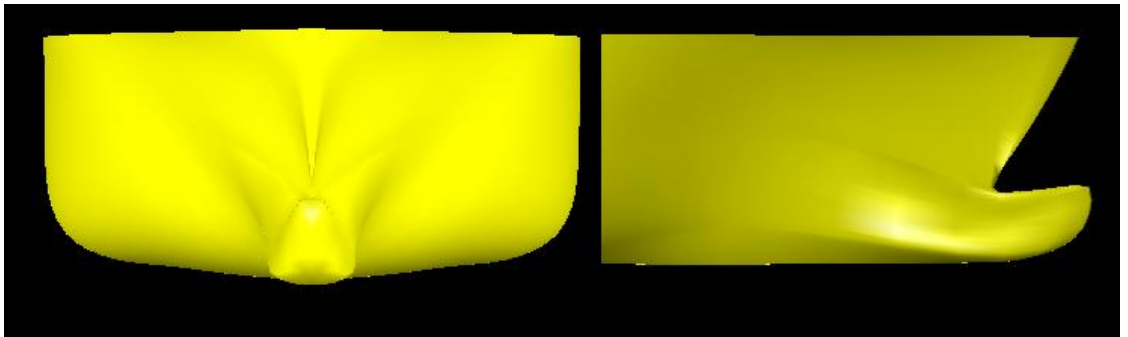
Şekil A.66 N85 Render Resmi



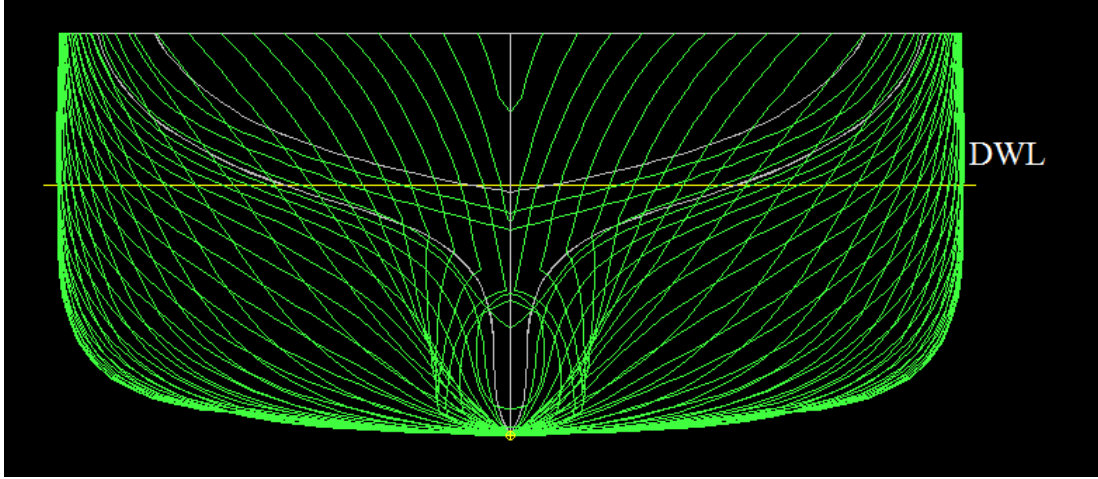
Şekil A.67 N90 Endaze Resmi



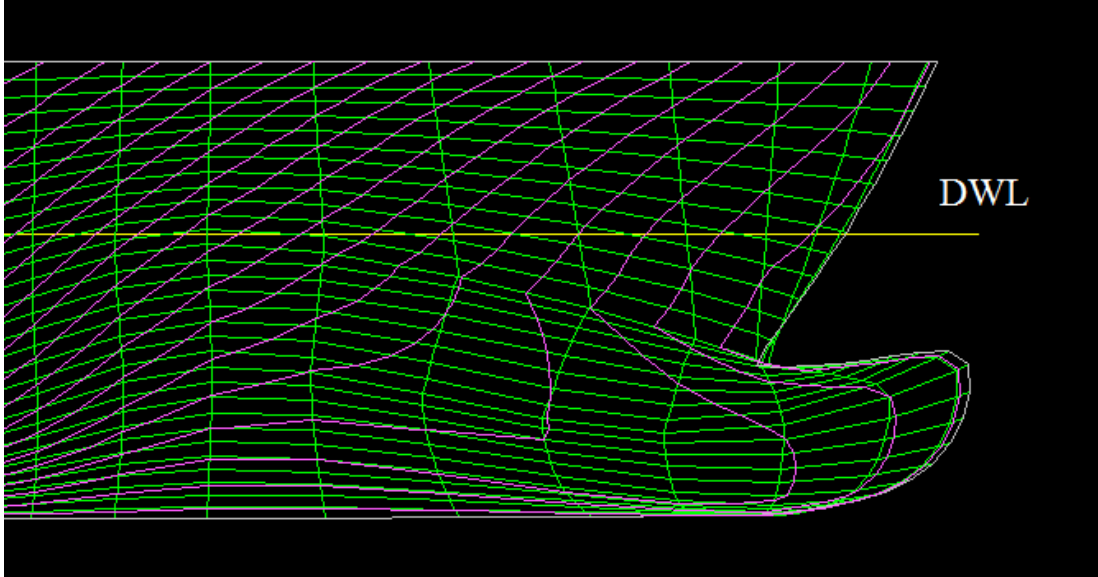
Şekil A.68 N90 Profil Resmi ve Batok Hatları



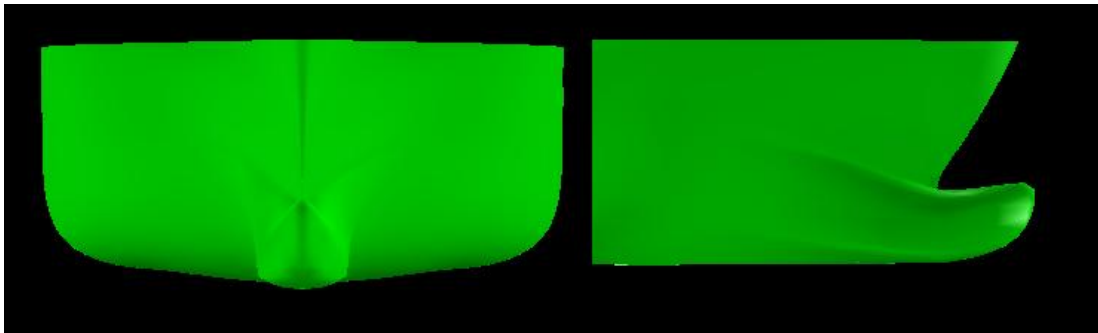
Şekil A.69 N90 Render Resmi



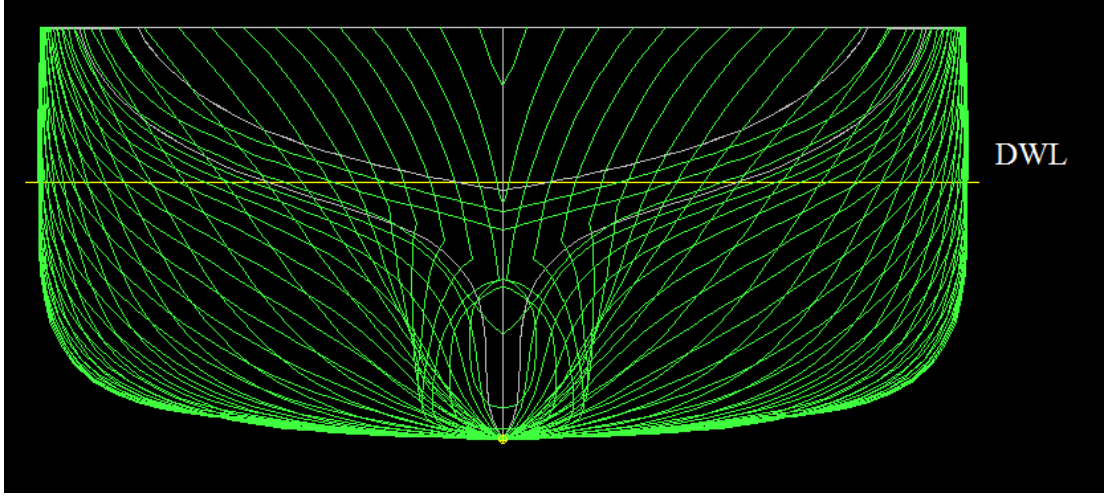
Şekil A.70 N95 Endaze Resmi



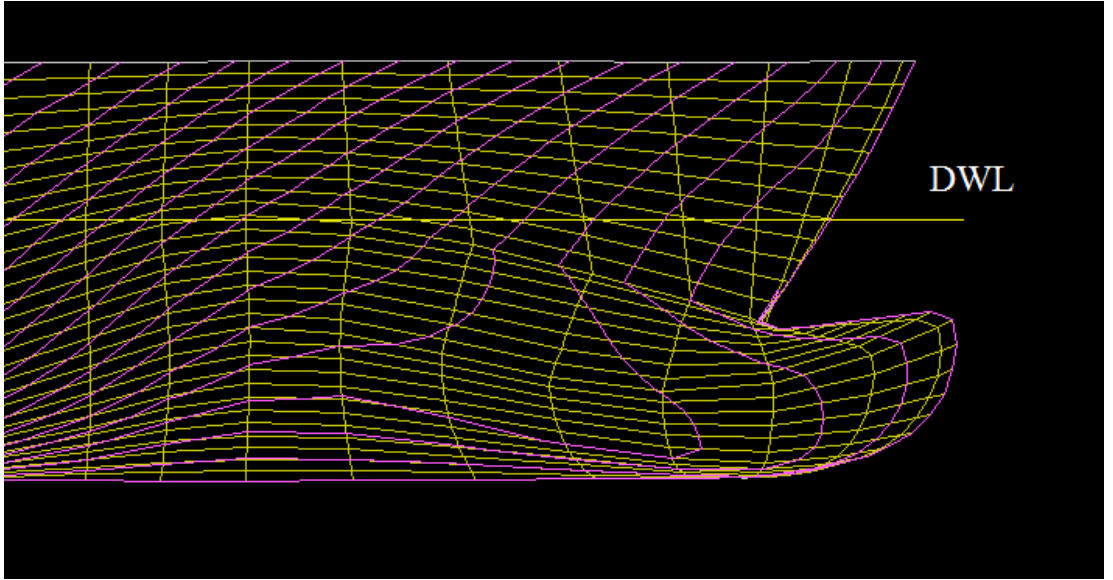
Şekil A.71 N95 Profil Resmi ve Batok Hatları



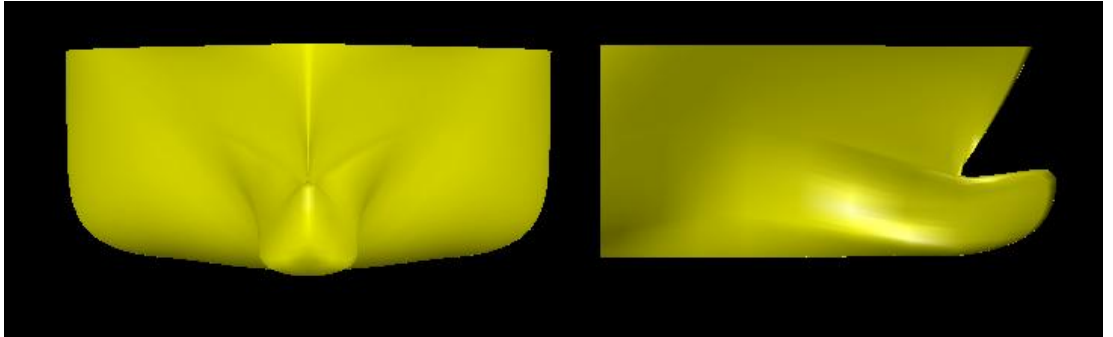
Şekil A.72 N95 Render Resmi



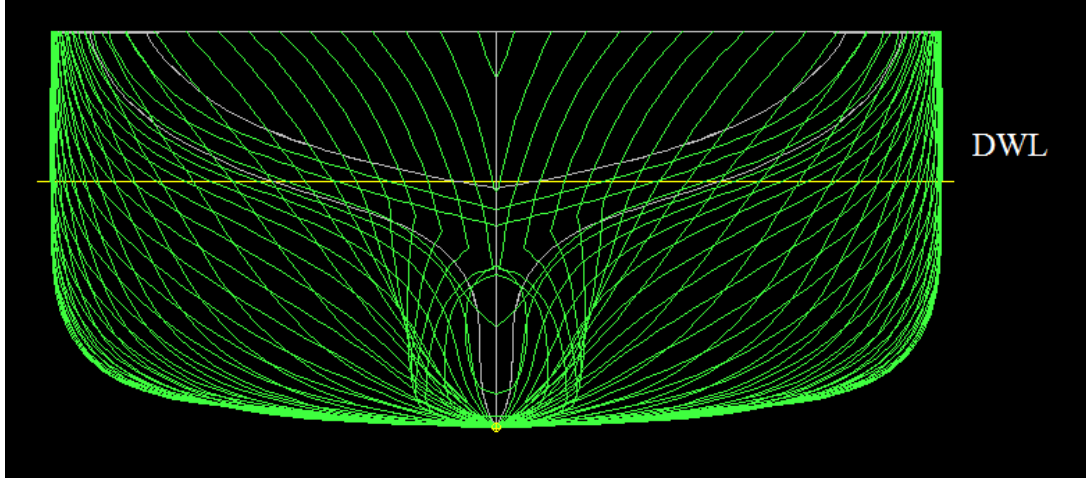
Şekil A.73 N105 Endaze Resmi



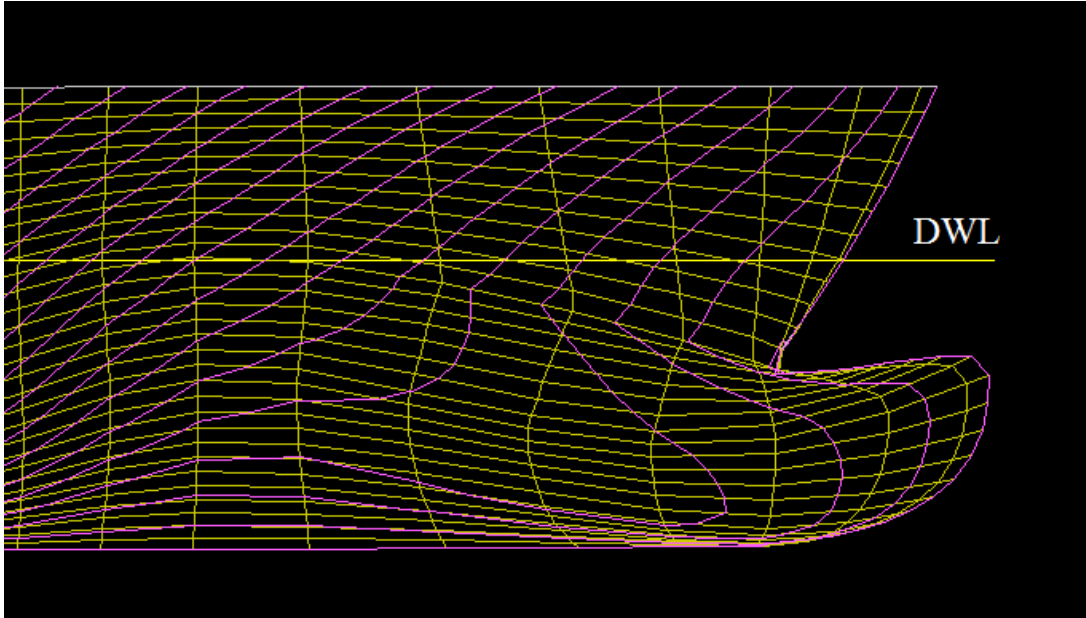
Şekil A.74 N105 Profil Resmi ve Batok Hatları



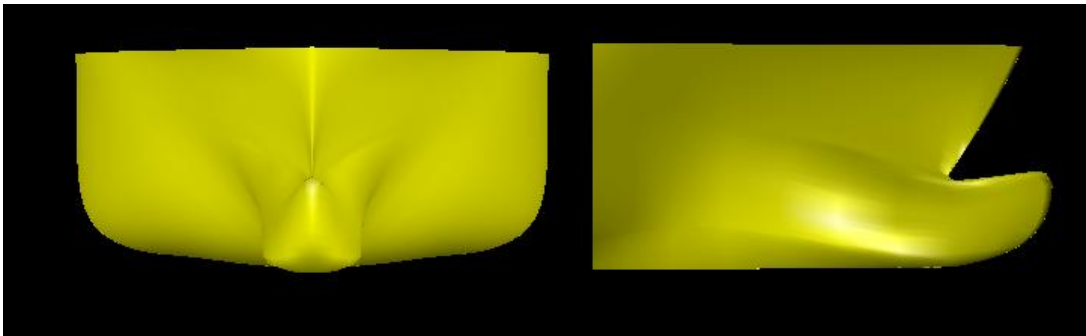
Şekil A.75 N105 Render Resmi



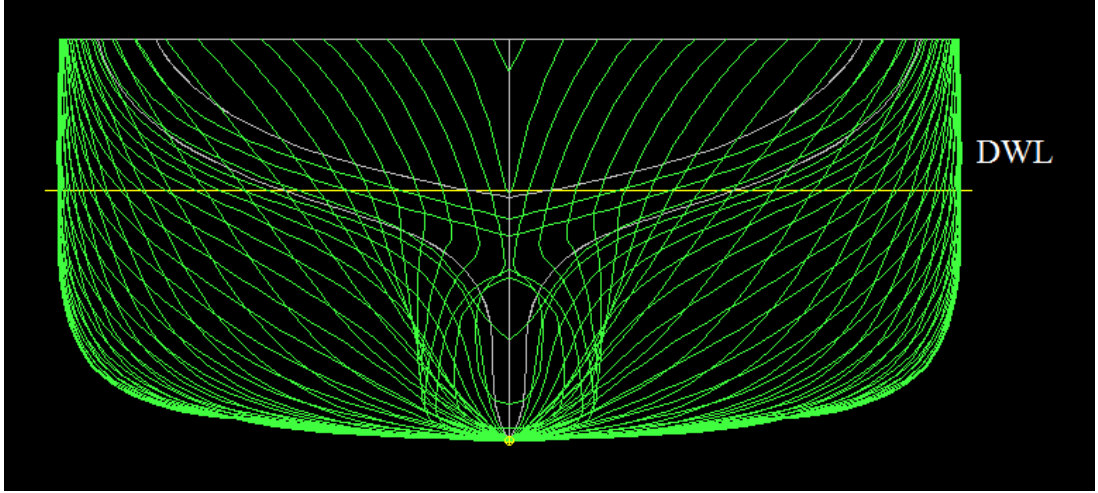
Şekil A.76 N110 Endaze Resmi



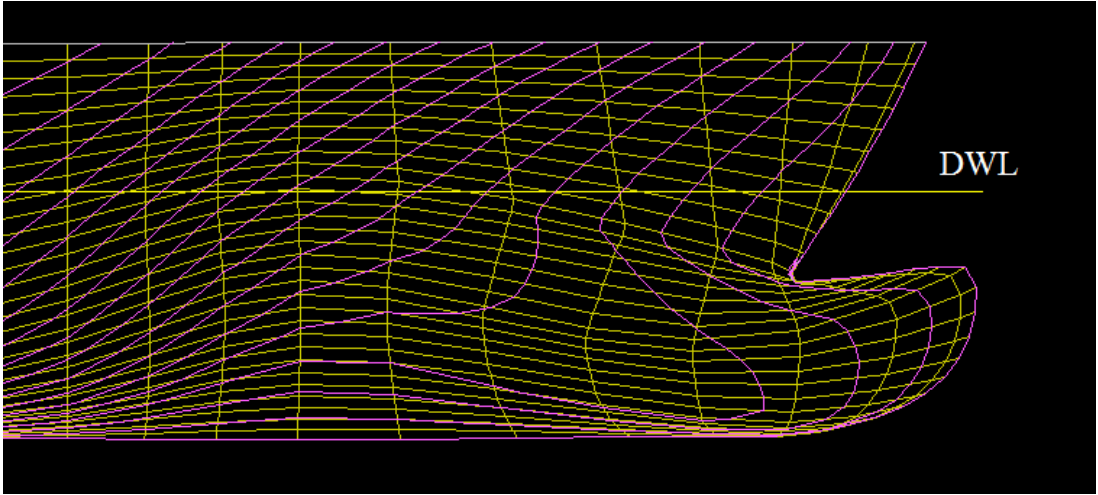
Şekil A.77 N110 Profil Resmi ve Batok Hatları



Şekil A.78 N110 Render Resmi



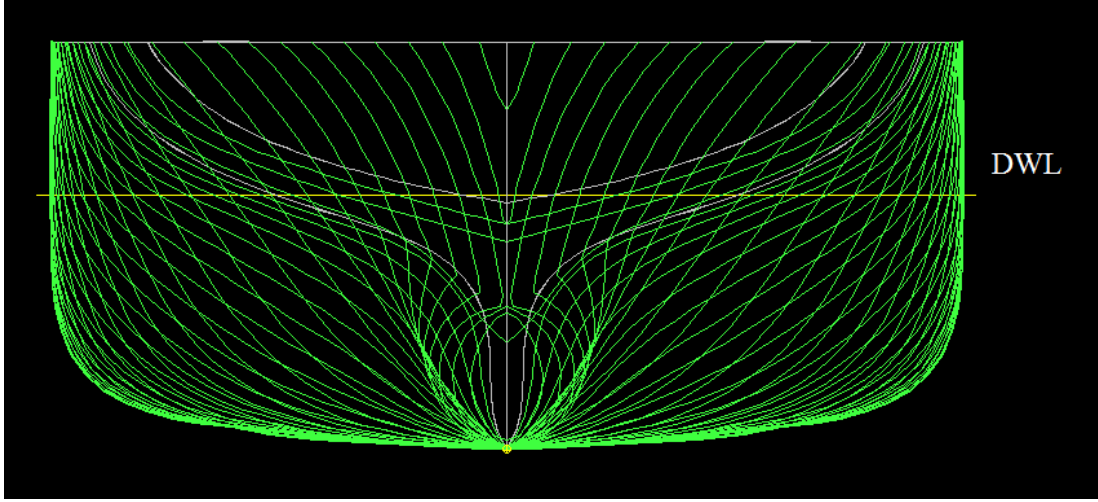
Şekil A.79 N115 Endaze Resmi



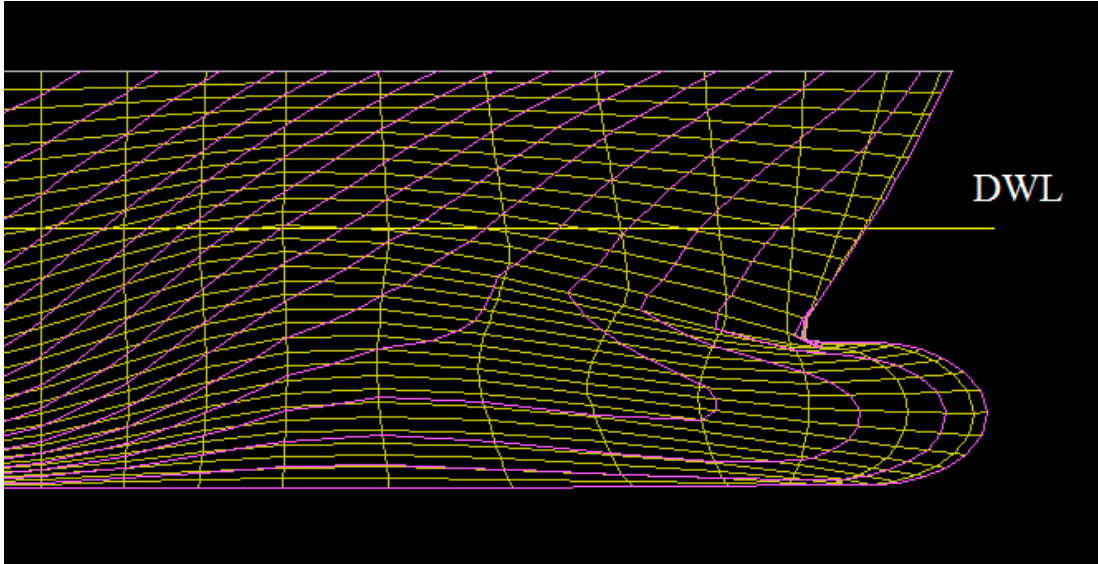
Şekil A.80 N115 Profil Resmi ve Batok Hatları



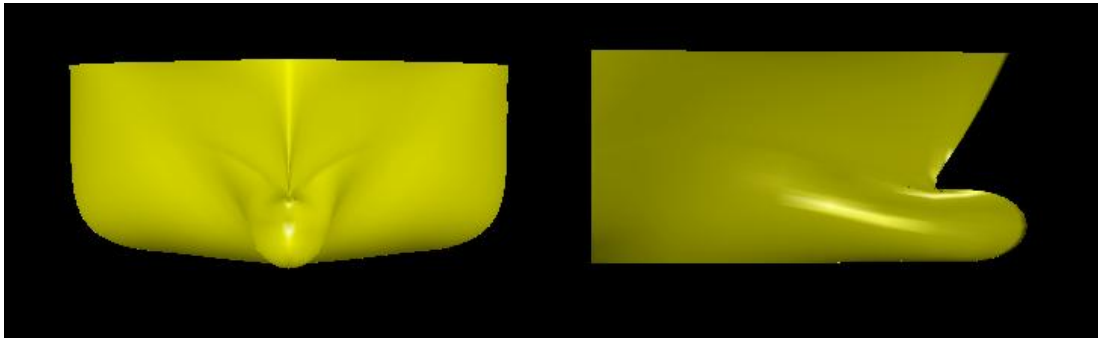
Şekil A.81 N115 Render Resmi



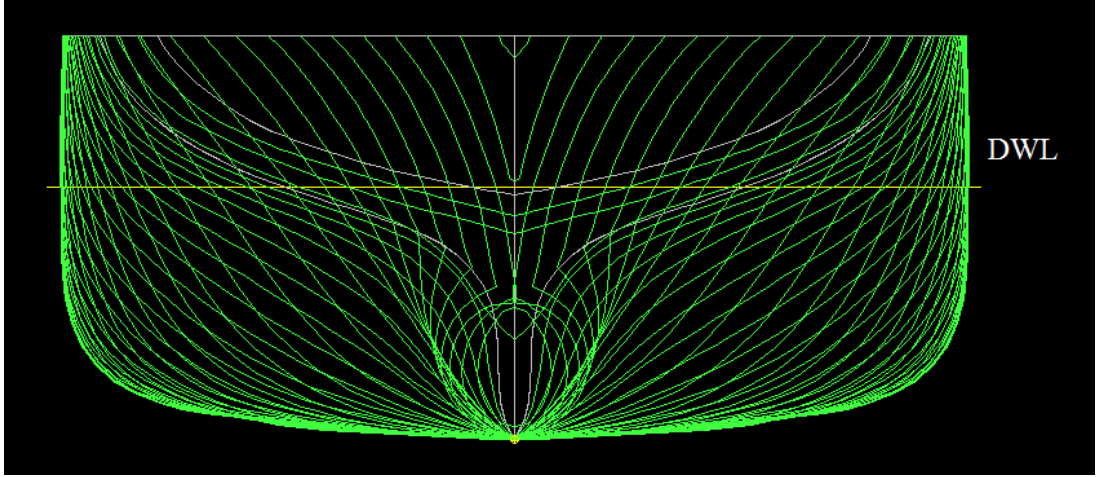
Şekil A.82 EO-O Endaze Resmi



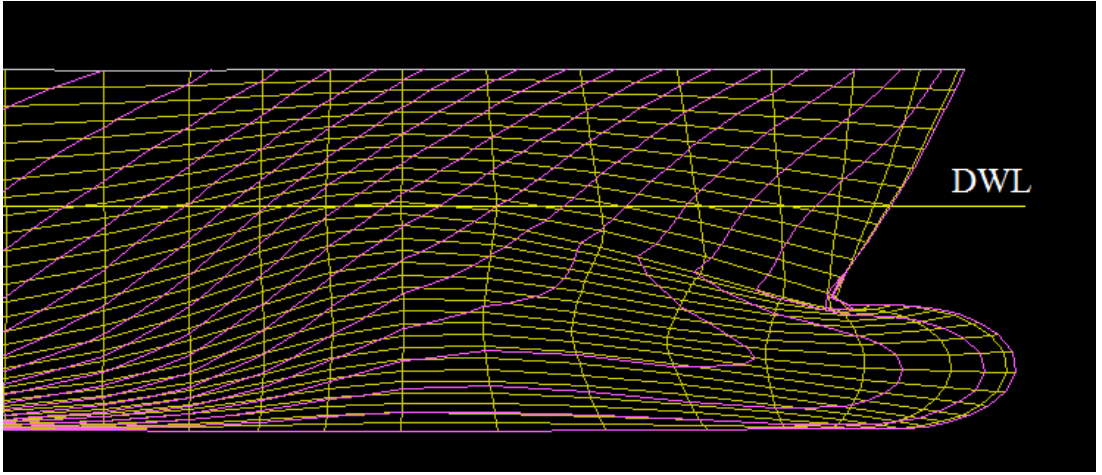
Şekil A.83 EO-O Profil Resmi ve Batok Hatları



Şekil A.84 EO-O Render Resmi



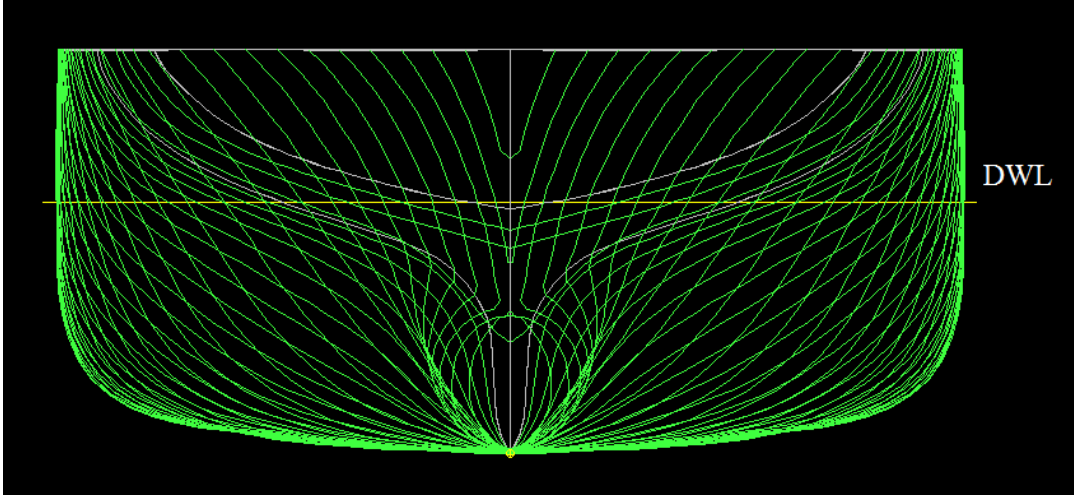
Şekil A.85 EO-MA Endaze Resmi



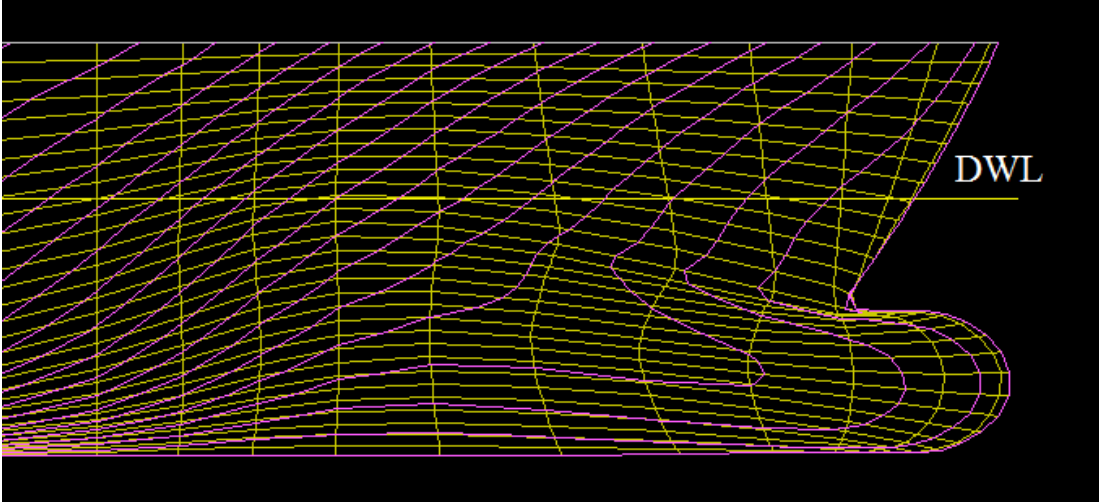
Şekil A.86 EO-MA Profil Resmi ve Batok Hatları



Şekil A.87 EO-MA Render Resmi



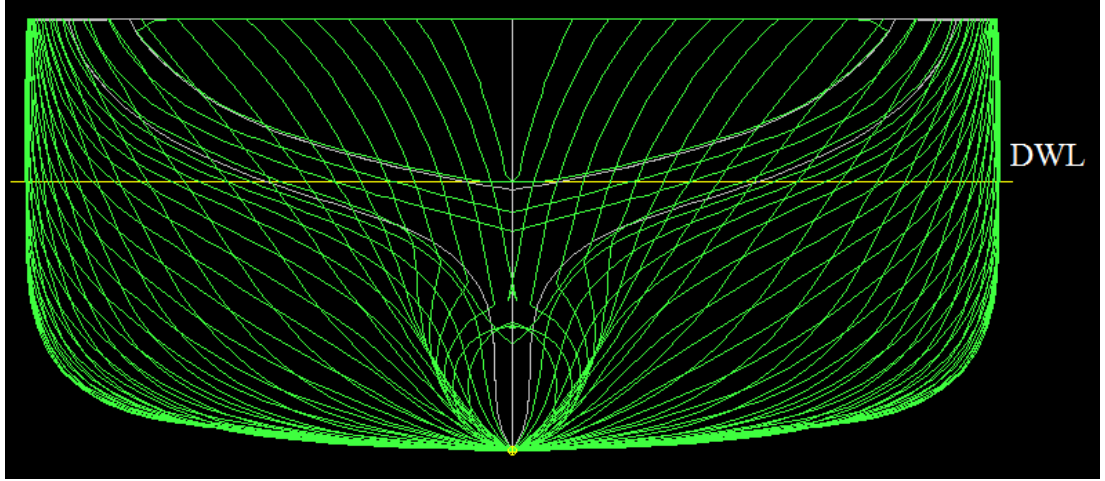
Şekil A.88 EO-Mİ Endaze Resmi



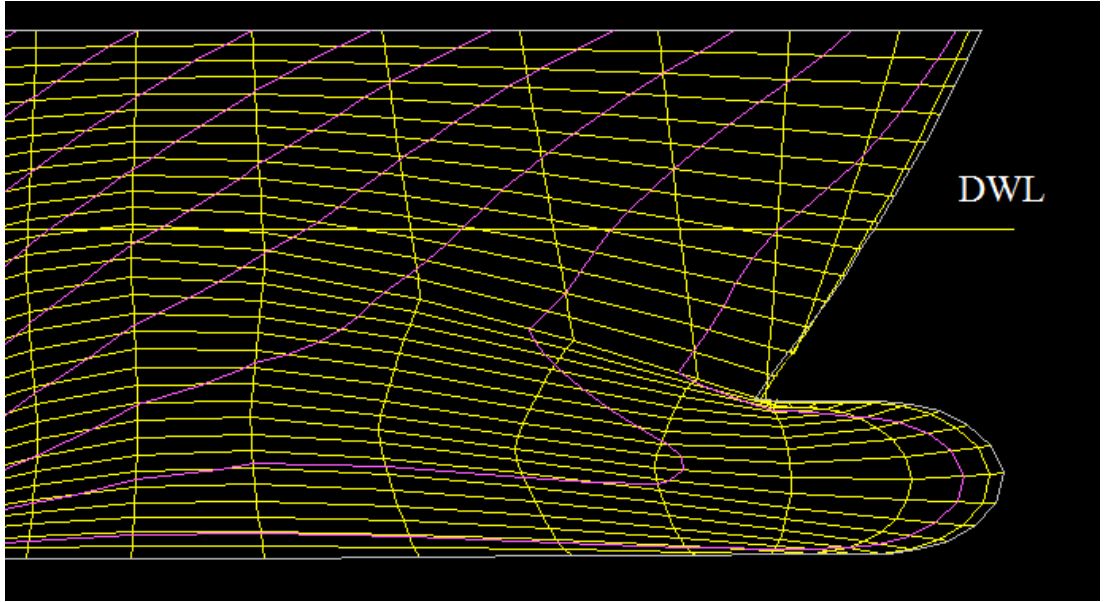
Şekil A.89 EO-Mİ Profil Resmi ve Batok Hatları



Şekil A.90 EO-Mİ Render Resmi



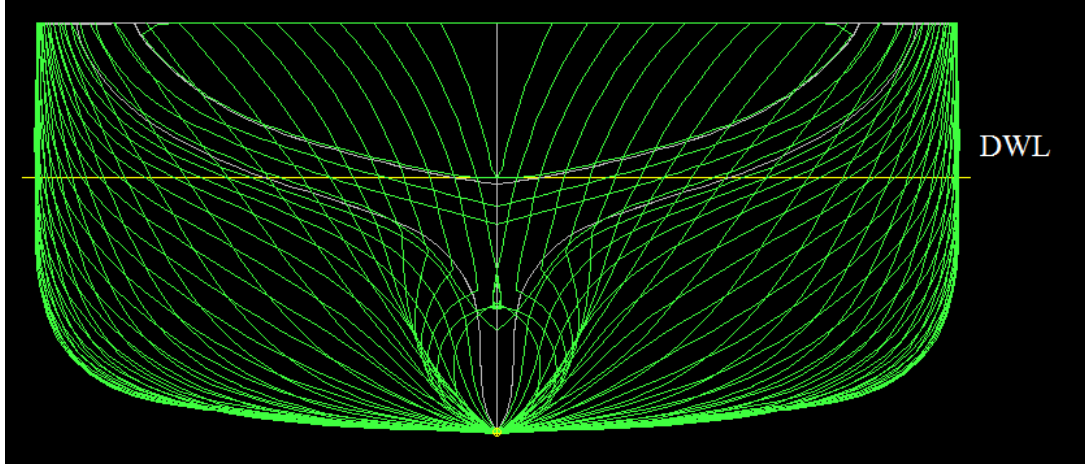
Şekil A.91 EO85 Endaze Resmi



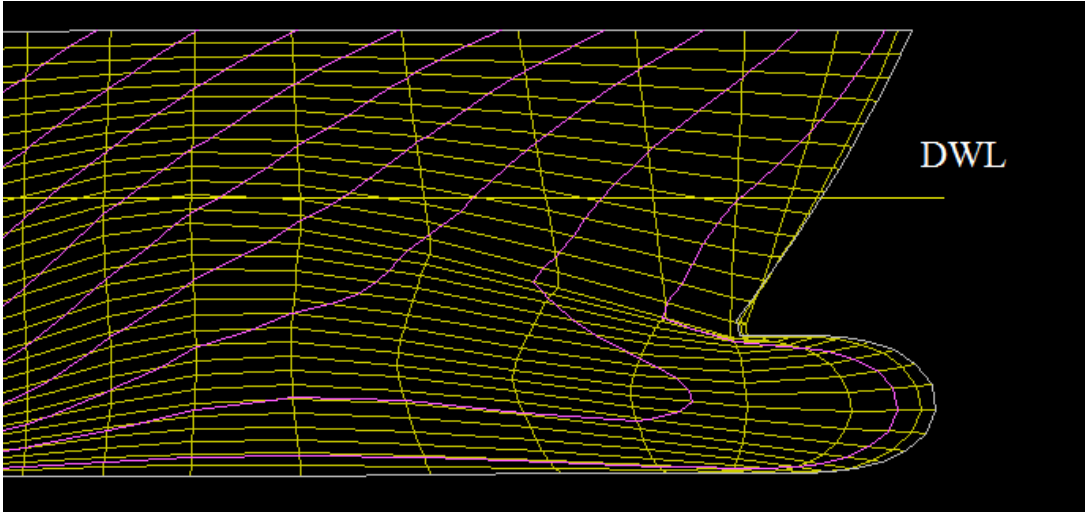
Şekil A.92 EO85 Profil Resmi ve Batok Hatları



Şekil A.93 EO-85 Render Resmi



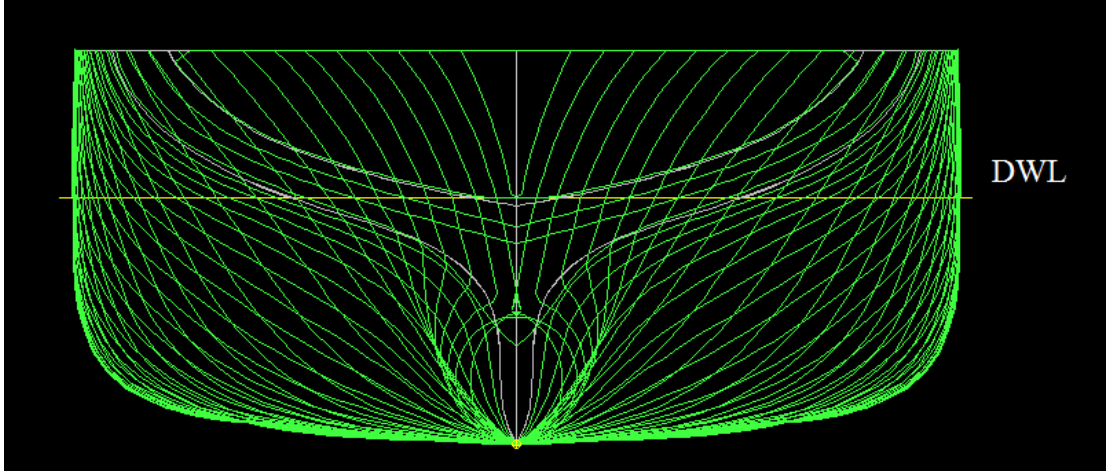
Şekil A.94 EO90 Endaze Resmi



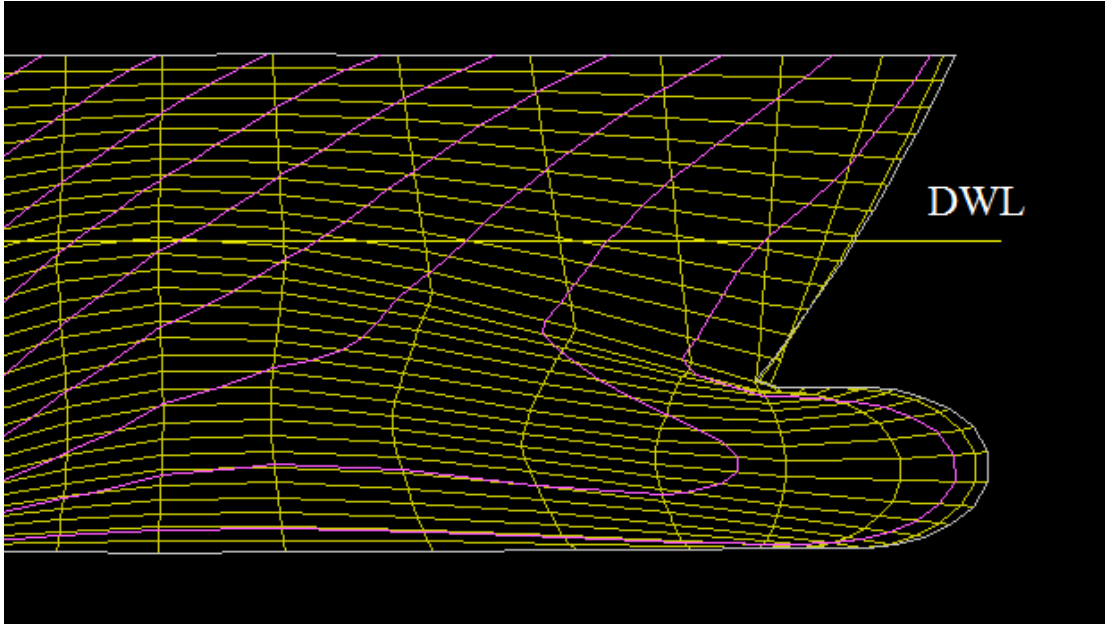
Şekil A.95 EO90 Profil Resmi ve Batok Hatları



Şekil A.96 EO-90 Render Resmi



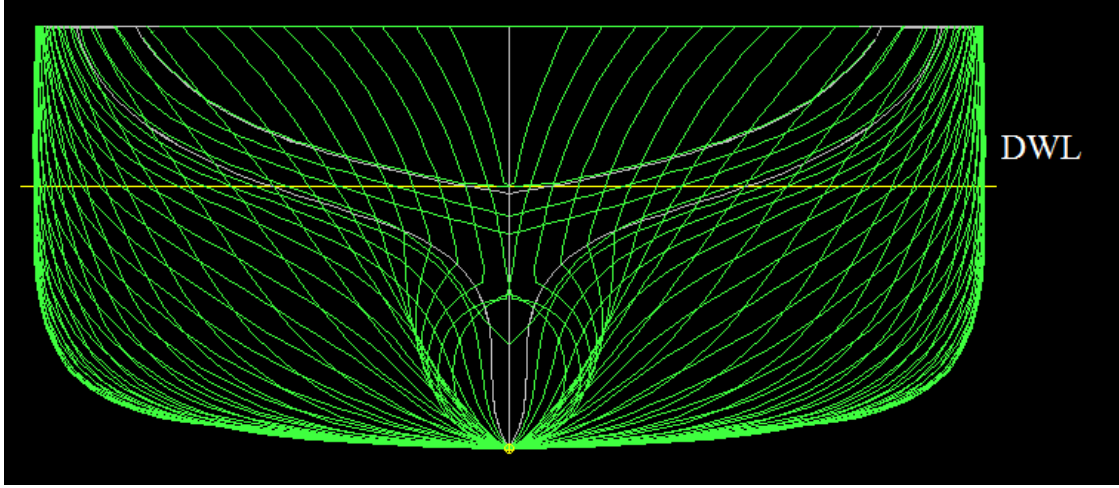
Şekil A.97 EO95 Endaze Resmi



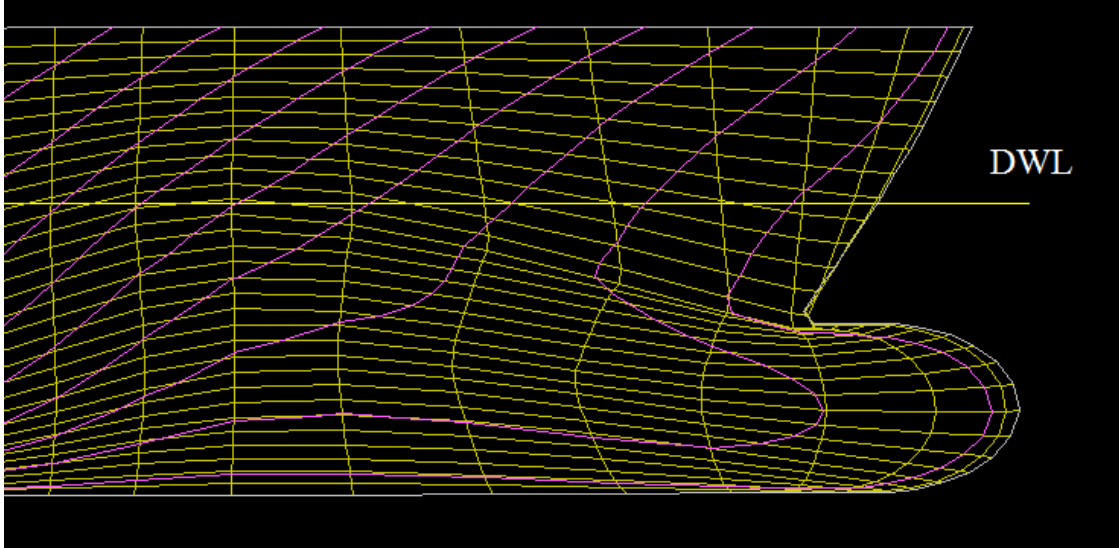
Şekil A.98 EO95 Profil Resmi ve Batok Hatları



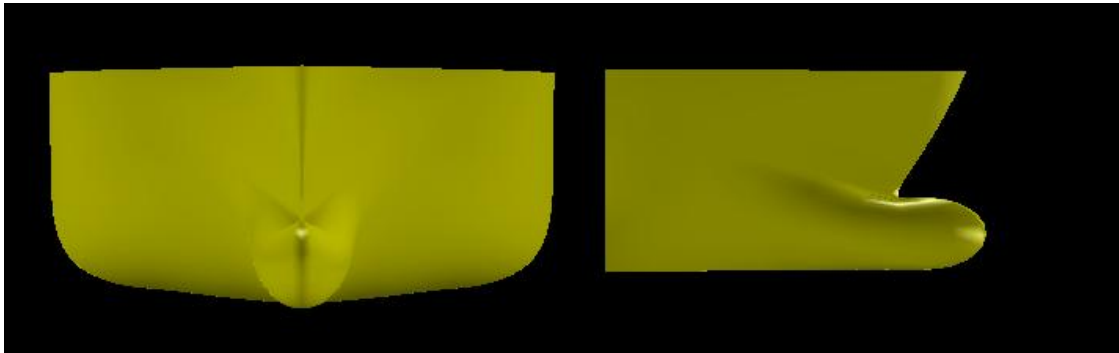
Şekil A.99 EO-95 Render Resmi



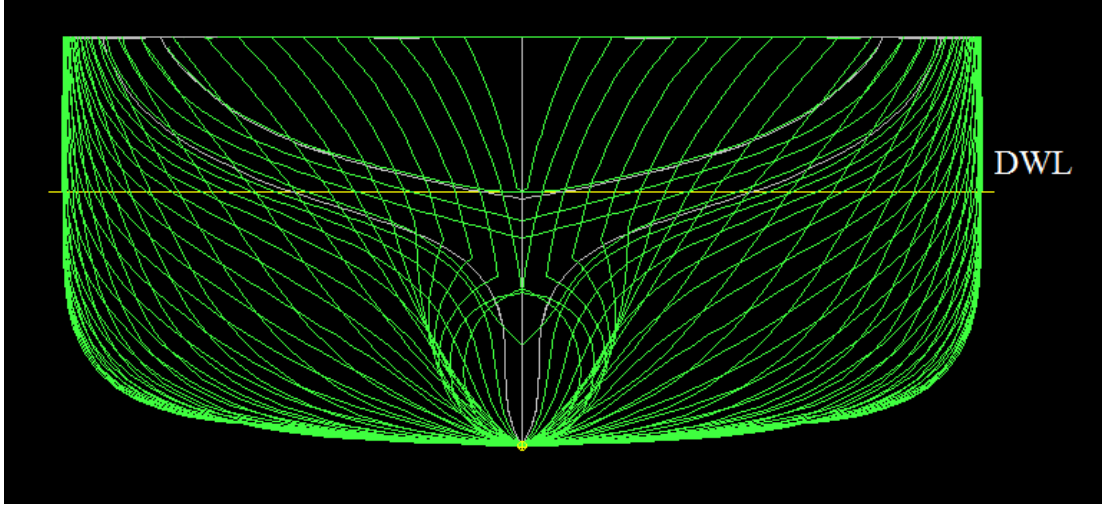
Şekil A.100 EO105 Endaze Resmi



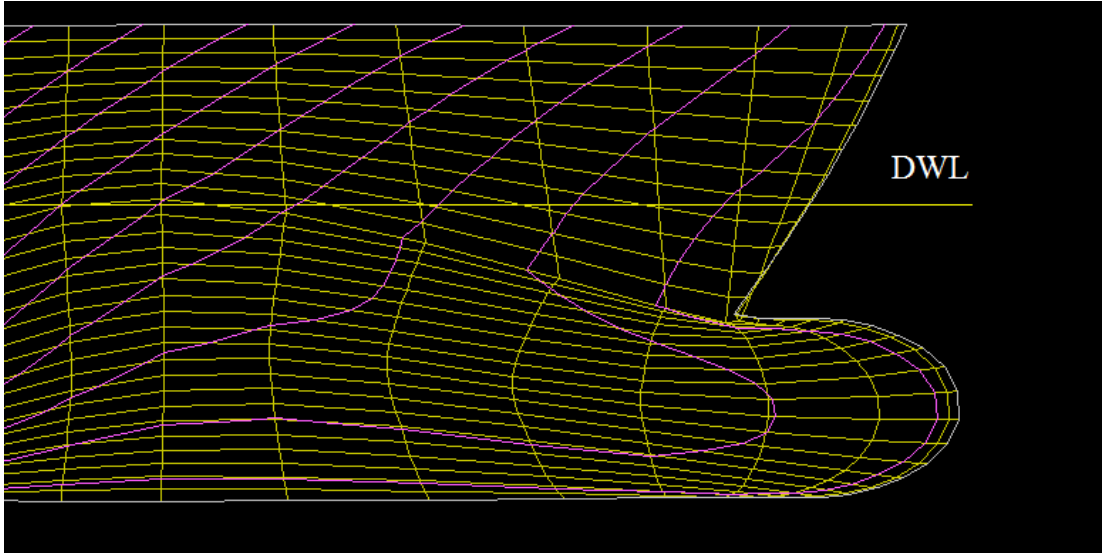
Şekil A.101 EO105 Profil Resmi ve Batok Hatları



Şekil A.102 EO-105 Render Resmi



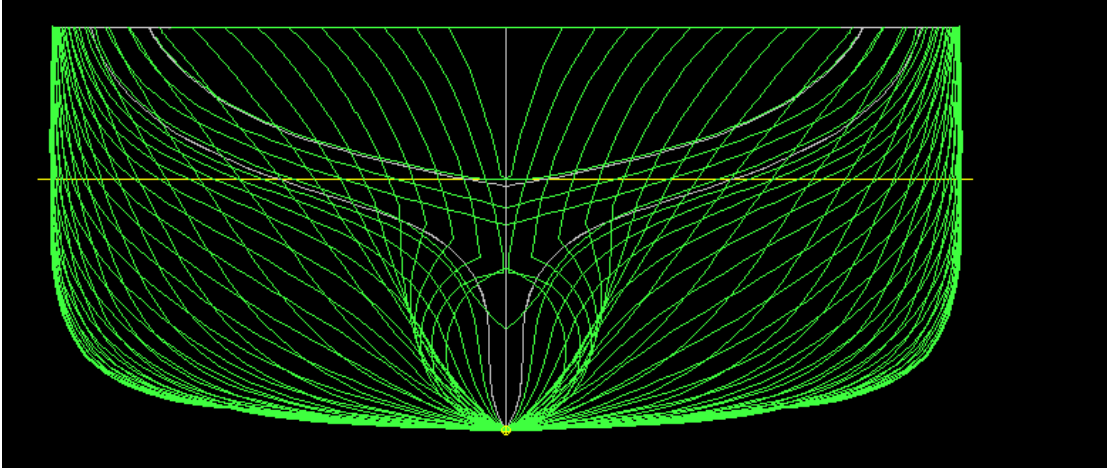
Şekil A.103 EO110 Endaze Resmi



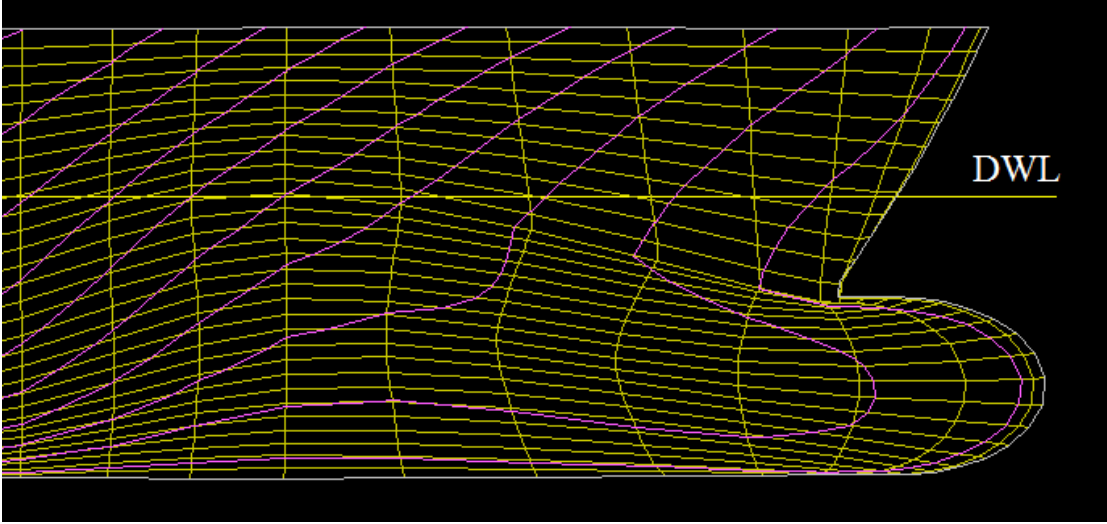
Şekil A.104 EO110 Profil Resmi ve Batok Hatları



Şekil A.105 EO-110 Render Resmi



Şekil A.106 EO115 Endaze Resmi



Şekil A.107 EO115 Profil Resmi ve Batok Hatları



Şekil A.108 EO-115 Render Resmi

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Ad Soyad: A. Mertcan Yasa

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul, 08.06.1989

e-posta: mertcanyasa@gmail.com

Telefon: +90 5062714069

Adres: Hayri Eğmezoğlu Sokak Yakamoz Apt. 12/2 Erenköy, İstanbul.

ÖĞRENİM DURUMU

2011 - 2013	İstanbul Teknik Üniversitesi Gemi ve Deniz Teknolojileri Mühendisliği (Yüksek Lisans)
2007 - 2011	İstanbul Teknik Üniversitesi Gemi ve Deniz Teknolojileri Mühendisliği (Lisans)
2003 - 2007	Burak Bora Anadolu Lisesi

İŞ TECRÜBESİ

Ağustos 2012 -	ClassNK	Sörveyör
Eylül 2011 – Şubat 2012	Mengi Yay Yatçılık	Saha Mühendisi
Haziran 2010 – Temmuz 2010	RMK Marine	Dizayn Stajyer Mühendisi

YAYINLAR

- **Kukner A., Yasa M. A.,** (2011) High Speed Planing Hulls Resistance Prediction Methods, INT-NAM Symposium.
- **Kukner A., Yasa M. A.,** (2011) Yüksek Hızlı Kayıcı Tekneler Direnç Tahmin Yöntemleri, *Gemi ve Deniz Teknolojisi Dergisi*, Sayı 188-189.

- **Kukner A., Yasa M. A.,** (2013) Açık Deniz Balıkçı Teknesinde Yumrubaş Uygulamaları, *Gemi ve Deniz Teknolojisi Dergisi*, Sayı 195.

